ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ТОМ
XXXV

ЗАПАДНЫЙ
КАЗАХСТАН



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

■

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ (ВСЕГИНГЕО)

■

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А. В. СИДОРЕНКО

■

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Н. В. РОГОВСКАЯ, Н. И. ТОЛСТИХИН, В. М. ФОМИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» МОСКВА 1971

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗАХСКОЙ ССР

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР

Том XXXV

ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН

РЕДАКТОР
А. В. СОТНИКОВ

ЗАМЕСТИТЕЛИ РЕДАКТОРА
А. А. МАККАВЕЕВ, Ж. С. СЫДЫКОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА» МОСКВА 1971

УДК 551.49(574.1)

Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. Актюбинская гидрогеологическая экспедиция. Редактор А. В. Сотников. М., изд-во «Недра», 1971. 522 стр.

В настоящей работе впервые дано монографическое описание гидрогеологических условий территории Западного Казахстана (Актюбинская, Уральская и Гурьевская области).

В томе приводится характеристика водоносных горизонтов и описываются условия формирования и режима подземных вод. Кроме того, здесь рассматриваются минеральные воды, ресурсы подземных вод и дается гидрогеологическое районирование.

Большое внимание уделено описанию гидрогеологических условий месторождений полезных ископаемых и орошаемых земель.

Рекомендуются следующие основные направления гидрогеологических исследований: 1) выявление и оценка водных ресурсов подземных вод как источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, обводнения и орошения; 2) прогнозная оценка минерализованных вод (промышленных, лечебных, теплоэнергетических и др.); 3) оценка гидрогеологических показателей для поисков рудных и нерудных полезных ископаемых.

Особую часть работы составляет характеристика инженерно-геологических условий территории Западного Казахстана.

Таблиц 47, иллюстраций 91, библиография — 333 названия.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ МОНОГРАФИИ

«ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР»

АФАНАСЬЕВ Т. П.
АХМЕДСАФИН У. М.
БАБИНЕЦ А. Е.
БУАЧИДЗЕ И. М.
ДУХАНИНА В. И.
ЕФИМОВ А. И.
ЗАЙЦЕВ Г. Н.
ЗАЙЦЕВ И. К.
КАЛМЫКОВ А. Ф.
КЕНЕСАРИН Н. А.
КУДЕЛИН Б. И.
МАККАВЕЕВ А. А.
МАНЕВСКАЯ Г. А.
ОБИДИН Н. И.
ПЛОТНИКОВ Н. И.
ПОКРЫШЕВСКИЙ О. И.
ПОПОВ И. В.
РОГОВСКАЯ Н. В.
СИДОРЕНКО А. В.
СОКОЛОВ Д. С.
ТОЛСТИХИН Н. И.
ФОМИН В. М.
ЧАПОВСКИЙ Е. Г.
ЧУРИНОВ М. В.
ШЕГОЛЕВ Д. И.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ XXXV ТОМА

АРХИДЬЯКОНСКИХ Ю. В.
ЗЕЙБЕРЛИХ Н. Э.
КОЛПАКОВ В. Б.
МАККАВЕЕВ А. А.
СОТНИКОВ А. В.
СЫДЫКОВ Ж. С.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение *(А. В. Сотников)* 7

История гидрогеологических и инженерно-геологических исследований. *А. В. Сотников, Н. Э. Зейберлих, Ж. С. Сыдыков, В. Б. Колпаков* . . 8

Часть первая. **Основные природные факторы, определяющие условия залегания и формирования подземных вод** 16

Глава I **Физико-географические условия** 16

Рельеф *Н. Э. Зейберлих, М. В. Проничева* 16

Климат *М. В. Проничева, Ж. С. Сыдыков* 22

Поверхностные воды *Ж. С. Сыдыков, А. В. Сотников, М. П. Распопов* 26

Почвы и растительность *М. П. Распопов, А. В. Сотников* 35

Глава II **Геологическое строение** 39

Стратиграфия и литология *Р. Г. Гарецкий, В. С. Журавлев, А. В. Сотников* 39

Магматизм *Н. Э. Зейберлих* 60

Тектоника и история геологического развития *Р. Г. Гарецкий, В. С. Журавлев* 62

Геоморфология *Н. Э. Зейберлих, М. В. Проничева* 79

Часть вторая. **Подземные воды, их формирование и режим** . 87

Глава III **Гидрогеологическое районирование и общие гидрогеологические условия.** *А. В. Сотников, Ж. С. Сыдыков, В. Б. Колпаков* 87

Глава IV **Прикаспийский гидрогеологический район.** *М. П. Распопов, А. В. Сотников, Ж. С. Сыдыков, Г. В. Брянская, В. Б. Колпаков* 97

Глава V **Уралтау-Мугоджарский гидрогеологический район** *Ж. С. Сыдыков, Н. Э. Зейберлих* 123

Глава VI **Арало-Тургайский гидрогеологический район** *Н. Г. Кнышенко, А. В. Сотников, Л. М. Онищенко, Г. Т. Давидович* 141

Глава VII **Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район.** *В. Б. Колпаков, А. В. Сотников, А. К. Кугешев, К. Есполов, Ж. С. Сыдыков, Г. Н. Абдразакова, Э. Н. Ким* 161

Глава VIII **Вопросы режима подземных вод.** *Ю. В. Архидьяконских, А. В. Сотников, Н. М. Васильева, Н. И. Гордиенко* 178

Глава IX **Формирование и зональность подземных вод.** *Ж. С. Сыдыков, А. В. Сотников* 192

Часть третья. **Ресурсы вод и их использование** 225

Глава X **Естественные ресурсы подземных вод.** *Н. Г. Кнышенко, Ж. С. Сыдыков, А. В. Сотников* 225

Глава XI **Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод с минерализацией до 10 г/л** *Н. Г. Кнышенко, А. В. Сотников, А. К. Кугешев, Г. В. Брянская, Г. А. Ерохина, Т. Ф. Нистратова* 233

Глава XII **Современное состояние и перспективы использования подземных вод для водоснабжения и обводнения** *А. В. Сотников, А. К. Кугешев, В. Б. Колпаков, Г. Н. Власко, Л. М. Онищенко* 240

Глава XIII **Термальные, минеральные лечебные воды и грязи** 248

Термальные воды *Ж. С. Сыдыков, В. Б. Колпаков, Д. А. Джангирьянц, А. В. Сотников, И. Б. Дальян, М. П. Распопов* 248

Лечебные минеральные воды *А. Б. Авдеева, А. В. Сотников, Д. А. Джангирьянц, И. А. Будианов, В. Б. Колпаков* 262

Лечебные грязи *М. П. Гончаров, А. Сундетов, В. Б. Колпаков* 272

Глава XIV. **Промышленные воды.** *Л. В. Славянова, В. Б. Колпаков, М. П. Распопов, А. В. Сотников* 275
Часть четвертая. **Гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых и инженерно-геологическая характеристика** . . . 279
Глава XV. **Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений.** *Ж. С. Сыдыков, В. Б. Колпаков, Б. Кукабаев, И. Б. Дальян, Е. В. Стадник, Д. А. Джангирьянц, А. В. Сотников, Л. М. Онищенко* . 279
Глава XVI. **Гидрогеология месторождений твердых полезных ископаемых.** *Н. Э. Зейберлих, Г. А. Ерохина, Э. А. Потудина* 297
Глава XVII. **Краткие сведения о гидрогеологических условиях орошаемых земель.** *А. В. Сотников, Г. Н. Власко, Т. Ф. Нистратова, Г. А. Ерохина* 307
Глава XVIII. **Инженерно-геологические условия.** *И. И. Цыпина, В. П. Лазарева* 316
Регион I — Прикаспийская впадина 316
Регион II — линейные складчатые структуры южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов 322
Регион III — Предуральский краевой прогиб 324
Регион IV — Уралтау-Мугоджарское складчатое сооружение . 325
Регион V — Арало-Тургайский прогиб 328
Регион VI — Мангышлакская система дислокаций 332
Регион VII — Устюртская система прогибов и поднятий . . 337
Заключение. *А. В. Сотников* 345
Литература 366
Приложения 374

ВВЕДЕНИЕ

Западный Казахстан объединяет Актюбинскую, Гурьевскую и Уральскую области (рис. 1), территория его превышает 730 тыс. $км^2$, что составляет около 27% площади Казахской ССР. Территория Западного Казахстана граничит на севере с Астраханской, Саратовской и Оренбургской областями, на юге — с Туркменской ССР и Узбекской ССР, а на востоке с Кзыл-Ординской, Карагандинской и Тургайской областями Казахской ССР.

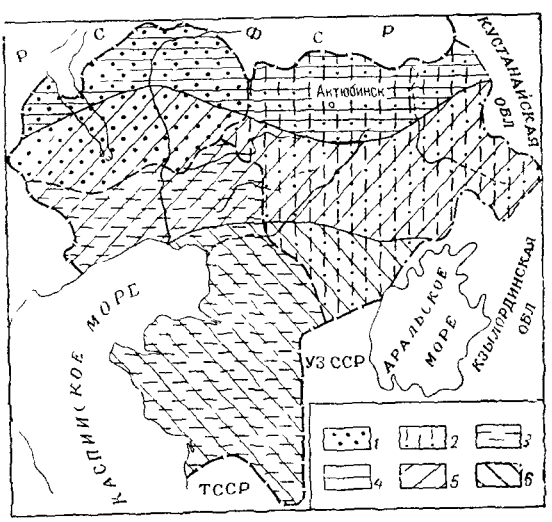


Рис. 1. Обзорная карта Западного Казахстана:
Административные области: 1 — Уральская, 2 — Актюбинская; 3 — Гурьевская
Природно-климатические зоны: 4 — степная; 5 — полупустынная; 6 — пустынная

В Западном Казахстане высоко развиты нефтедобывающая, а также горнорудная промышленность, сельское хозяйство и рыболовство. В течение многих лет эксплуатируются нефтяные месторождения Южной Эмбы. За последние годы открыты богатейшие нефтяные и газовые месторождения на Мангышлаке в междуречье Урал — Волга и в Актюбинской области, а также газовые — на Северо-Западном Приаралье. Освоение нефтяных богатств Мангышлака и новых районов Прикаспия обусловливает рост нефтепереработки и превращение ее в ведущую отрасль народного хозяйства Западного Казахстана. Будет расширена производительность существующего нефтеперегонного завода в г. Гурьеве и построены новые предприятия.

Через Западный Казахстан проходят газопроводы Бухара — Урал и Средняя Азия — Центр. В эту систему будут включены запасы природного газа Северного Приаралья, Мангышлака, а также ресурсы междуречья Урал — Волга. Широко развита здесь химическая промышленность.

В связи с ростом добывающей и перерабатывающей промышленности за последние годы здесь проявились новые города: Шевченко-на-Мангышлаке, Хромтау, Алга, Октябрьск, Эмба, а также ряд поселков городского типа.

В северных районах Западного Казахстана организованы сотни крупных совхозов и колхозов, поставляющих государству миллионы пудов зерна. Широко развиты животноводческие (преимущественно овцеводческие) хозяйства. В ближайшие годы здесь намечено довести поголовье скота до 30 млн. голов. В Гурьевской области значительное место занимают верблюдоводческие совхозы. Бурно развивается строительство автомобильных и железнодорожных магистралей. Нарастающий промышленный потенциал Гурьевской области обусловил сооружение ускоренными темпами железных дорог Макат — Мангышлак и Гурьев — Астрахань.

По мере роста промышленности и сельского хозяйства потребности в воде увеличиваются. Наряду с использованием поверхностного стока в различных отраслях народного хозяйства проводятся работы по выявлению запасов подземных вод для водоснабжения производственных объектов, населенных пунктов, обводнения и оазисного орошения. В связи с этим на значительной площади осуществлена гидрогеологическая съемка, детальная разведка отдельных месторождений, бурение и опробование водозаборных скважин. Результаты гидрогеологических изысканий изложены в настоящем томе.

Монография состоит из четырех частей. В первой, общей, части рассмотрены основные природные факторы формирования подземных вод; во второй — описаны подземные воды, их режим и формирование; в третьей — ресурсы подземных вод; в четвертой — гидрогеологические условия месторождений полезных ископаемых и орошаемых земель.

В заключение дается характеристика общих инженерно-геологических условий территории.

В работе принимал участие большой коллектив авторов. Она осуществлялась под методическим руководством А. В. Сотникова.

При подготовке настоящей работы к печати ценные критические замечания и указания были сделаны рецензентами А. И. Силиным-Бекчуриным и А. С. Китицыной.

В проведении работ по сбору и обработке гидрогеологических материалов принимали участие А. А. Гуськова, Н. А. Зюзина, Л. А. Михайленко, Р. Е. Тимченко, А. Т. Денисова, С. А. Абишев, И. Ф. Головатый, О. Т. Мунбаева, У. Мунбаев, А. Смагулов, З. Н. Тюльбаева, А. И. Тналиев, Н. И. Юдина, К. Жальмухамедова, В. А. Бочкарева, Р. П. Грошева и др. Полезные рекомендации по отдельным частям тома были даны А. И. Ефимовым, Б. Е. Антыпко, Г. А. Маневской, П. М. Фроловым, И. В. Гармоновым, Л. Г. Соколовским, Л. А. Островским, В. И. Духаниной, А. Н. Губаревым, А. Ф. Калмыковым, Е. Н. Ярцевой, А. И. Чубаровой, И. С. Зекцером, которым авторы выражают свою признательность.

ИСТОРИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дореволюционный период (до 1917 г.). История исследований Западного Казахстана начинается со времени воссоединения Казахстана с Россией и связана вначале с поисками торговых путей из центра России в Среднюю Азию, а затем с проблемами освоения природных богатств этой территории. Еще в XVIII—XIX вв. ученые естествоиспытатели получили первые сведения о характере рельефа, геологическом строении, полезных ископаемых (нефть, уголь, фосфориты), а также об источниках водоснабжения — колодцах и родниках отдельных районов.

В конце XIX и начале XX вв. Горным департаментом, а затем Геологическим комитетом организуются экспедиции на Мангышлак. По изысканию трассы железной дороги Оренбург — Ташкент в 1893 г. ра-

ботала экспедиция под руководством С. Н. Никитина. На междуречье Урала и Эмбы вели исследования Н. Н. Тихонович, А. Н. Замятин и другие, а в Западном и Южном Примугоджарье — М. М. Пригоровский, В. К. Яворский и М. В. Янишевский. В результате этих исследований были получены сведения о стратиграфии района и выявлен ряд месторождений полезных ископаемых. В заметках, дневниках и отчетах имеются также описания некоторых водопунктов, данные о глубине залегания и качестве грунтовых вод.

Специальные гидрогеологические работы впервые были проведены в 1904—1916 гг. в связи с водообеспечением переселенческих хозяйств, главным образом в северных районах Западного Казахстана. Материалы исследований обобщены в статьях Н. Н. Тихоновича, И. Г. Зунтуриди, Н. Г. Кассина, В. Вихерского, Ф. Л. Моргуненкова, М. В. Баярунаса и др.

Послереволюционный период (1918—1967 гг.). Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования проводились в соответствии с планами развития народного хозяйства. В этих исследованиях до 1940 г участвовали организации Облмелиозема, Казгеолтреста, Казнаркомзема, Союзной геологической конторы, ЦНИГРИ и др. Эти организации занимались обследованием рек, колодцев и родников, а также проводили в небольшом объеме бурение и исследование качества вод, с целью выявления источников водоснабжения и орошения. В 1926—1931 гг. по заданию Уральского Губземотдела были выполнены гидрогеологические обследования бассейнов оз. Челкар, рек Утвы, Барбастау и Солянки. В это же время определенный объем гидрогеологических исследований в Прикаспийской впадине проводили сотрудники Саратовского университета под руководством Б. А. Можаровского. По заданию Геолкома гидрогеологические работы проводились также в южных частях Общего Сырта Г. Н. Каменским и Ф. П. Саваренским (1928), к югу и западу от Мугоджар — М. М. Пригоровским (1928), на Устюрте — О. С. Вяловым (1931, 1935) и в районах Горного Мангышлака — Н. В. Овчинниковым (1928).

Региональные гидрогеологические маршруты и изучение вопросов формирования подземных вод Прикаспийской впадины были выполнены в 1935—1940 гг. Н. С. Корнаковым, А. А. Варовым, М. М. Жуковым и Е. Н. Пермяковым. В результате этого было выявлено распространение соленых подземных вод во всех стратиграфических подразделениях впадины.

Гидрогеологические и комплексные геолого-гидрогеологические съемки на территории Западного Казахстана были начаты в 1943 г. В них принимал участие большой коллектив гидрогеологов АН Казахской ССР (У. М. Ахмедсафин, В. Б. Колпаков, Ж. С. Сыдыков, А. Ф. Колотилин и др.) и Западно-Казахстанского геологического управления (А. В. Сотников, В. Б. Торгованова, Н. Э. Зейберлих, Н. П. Никишин, С. А. Жутеев и др.). Эти исследования позволили выявить основные водоносные горизонты, осветить закономерности пространственного распределения различных типов подземных вод, произвести впервые гидрогеологическое районирование описываемой территории и т. д.

Начиная с 1952 по 1960 г. в связи с освоением целинных и залежных земель в Западном Казахстане многочисленными организациями Министерства геологии СССР и Казахской ССР, а также Академией наук Казахской ССР были проведены комплексные гидрогеологические съемки.

Проведенные мелкомасштабные съемки позволили более эффективно решать вопросы водоснабжения городов, промышленных объек-

тов и совхозов. Гидрогеологические съемки крупного масштаба были осуществлены в пределах Индерского купола и в районе Актюбинска

По состоянию на 1967 г. территория Западного Казахстана (730 тыс. *км*^{2}) была охвачена гидрогеологическими съемками: мелкомасштабной — на 67,7%, среднемасштабной — на 30,8% и крупномасштабной — на 0,5%, незаснятая площадь составляет примерно 1%.

Водоснабжение и обводнение пастбищ (детальная разведка). Первые исследования в этом направлении проводились мелиоративной экспедицией Наркомзема КазССР еще в 1920—1924 гг. в бассейнах рек Тургая и Иргиза (Василевский, 1930). В 1928 г. Геолкомом была организована экспедиция на Мангышлак для выявления перспектив водоснабжения, которой выяснено, что в районе г. Форт-Шевченко пресные воды приурочены к среднесарматским известнякам, а в Горном Мангышлаке — к трещиноватым песчаникам перми и триаса

В 30-х годах в связи с открытием в Северных Мугоджарах месторождений никеля, хромитов и фосфоритов поисками источников водоснабжения занимались Казахский геологический трест (К. Д. Полячков), Казахское геологическое управление и ЮУНК (Л. Ф. Ильин, Г. И. Белов), Союзникельоловопроект (К. А. Андерс). Этими исследованиями была установлена невысокая водообильность зоны открытой трещиноватости ультраосновных пород Кимперсайского массива. В районе Новоукраинского месторождения выявлены значительные запасы подземных вод в песчаных отложениях альба в дизъюнктивных мульдах Новоукраинской, Приилекской и Коктюбинской (А. Л. Яншин, Н И. Лодяной).

В 1937 г. Нижволгопроектом в районе пос. Хлебодаровского, в долине р. Илека, впервые был выявлен погребенный эрозионный врез древней долины со значительными ресурсами подземных вод, пригодных для водоснабжения. В 1937 г. Центроспецстройпроект (Г. И. Вайзер) проводил поиски подземных вод в долине р Илека возле г. Алги для решения вопросов водоснабжения Актюбинского химического комбината им. С М. Кирова

В 1937—1941 гг. Нижволжелдорстрой, Трансводстрой, Саратовский университет, Лентранспроект и другие организации занимались изучением гидрогеологических и инженерно-геологических условий зоны проектируемых трасс железных дорог Уральск — Илецк (В. В. Бацура, М. А. Гатальский), Гурьев — Кандагач (П. А. Шиндяпин, М Н. Семизвонкин), а также нефтепроводов Гурьев — Орск и Доссор — Саратов (Б. А. Можаровский). В результате этих работ были собраны новые сведения о подземных водах пермских, мезозойских, акчагыльских и четвертичных отложений левобережья Урала, Уило-Эмбенского водораздела и части Прикаспийской низменности.

Водоснабжение Актюбинска до 1945 г. осуществлялось из колодцев. В 1947 г. был сооружен водозабор из двух скважин производительностью 30 *л/сек*, в 1946—1948 гг. была проведена разведка берегового водозабора в аллювиальных отложениях р. Илека. В дальнейшем проектным институтом «Гипросталь» (Харьков) был запроектирован в погребенной долине реки водозабор, состоящий из семи скважин. В последующие годы работы по изысканию источников водоснабжения г. Актюбинска проводились на правобережье р. Сазды (Л. Т. Дьяченко, Н. Э. Зейберлих, А. В. Сотников, С. А. Игумнов и др.). Погребенная долина Илека была прослежена к югу до р. Тамды; кроме того, было выявлено древнее русло р. Карагалы. В 1958 г. для водоснабжения Актюбинского завода хромовых соединений был сооружен водозабор из пяти скважин в левобережье р Дженишке.

В процессе изыскания источников водоснабжения Актюбинского химкомбината им. С. М. Кирова (г. Алга) в 1949 г. разведочными работами был выявлен переуглубленный эрозионный врез долины Илека, глубиной 30 м, выполненный гравийно-галечными отложениями, содержащими значительные ресурсы пресных подземных вод.

В 1948—1953 гг. Трансводстроем, Главтранспроектом и Мосгипротрансом проведены гидрогеологические изыскания для водоснабжения ст. Кандагач (Н. Т. Нестерова), участка Джарлы — Сагиз, ж.-д. линии Кандагач — Гурьев (П. В. Савельев), ст. Уральск, Тамды, Биштамак, Аккемир, Мартук, Челкар, а также отдельных пунктов Южной Эмбы (В. Б. Колпаков, Г. Н. Абдразакова и Р. П. Грошева). Водоснабжение этих водопотребителей было организовано за счет подземных вод альбских, верхнемеловых, эоценовых и четвертичных аллювиальных отложений.

В северной части Устюрта и Северного Пиаралья, в Уральской и Гурьевской областях изысканием источников водоснабжения объектов сельского хозяйства с 1953 г. занимались Актюбинская гидрогеологическая экспедиция и трест «Актюбнефтеразведка». В процессе этих работ были пробурены сотни скважин. Одновременно велись поиски и разведка источников водоснабжения районных центров Уил, Темир, Новороссийский и др.

Наиболее полные изыскания подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения проведены в 1960—1963 гг. в районе Актюбинска на Тамдинском, Илекском, Нижне-Карагалинском (левобережном и правобережном) и Верхне-Карагалинском участках (в современной и древних долинах р. Илека). Подсчитанные эксплуатационные запасы подземных вод утверждены в ГКЗ. Проведены изыскания аллювиальных вод долины р. Илека и альбского водоносного горизонта в Новоукраинской и Сарблакской дизъюнктивных мульдах для водоснабжения г. Алги и химкомбината. Поисково-разведочными работами по изысканию источников водоснабжения Донской обогатительной фабрики на участках Донского, Кзылкаинского водозаборов и в долине р. Ори занималась Восточно-Уральская экспедиция (З. П. Варламова, Н. А. Ахметов).

В 1965 г. Казахским гидрогеологическим трестом МГ КазССР были завершены разведочные работы на Саускандском месторождении подземных вод в эоловых песках на Мангышлаке (Э. К. Ким, Д. М. Лосев и др.). В районе ст. Кандагач в 1964—1965 гг. были разведаны запасы вод в отложениях альба Кандагачской и Коктюбинской мульд для водоснабжения г. Октябрьска и проектируемого фосфоритового рудника (А. Г. Пащенко, В. А. Мищенко).

В связи с развернувшимся строительством новых совхозов Актюбинская гидрогеологическая экспедиция в 1961—1966 гг. провела разведку и оценку запасов подземных вод для 25 центральных усадеб и 9 отделений совхозов Актюбинской области (Л. М. Онищенко, Н. С. Капуста, В. Г. Новак, Г. Я. Потиевский и др.).

Аналогичные исследования были проведены в Уральской (Т. С. Ситникова и др.) и Гурьевской (К. М. Урынбаев, Б. И. Оспанов) областях. В 1961 г. были завершены работы по изысканию источника хозпитьевого водоснабжения г. Шевченко на Южном Мангышлаке. Здесь выявлены значительные запасы вод в альбских отложениях (К. Ф. Орфаниди и др.).

Мосгипротранс в 1961—1965 гг. продолжал изыскания подземных вод для водоснабжения ст. Шипово, Бакай, Семиглавый Мар, Токмансай, Кандагач, Шетпе, Мугоджарская. В долине р. Урала проведены работы для водоснабжения цементного завода в г. Уральске (А. Юненко) и для проектируемого карьера на Аксуатском месторож-

дении мела (Ю. М. Шадрин). В целях водоснабжения нефтепромысла Кенкияк проведена разведка водоносных горизонтов аллювиальных и альбских отложений в долине р. Темира (В. И. Денщик, В. Г. Герасименко).

Изучение минеральных (лечебных) и термальных вод. Первые сведения о химическом составе минеральных вод эоценовых отложений Челкарского района приведены А. В. Сотниковым в 1957 г. Лечебные свойства их изучались Актюбинским медицинским институтом (И. А. Будчанов). В 1960 г. были завершены исследования челкарских столовых минеральных вод (В. М. Овчинников, Н. М. Шаповалов).

О минеральных водах и грязях различных частей Западного Казахстана приведены сведения в работах И. Б. Дальяна и Ж. С. Сыдыкова (1963), А. В. Сотникова и Г. И. Бурака (1961), А. В. Сотникова и И. А. Будчанова (1966), В. Б. Колпакова (1964) и Ж. С. Сыдыкова (1966). В 1964 г. Центральный институт курортологии Министерства здравоохранения СССР произвел комплексное обследование гидротермальных и грязевых ресурсов Западного Казахстана (А. Б. Авдеева, М. Н. Гончаров).

Изучение режима подземных вод. В 1956 г. были организованы работы по изучению режима аллювиальных вод долины р. Илека, артезианских вод эоценовых отложений в Челкарском и альбских — в Байганинском районах. В целом по территории Западного Казахстана исследования режима подземных вод велись Актюбинской (с 1958 г.), Прикаспийской (с 1962 г.), Гурьевской (с 1966 г.) и Мангышлакской (с 1965 г.) станциями. Результаты наблюдений изложены в многочисленных ежегодниках. В районе Актюбинска выявлено загрязнение аллювиальных вод хромом. Кроме того, на участках водозаборов отмечено, что с увеличением водоотбора повышается минерализация воды и происходит сработка уровней. Наряду с исследованиями режима грунтовых вод на промыслах Южной Эмбы и Мангышлака организовано изучение режима напорных вод.

Гидрогеохимические исследования систематически начали проводиться с 1960 г. Они выполнялись Институтом геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР и отчасти Институтом геологии и геофизики АН КазССР в пределах Прикаспийской впадины, Западного Примугоджарья, Актюбинского Приуралья и Мугоджар.

Ряд отрывочных сведений о гидрохимии нефтяных вод Южной Эмбы приведен в отчетных материалах ЦНИЛа (В. В. Скибиневский, П. А. Авров, В. А. Сулин). Работами последних лет выявлены гидрогеохимические показатели поисков медноколчеданных и редкометальных месторождений Мугоджар (К. М. Давлетгалиева, И. Г. Дивеев, Ж. С. Садыков), нефтегазовых месторождений и промышленных рассолов обширной территории Прикаспийской впадины, Актюбинского Приуралья (В. А. Бочкарева, И. Б. Дальян, Д. А. Джангирьянц, В. Б. Колпаков, Б. Кукабаев, Ж. С. Сыдыков, В. Б. Торгованова, В. П. Якуцени), а также Южного Мангышлака (В. Б. Колпаков, В. Н. Корценштейн).

Геофизические исследования впервые в Западном Казахстане начали осуществляться с 1940 г. на участке детальной разведки подземных вод для водоснабжения Актюбинского ферросплавного завода. В 1959 г. в долине р. Илека, в районе проектируемого Богдановского фосфоритового рудника и возле Актюбинска была применена электроразведка (В. М. Бабусенко, В. С. Теллер), которая оказалась эффективной при изучении аллювиальных отложений и позволила выявить переуглубленные участки долины.

Инженерно-геологические изыскания трассы Бухара — Урал также в ряде случаев сопровождались электроразведкой в целях установления границ отдельных слоев, выявления участков карста, зон выветривания и др. При поисках источников водоснабжения центральных усадеб совхозов и для целей выявления зон наиболее интенсивной трещиноватости (разломов, контактов интрузий и вмещающих пород) впервые использовалась магнитометрия (Е. Г. Рыбальченко и др.).

Изучение гидрогеологических условий месторождений полезных ископаемых. В 1940—1941 гг. специальные гидрогеологические изыскания проведены трестом Южуралуглеразведка на Курашасайском (А. И. Федоров, В. Д. Бухарин), Шубаркудукском (П. Г. Шувяков), Берчогурском (Л. Н. Габец, В. В. Васильев) и Кызылкаспак-Айрджальском (А. А. Бакиров) угольных месторождениях.

На Восточно-Уральском буроугольном месторождении большой объем гидрогеологических работ провела Актюбинская геологоразведочная экспедиция (З. П. Варламова и др.). Впервые здесь были изучены подземные воды нижнемеловых, юрских, триасовых, карбоновых, девонских и силурийских пород.

Гидрогеологические условия нефтяных месторождений Южной Эмбы изучались объединением Казахстаннефть (П. Я. Авров, В. В. Скибиневский, Н. А. Калинин), ВНИГРИ (В. Б. Торгованова, В. П. Якуцени), Институтом геологии и геофизики МГ СССР (В. Б. Колпаков, Д. А. Джангирьянц) и др. Были изучены условия формирования и сохранения нефтяных залежей, радиоактивные свойства нефтяных вод, нефтей и установлена повышенная радиоактивность аптских, неокомских, верхнеюрских и пермо-триасовых отложений на участках тектонических нарушений.

Гидрогеологические условия Южного Мангышлака изучали В. Б. Колпаков и В. Н. Корценштейн, Северной Эмбы — Шубаркудука и Джаксымая, отдельных структур Уральской области — А. Г. Дрейсин, Е. П. Башлыкова, междуречья Урала и Эмбы, восточного борта Прикаспийской впадины, Актюбинского Приуралья и Западного Примугоджарья — А. Ш. Хаджиев, И. Б. Дальян, Ж. С. Сыдыков, В. А. Бочкарева и Б. Кукабаев.

В работах перечисленных авторов приводятся данные о минерализации, химическом составе подземных вод, производительности скважин, коллекторских свойствах пород нефтегазоносных структур, а также о гидрогеологических условиях формирования, сохранения или разрушения нефтегазоносных залежей.

Инженерно-геологические исследования. В связи с проектированием строительства гидростанции на р. Урале Ленинградским филиалом Гидропроекта проведены в 1953 г. инженерно-геологические поиски с целью выбора участка расположения створа плотины (П. В. Мышкин и др.). В результате работ были собраны и обобщены материалы по литологии, стратиграфии и грунтовым водам района, а также по водно-физическим свойствам мезо-кайнозойских и отчасти пермских отложений.

В 1951—1955 гг. институты «Ленгипроводхоз» и «Гидропроект» охватили инженерно-геологической съемкой территорию проектируемых оросительных систем на междуречье Волга — Урал (К. С. Иванова, И. И. Тюрин, Л. А. Имма и др.). Гурьевский институт геологии и геофизики и «Гипроказнефть» проводили инженерно-геологические исследования в южной части Эмбенского района, на территории г. Гурьева и смежных районов.

В 1956—1960 гг. «Қаздорпроект» вел изыскания под строительство мостов через реки Орь и Урал, а также по трассам дорог Актюбинск — Донское, Гурьев — Уральск.

Большие инженерно-геологические изыскания были выполнены «Гипроспецгазом» вдоль трассы газопровода Бухара — Урал, проходящей через Устюрт, Северное Приаралье, Мугоджары. С 1958 г. инженерно-геологические работы проводились на площадках проектируемых центральных усадеб и отделений вновь строящихся совхозов, в результате которых были получены материалы о водно-физических свойствах и несущей способности грунтов, преимущественно четвертичного возраста.

Тематические работы. Первой наиболее крупной обобщающей работой, написанной по материалам дореволюционных исследований, была монография А. А. Козырева (1927). На составленной им гидрогеологической карте Қазахстана было показано распределение грунтовых и артезианских вод различной минерализации. Некоторые обобщающие сведения о подземных водах этой территории даны в работе В. К. Терлецкого (1932, 1934).

В 1936—1937 гг. «Қазгеолтрестом» по Актюбинской и Уральской областям составлены сводные мелкомасштабные гидрогеологические карты с пояснительными записками (И. К. Зайцев).

В период создания государственных лесозащитных полос обобщались фондовые материалы по району лесной полосы гора Вишневая — Каспийское море, а также по территории междуречья Волга — Урал (А. В. Сотников, Н. Э. Зейберлих, И. В. Гармонов). Авторы описали гидрогеологические условия вдоль р. Урала и произвели гидрогеологическое районирование этой территории. Выполняя решение Правительства о развитии животноводства в районах Средней Азии и Қазахстана, Институт геологических наук АН ҚазССР в начале 50-х годов составил ряд гидрогеологических сводных работ по отдельным районам Западного Қазахстана (У. М. Ахмедсафин, Ж. С. Сыдыков, Н. М. Владимиров).

Г. Н. Қаменским, И. В. Гармоновым и М. П. Распоповым по материалам исследований междуречья Волги и Урала в 1953 г. был составлен комплекс геологических и гидрогеологических карт мелкого масштаба, а в 1960 г. опубликована монография по грунтовым водам Прикаспийской низменности и их режиму.

В связи с освоением целинных и залежных земель были составлены сводные гидрогеологические карты сельскохозяйственного водоснабжения с пояснительными записками к ним. В течение 1960—1965 гг. Министерство геологии Қазахской ССР подготовило серию сводных гидрогеологических карт мелкого масштаба по Западному Қазахстану. К ним относятся карты: основных водоносных горизонтов и комплексов Қазахстана (для водоснабжения, обводнения и орошения); распространения грунтовых вод; минерализации грунтовых вод; глубин залегания грунтовых вод (под ред. А. Ф. Қалмыкова).

В 1962 г. сотрудниками ВСЕГИНГЕО (И. М. Цыпиной и В. П. Лазаревой) были обобщены инженерно-геологические материалы по Западному Қазахстану. Мелкомасштабная инженерно-геологическая карта по Қазахстану опубликована в 1965 г.

В 1962—1963 гг. в Западном Қазахстане выполнена региональная оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по методике ВСЕГИНГЕО (Н. Н. Биндеман и др.). Работа велась под руководством А. В. Сотникова по Актюбинской области Н. Г. Кнышенко, Г. А. Ерохиной и др. (1963); по Гурьевской — А. Кугешевым (1962); по Уральской — Г. В. Брянской (1963).

Изучением гидрохимических критериев поисков месторождений нефти и газа занимались В. Б. Колпаков и А. Г. Абдразакова (1963), Д. А. Джангирьянц (1964), Т. Д. Фомина и др. (1962). Сводки по промышленным водам северной части Гурьевской области составлены Ж. С. Сыдыковым (1961), Прикаспийской впадины — Л. В. Славяновой, М. С. Галициным (1962) и по Западному Казахстану в целом — Н. М. Васильевой, Н. Г. Кнышенко, Т. А. Шимковой (1961).

Большие теоретические обобщающие гидрогеологические исследования выполнены в Казахстане Институтом геологических наук им. К. И. Сатпаева АН КазССР, а позже (с 1965 г.) Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР.

Обобщение материалов по глубоким артезианским водам приводится в работе У. М. Ахмедсафина «Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана» (1961). В ней большое внимание уделено прогнозу ресурсов артезианских вод Западного Казахстана. В этом же году написана работа «Сток подземных вод Казахстана» (редакторы У. М. Ахмедсафин, Б. И. Куделин, Ж. С. Сыдыков), в составлении которой по Западному Казахстану принимали участие А. В. Сотников и Н. Г. Кнышенко.

Вопросы формирования подземных вод района Мугоджар и прилегающих равнин довольно полно освещены в работе Ж. С. Сыдыкова (1966). В ней охарактеризованы условия залегания и распространения подземных вод и дана их гидрохимическая оценка. Подробно освещены глубокие водоносные горизонты и особенно нефтегазоносные комплексы восточного борта Прикаспийской впадины. Рассмотрена гидродинамика, гидрохимия, геотермия, газовый и микрокомпонентный состав подземных вод. Дана оценка ресурсов различных типов подземных вод и их использование в народном хозяйстве.

Гидрогеологическим исследованиям в связи с нефтегазоносностью посвящена работа В. П. Якуцени (1961), опубликованная ВНИГРИ. В ней автор излагает основные данные по региональной гидродинамике и геохимии водоносных горизонтов мезо-кайнозоя и частично палеозоя Северо-Восточного Прикаспия. Рассмотрены условия движения и разгрузки подземных вод в районе солянокупольной тектоники, рассмотрены основные факторы формирования нефтяных вод и описаны условия нефтенакопления.

В 1967 г. ВНИИГазом опубликована книга В. Н. Корценштейна по гидрогеологии нефтегазовых месторождений, в которой обобщены результаты гидрогеологических исследований месторождений Узень, Жетыбай, Тенге. Автор характеризует подземные воды глубокого залегания, дает сравнительную оценку гидрогеологических условий мезозойских комплексов Предкавказья и Мангышлака, а также приводит много табличного материала по гидродинамике и гидрохимии перечисленных выше месторождений.

Гидрогеологическое районирование Западного Казахстана охарактеризовано в работе А. В. Сотникова (1966). Впервые выделены районы I и II порядка. К гидрогеологическим районам I порядка относятся: Прикаспийский, Мангышлак-Устюртский, Урало-Мугоджарский, Тургай-Аральский, в пределах которых расположены системы артезианских бассейнов. Для каждого бассейна дается основная геологическая и геоморфологическая характеристика.

В 1966 г. Государственным гидрологическим институтом опубликована монография (под ред. М. С. Протасьева), посвященная описанию ресурсов поверхностных вод Актюбинской области. В ней подробно охарактеризованы режим рек и озер, нормы стока и ресурсы речных бассейнов, а также гидрохимия поверхностных и грунтовых вод.

Часть первая

ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

ГЛАВА I

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

На формирование подземных вод, их распространение, глубину залегания, качественный состав и величину ресурсов влияют рельеф поверхности, климатические факторы, поверхностный сток, почвенно-растительный покров, геологическое строение территории и т. д.

РЕЛЬЕФ

Западный Казахстан представляет равнину, сливающуюся на западе и севере со степями Волго-Уральского пространства и Западной Сибири, а на востоке с Тургайской и Приаральской столово-останцовой областью. Лишь к небольшим площадям (Мугоджары и Горный Мангышлак) приурочены возвышенности типа низких гор (рис. 2).

Равнины и плато представлены аккумулятивным и денудационным типами рельефа. К первому типу относится Прикаспийская низменность, ко второму — Урало-Эмбенское, Арало-Тургайское, Устюртское и Южно-Мангышлакское плато, а также цокольные мелкосопочные равнины Урало-Мугоджарской складчатой области.

Прикаспийская низменность расположена к северу от Каспийского моря и занимает пространство междуречий Волги, Урала и Эмбы, а также п-ов Бузачи.

Территория низменности подразделяется на два подрайона: северный с положительными и южный с отрицательными отметками поверхности. Северный подрайон характеризуется развитием пологих микропонижений и повышений в рельефе, к которым относится Джаныбекский сыртовый остров, Ащеозекское понижение, Узеньское повышение, Чижинско-Дюринские «разливы». Склоны Джаныбекского сыртового останца и верховья Ащеозека сильно расчленены глубокими оврагами.

С Сыртов в южном направлении стекают Большой и Малый Узени, Ащеозек, Булдурты, Калдыгайты, Оленты и другие реки. Их долины имеют вид каньонов, врезанных в окружающую степь на глубину 10—15 *м*. Склоны предсыртового уступа прорезаются также многочисленными мелкими реками и балками, которые, вступив в пределы низменности, оканчиваются в неглубоких, но обширных понижениях — «разливах» (Чижа 1-я и 2-я, Дюра, Мерекень и др.). Здесь широко развиты западинно-просадочные формы микрорельефа.

Южный подрайон имеет более ровную поверхность. На побережье Каспийского моря развита плоская, совершенно нерасчлененная равнина шириной до 10—25 *км*. На востоке она сливается с солончаком

Мертвый Култук. Уступы морских террас здесь отсутствуют. Для подрайона характерны песчаные массивы, обширные солончаковые и соровые низменные пространства. Местная эрозионная сеть здесь отсутствует.

В песчаных массивах Волго-Уральском (Нарынском), Прикаспийских Каракумов, Тайсойганском и других господствуют полузакрепленные, бугристые пески, нередко голые барханы. Некоторые из них возвышаются над окружающими массивами на 5—15 *м*.

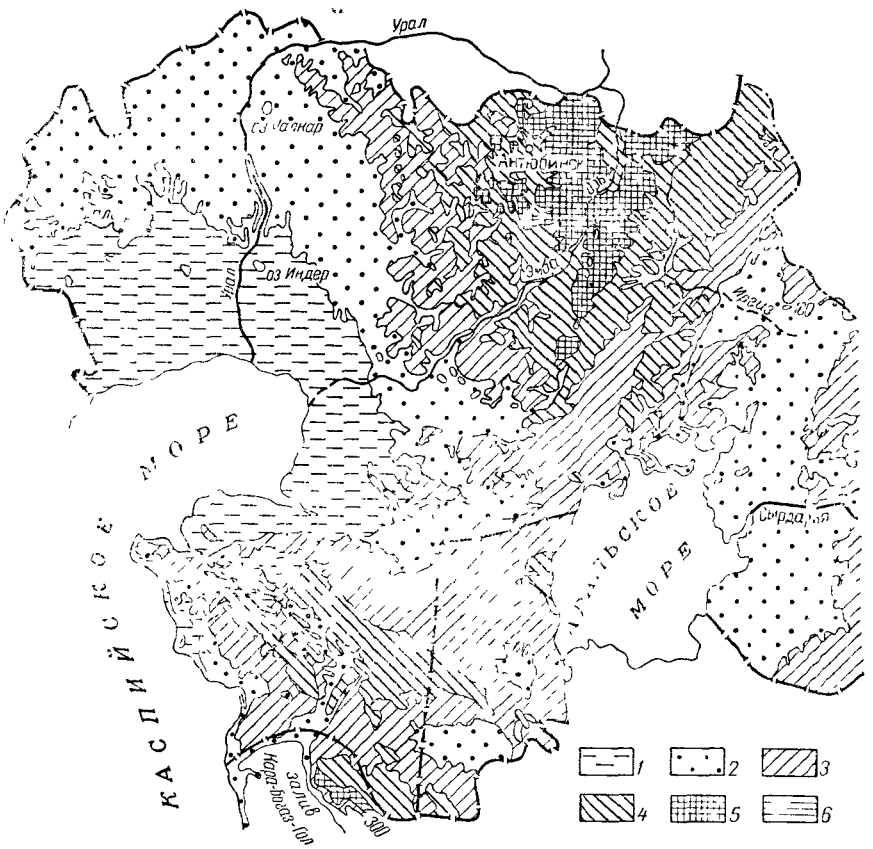


Рис. 2. Гипсометрическая карта Западного Казахстана (составила А. А. Гуськова):

Плащи, лежащие в пределах отметок, абс. м: 1 — до 0; *2* — от 0 до 100; *3* — от 100 до 200; *4* — от 200 до 300; *5* — от 300 до 400; *6* — от 400 до 500

На северо-восточном и восточном побережьях Каспия развиты огромные солончаки, из которых самыми обширными являются: Мертвый Култук, Кайдак и Тентяксор.

На юге низменности по чинкам плато Устюрт, Тюбкараган, а также на крутых склонах возвышенностей Мангышлака и Актау сохранилось шесть террасовидных уступов, располагающихся над урезом моря на высотах от 1—2 до 124 *м*.

Урало-Эмбенское плато расположено в северо-восточной и восточной частях Прикаспийской низменности. Поверхность плато расчленена долинами Урала, Уила, Сагиза, Эмбы и их притоков и представляет холмисто-увалистую равнину, полого наклоненную с северо-востока на юго-запад от 300—420 до 50—100 *м*. Над равниной возвышаются от-

дельные холмы Шанграу, Бокале и др. Поверхность плато осложнена песчаными массивами и озерными котловинами.

В пределах плато морфологически выделяются четыре района: собственно Урало-Эмбенское плато, Сырты, Актюбинское Приуралье и Западное Примугоджарье.

Урало-Эмбенское плато характеризуется в основном беспорядочной ориентировкой возвышенностей и значительным развитием песчаных массивов, особенно по долинам Эмбы (Кокжиде, Кумжарган), Сагиза (Аккумсагиз), Уила (Баркин). В сводах куполов Ащебулак, Саркрамабас, Кумызтюбе на незначительных площадях развиты карстовые формы рельефа.

С северо-запада к плато примыкают южные отроги Общего и Зауральского Сыртов. Гребень отрогов Общего Сырта состоит из цепи холмов «маров» (гора Ичка — 251 *м*, гора Глазистая — 198 *м*). На границе с Прикаспийской низменностью отроги ограничены Предсыртовым уступом высотой 60—80 *м*. На площади Сыртов берут начало реки Деркул, Чеган и другие, глубина вреза которых достигает 70—120 *м*. Крутые склоны речных долин расчленены многочисленными оврагами и балками.

Актюбинское Приуралье расположено на северо-востоке плато, преимущественно в бассейне Илека. Поверхность плато здесь расчленена речными долинами. Водоразделы долин протягиваются в виде гряд субмеридионального направления. Абсолютные отметки водоразделов достигают 320—420 *м*, глубина вреза долин большинства рек составляет 50—80 *м*.

На отдельных участках Актюбинского Приуралья развит (рис. 3) карст. Наибольшие площади его распространения расположены в районе пос. Петропавловского в долине Жаксы-Карагалы.

Западное Примугоджарье отграничено от прилегающей части Урало-Эмбенской равнины уступом высотой до 100 *м*. Абсолютные отметки его поверхности изменяются от 200 до 360 *м*. Плато расчленено долиной р. Эмбы (верхнее течение), а также долинами мелких речек и балок на отдельные столовые возвышенности, которые составляют характерную особенность рельефа. Глубина вреза гидрографической сети колеблется от 50 до 100 *м*.

На поверхности плато встречаются небольшие озерные понижения (Караколь, Сорколь) и массивы грядово-бугристых развеянных полузакрепленных песков.

Арало-Тургайское плато, или Тургайская столовая страна, охватывает восточную часть Западного Казахстана и далее за его пределами простирается до Центрально-Казахстанского нагорья. На севере оно сливается с равниной Западной Сибири, на юге ограничено Аральским морем, а на западе — Мугоджарским мелкосопочником.

Наиболее приподнятые участки плато, расположенные на западе вблизи Мугоджар, достигают 300 *м* абс. высоты. Внутренняя часть описываемой области по направлению с севера на юг прорезается долинами рек Тургая, Иргиза и Улькаяка. Абсолютные отметки поверхности здесь снижаются до 150 *м*, а на крайнем юго-востоке, в низовьях р. Тургая и в котловине солончака Шалкартениз — до 70—50 *м*.

Особенностью рельефа Тургайской равнины является ступенчатость. На западе вдоль Мугоджар и в Приаралье (к югу от участка широтного течения р. Иргиза) распространены столовые возвышенности с пологоволнистыми или крутыми обрывистыми склонами, чинками (рис. 4).

На междуречье простирается довольно плоская равнина с многочисленными блюдцеобразными сорами, массивами развеянных песков

с бугристым рельефом высотой до 10—15 *м* (рис 5) У берегов Аральского моря поверхность равнины обрывается уступом высотой от 2—3 до 10 *м*.



Рис 3 Карстовый рельеф в области распространения кунгурских гипсов в Актюбинском Приуралье — район р Грязнушки (Фото Р А Сегедина)

Плато Устюрт представляет обширную равнину, обрамленную почти всюду крутыми склонами высотой от 20 до 250 *м*. Поверхность плато наиболее приподнята вблизи чинков. Здесь абсолютные отметки дости-

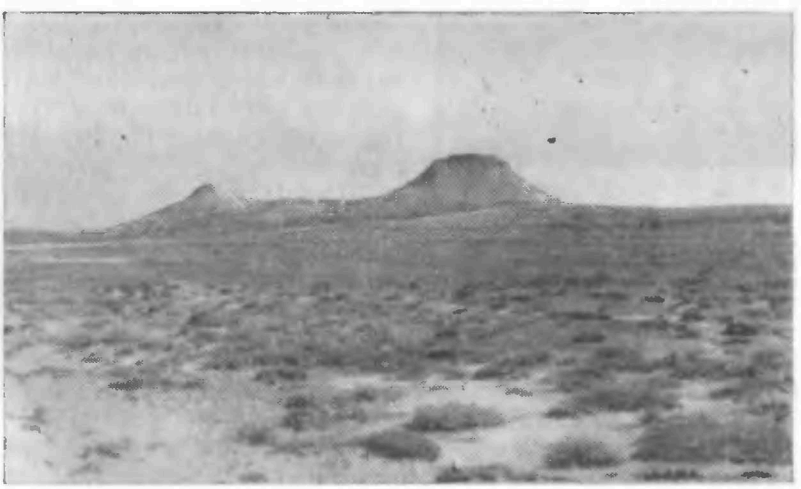


Рис 4 Денудационный останец на Тургайской равнине, плоская вершина бронирована железистыми песчаниками верхнего олигоцена Останец сложен алевролитами и глинами среднего олигоцена, прилегающая равнина — глинами чеганской свиты (Фото Р А Сегедина)

гают 200—341 *м* К опущенным участкам плато приурочены соровые впадины (Сам, Асмантай-Матай, Каратюлей и др.) и площади бугристого рельефа развеянных песков (Сам, Матайкумы и др.). В районе песков Сам отметки поверхности не превышают 40—60 *м*.

Овражно-балочная сеть на плато Устюрт весьма слабо развита и безводна, лишь балка Маначи, берущая начало в соре Каратюлей и впадающая в Мертвый Култук, несколько месяцев в году имеет поверхностный сток. Долина ее представляет собой каньон, врезанный в плато на глубину 5—7 *м* при ширине 50—70 *м*.

Южно-Мангышлакское и Тюбкараганское плато. К западу от плато Устюрт, отделяясь от него широкой Карынжарыкской впадиной, простирается Южно-Мангышлакское плато. В северо-восточной части, вблизи Горного Мангышлака оно приподнято (абс. высоты 200—262 *м*), а по направлению к юго-западу полого понижается до отметок 70—100 *м*. Плоская поверхность плато осложнена бессточными впадинами Карагие, Каунды, Жасгурлы-Басгурлы и связанными с ними ложбинами стока. Здесь находится глубочайшая впадина мира, расположенная на суше с отметкой минус 132 *м* (Карагие). Другая впадина Карынжарык имеет отметку дна минус 70 *м*. Внутренняя часть впадин занята сорами, а на склонах иногда развиты развеянные пески. Описываемое плато обрамлено чинками высотой от 30 до 200 *м* и более.



Рис. 5. Глинистая равнина в юго-западной части Тургайского района
На заднем плане видны останцы. На поверхности равнины изобилие трещин высыхания. (Фото Р. А. Сегедина)

Мелкосопочные равнины подразделяются на плоскогрядовые и увалисто-холмистые. Плоскогрядовые равнины расположены в центральной части Орь-Илекского водораздела, на площади Чушкакульских гор и обрамляют Горный Мангышлак.

Орь-Илекская плоскогрядовая равнина и развитые в ее пределах плоские гряды вытянуты в меридиональном направлении. Абсолютные высоты гряд колеблются от 350—400 до 509 *м*. Относительные превышения отдельных увалов и сопок составляют 5—25 *м*. Глубоко врезанные долины рек имеют вид ущелий с крутыми, местами отвесными, склонами высотой до 100—120 *м*. Ширина долин незначительная, склоны сильно пересечены оврагами, террасы в пережимах долин отсутствуют.

Шошкакольские горы расположены на южном продолжении Муголжарского хребта и вытянуты почти меридионально. Абсолютные высоты вершин колеблются от 283 на юге до 408 *м* на севере. В долинах рек они снижаются до 150 *м*. Относительные высоты гряд варьируют от 10—20 до 40—50 *м*. Балочная и овражная сеть врезана на глубину 20—50 *м*.

Возвышенности Северный и Южный Актау представляют собой две параллельные гряды субширотного простирания. От Горного Мангышлака их отделяют Прикаратауские «долины» со сложным рельефом.

Абсолютные высоты вершин Актау достигают 200—300 *м*, а их превышение над «долинами» — 200 *м*.

В Прикаратауских «долинах» и у подножий Актау развиты низины с сорами и массивы песков (Баскудук, Сенгиркум, Тюесу, Саускан) с бугристым рельефом. Склоны Прикаратауских «долин» прорезает редкая сеть сухих балок, теряющихся преимущественно в сорах.

Увалисто-холмистая мелкосопочная равнина расположена на юге и западе Орь-Илекского водораздела и занимает бóльшую часть Мугоджар. Поверхность равнины расчленена довольно густой речной сетью на отдельные возвышенности — сопки. Абсолютные высоты их изменяются от 250—300 *м* на границе с Тургайской равниной до 450—500 *м* вблизи низкогорья Мугоджар. Соответственно относительные высоты отдельных останцов варьируют от 25—50 до 100—120 *м* (Байментау, Исекджал, Акшокы, Жиланды). Равнина пересечена небольшими, но глубокими долинами речек и сухих оврагов с обрывистыми склонами. Глубина вреза долин достигает 150—200 *м*.

Орская депрессия. Между отрогами гряд Уралтау и Мугоджарским мелкосопочником расположена плоская равнина — Орская депрессия. Окружающие ее пространства мелкосопочника возвышаются над ней.

На востоке равнины абсолютные отметки составляют 180—200 *м*, а на западе 300—360 *м* (Катынадыр). Сопки возвышаются над равниной на высоту до 25 *м*, иногда до 75 *м*. Плоская равнина слабо расчленена долинами рек Мамыт, Катынадыр, Уйсылкара и др. Глубина вреза долин обычно не превышает 10 *м*, она увеличивается лишь вблизи подмытых реками сопок.

Низкогорья. К низкогорьям в Западном Казахстане относятся Мугоджарский хребет и Каратауские горы на Мангышлаке.

Мугоджарский хребет представлен группой меридионально вытянутых гряд, простирающихся более чем на 200 *км* при ширине горной цепи 25—30 *км*. Морфологически четко выделяются два крупных хребта — Главный Мугоджарский на западе и Жанганинский — на востоке. Отметки вершин отдельных сопок Главного Мугоджарского хребта достигают 620—656 *м* (горы Бохтыбай, Два Брата, Даутау), а Жанганинского — 503—540 *м* (горы Шортай, Обалы). Хребты разделены Берчогурской (Алабасской) ложбиной шириной от 0,5 до 5 *км*. Жанганинская гряда к востоку постепенно снижается и сливается с увалисто-холмистой мелкосопочной равниной, а Главный Мугоджарский хребет довольно круто обрывается к западу в сторону Урало-Эмбенского плато. Оба хребта расчленены седловинами и долинами на короткие гряды и отдельные вершины. Крутые (до 40—45°) склоны возвышенностей к подножию выполаживаются до 10° и меньше. Расчлененность рельефа наибольшая вблизи долин и уменьшается к центру Алабасской ложбины.

Мугоджары служат главным водоразделом между бассейнами рек Иргиза, Ори и Эмбы. Большинство перечисленных рек берет начало в Жанганинском хребте и пересекает Главную Мугоджарскую горную гряду каньонообразными долинами.

Каратау занимает центральную часть Мангышлака, образуя три крупные резко обособленные возвышенности: Восточный и Западный Каратау и Каратаушик. Абсолютные отметки вершин этих возвышенностей достигают 400—500 *м*, а отдельные пики возвышенностей до 555 *м* (гора Бесчоку) и 533 *м* (гора Отпан).

В пределах хребтов прослеживаются отдельные долины с пологими очертаниями склонов и разрозненные сглаженные гривки. Сглажен-

ная поверхность склонов нарушена глубоко врезанными и хорошо разработанными долинами саев.

Речные долины. Долины рек в Западном Казахстане преимущественно широкие (от единиц до десятков километров). В долинах крупных рек (Урал, Илек) выделяются две пойменные и до трех надпойменных террас. Повышения террас над современным урезом воды в реках следующие: поймы низкие 0,5—3 *м*, высокие 2—5 *м*, надпойменные террасы первая 3—10 *м*, вторая — от 6—7 до 30—45 *м* и третья — от 14—16 до 70—80 *м*.

На периферии Прикаспийской низменности речные террасы имеют вид каньонов, в которых прослеживаются две надпойменные террасы: первая высотой 5—10 *м* и вторая — 8—13 *м*. Первая терраса и поймы сравнительно узкие и распространены не повсеместно. Поверхность второй надпойменной террасы сливается с окружающей равниной.

Приведенное описание показывает, что, несмотря на значительное разнообразие форм рельефа, на бо́льшей части Западного Казахстана преобладает равнинный рельеф. Исключение составляют лишь низкогорные гряды Мугоджар и Каратау, которые почти повсеместно являются областями питания водоносных горизонтов, имеющих распространение на описываемой территории.

КЛИМАТ

Для климата Западного Казахстана, расположенного в центре Евразии, характерны резкая континентальность и засушливость, материковый режим температуры и ветра и недостаточное количество атмосферных осадков при высокой испаряемости. Значительная протяженность территории (до 1300 *км* в широтном и до 1000 *км* в меридиональном направлениях) мало влияет на изменение основных климатических характеристик территории, хотя степень континентальности увеличивается с запада на восток и с севера на юг, достигая максимума в центре Тургайской впадины. Влияние больших водных бассейнов Каспия и Арала ограничивается лишь бризовой циркуляцией воздуха в прибрежных зонах.

Радиационный режим территории характеризуется интенсивным нарастанием солнечного тепла с севера на юг в течение 5—7 месяцев. Годовая сумма положительных среднесуточных температур в течение 210—260 дней в году составляет 3200—3900° при среднегодовой сумме отрицательных температур 920—2250° в течение 100—150 дней. Среднегодовая температура воздуха для всех районов Западного Казахстана положительная (табл. 1) и изменяется от 1,9 на севере (Псковский совхоз Комсомольского района Актюбинской области) до 11,8° на юге (Коса-Ада на юге Мангышлака). Январь для всей территории является самым холодным зимним месяцем, июль — самым жарким летним. Среднемесячные температуры января изменяются от —18° на севере до —8 —0° на юге, а июль соответственно — от +20 до +30° (рис. 6—7).

Абсолютный минимум температуры в отдельные годы достигает —48°, а абсолютный максимум +50°. Наибольшее повышение температуры воздуха в году отмечается в апреле. К этому времени приурочено вскрытие рек и прохождение максимального поверхностного стока. Отрицательными температурами характеризуется зимний период с ноября (а на самом ,крайнем юге — с декабря) по март или начало апреля. Продолжительность безморозного периода изменяется от 130 до 180 дней в году.

Атмосферные осадки — основной фактор питания подземных вод. В целом по Западному Казахстану их годовое количество невелико и

Таблица 1

Средняя многолетняя месячная и годовая температура воздуха по данным основных метеостанций Западного Казахстана

Местоположение	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Уральск	—14,0	—13,5	—6,9	6,0	15,4	20,6	22,9	20,9	14,1	5,4	—3,3	—10,4	4,8
Калмыково	—13,0	—11,8	—5,0	8,0	16,9	22,4	25,0	23,1	15,7	6,6	—1,9	— 8,7	6,4
Урда	—11,0	—10,4	—3,0	8,8	17,2	22,2	24,4	22,9	16,0	7,4	—0,5	— 7,0	7,2
Гурьев	—10,1	— 9,1	—2,2	8,9	17,8	23,1	25,5	23,7	16,6	8,1	—0,2	— 6,0	8,0
Новороссийский	—16,4	—15,6	—9,4	3,1	13,3	18,7	20,5	19,1	12,4	3,4	—6,0	—13,0	2,5
Актюбинск	—15,6	—14,9	—8,2	4,7	14,6	19,8	23,3	20,3	13,3	4,4	—4,8	—12,1	3,6
Родниковка	—15,6	—15,0	—9,0	3,1	13,1	18,3	20,7	19,0	12,2	3,3	—5,5	—12,5	2,7
Темир	—15,0	—14,3	—7,6	5,6	15,3	21,0	23,7	21,6	14,4	5,1	—4,1	—11,3	4,5
Уил	—13,4	—12,4	—5,4	7,4	16,4	22,0	24,5	22,7	15,5	6,4	—2,4	— 9,5	6,0
Иргиз	—15,5	—14,7	—7,3	6,9	17,0	22,7	25,0	23,0	15,6	6,3	—3,8	—12,0	5,3
Челкар	—15,4	—14,4	—6,6	7,3	16,8	22,6	25,0	23,0	15,6	6,2	—3,1	—11,0	5,5
Джаныбек	—12,3	—11,8	—4,5	7,4	15,9	21,1	23,2	21,9	15,0	6,5	—1,7	— 7,9	6,1
Сам	— 9,1	— 8,4	—1,4	10,1	18,5	24,2	27,0	25,2	18,0	8,7	0,2	— 5,7	8,9
Форт-Шевченко	— 3,2	— 2,6	2,2	10,1	17,6	22,6	25,6	24,6	19,4	12,2	5,2	— 0,2	11,1
Кендерли	— 3,1	— 1,7	3,6	11,2	18,4	23,3	26,6	25,3	19,8	12,2	4,8	— 0,9	11,6
Коса-Ада	— 2,6	— 0,8	4,3	11,3	18,1	22,9	25,5	25,1	20,5	12,8	5,4	— 0,3	11,8
Псковский совхоз	—17,8	—17,1	—10,8	2,8	13,4	19,3	20,4	18,5	12,2	3,1	—6,7	—14,4	1,9

изменяется от 75—122 *мм* на юге (Устюрт и юг Мангышлака) до 250—300 *мм* на севере. Сумма осадков за отдельные годы сильно отклоняется от их среднего значения, причем отклонение в ту или иную сторону достигает 170—250% и более. Так, годовая сумма осадков изменяется по ст. Челкар от 65 до 232 *мм*, по ст. Иргиз от 28 до 262 *мм*, по ст. Аральск от 40 до 131 *мм* и ст. Актюбинск от 89 до 415 *мм* при их многолетних среднегодовых значениях, соответственно равных 184, 165, 103, 275 *мм*. В исключительно влажные годы на севере территории количество осадков достигает 576 *мм*.

В течение года осадки распределяются неравномерно. Основное их количество (43—73%) выпадает летом (табл. 2). В летний период максимальное суточное количество осадков достигает 30—67 *мм* на юге (Форт-Шевченко) и 50—110 *мм* на севере (Темир). Однако летние осадки в условиях высоких температур воздуха и большого дефицита влажности теряются в основном на испарение, величина которого изменяется от 50 до 250 *мм* в год.

В питании подземных вод важное значение имеют осадки холодного периода года (ноябрь — апрель), величина которых в среднем многолетнем разрезе составляет 27—50% годовых, или от 35—60 до 90—100 *мм* (север). Особенно большую роль в увлажнении почвы, питании рек и пополнении запасов подземных вод играет снежный покров. Устойчивый снежный покров устанавливается в северных районах во второй половине ноября, а иногда и раньше.

В южных районах снег выпадает в декабре, но вследствие частых оттепелей сплошной покров его нарушается. На севере равномерность распределения снежного покрова по территории зависит от ветровой деятельности, пересеченности рельефа и условий защищенности отдельных участков растительностью. Так, в балках, долинах и прочих понижениях снега накапливается в пять раз больше, чем на равнинах

и водоразделах. Период снегонакопления уменьшается при продвижении с севера на юг от 160—120 до 70—30 дней. Одновременно сокращаются и запасы воды в снеге. Плотность снега уменьшается, а запасы воды перед началом снеготаяния составляют в Мугоджарах и на Урало-Эмбенском плато 80—100 *см*, на широте Гурьева 30 *см*, на плато Устюрт и Мангышлаке 20 *см*.

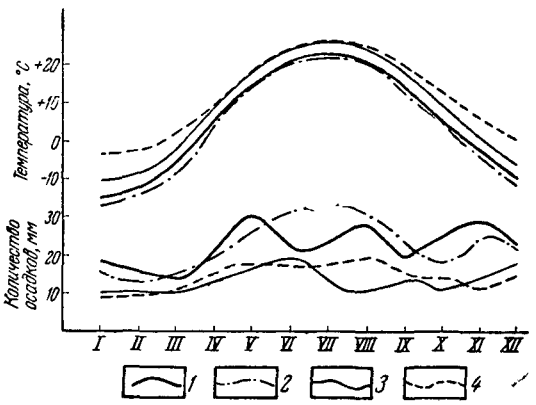


Рис. 6. Изменение средних многолетних месячных температур воздуха (1881—1960 гг.) и количества осадков (1891—1945 гг.)

Данные станций: 1 — Уральска; *2* — Актюбинска; *3* — Гурьева; *4* — Форт-Шевченко

Континентальность климата характеризуется также режимом влажности воздуха. Изменение абсолютной влажности в течение года следует за ходом температуры воздуха: наименьшая величина абсолютной влажности (от 1,9—2,4 *мб* на севере и до 2,3—4,5 *мб* на юге) наблюдается зимой в январе — феврале, наибольшая (от 12—14 *мб* на севере и до 14—21 *мб* на юге) летом в июне — июле, увеличиваясь в прибрежной зоне водоемов.

Годовой и суточный ход относительной влажности воздуха обратны ходу температуры и абсолютной влажности за эти отрезки времени. Величина относительной влажности изменяется (%): летом от 28—

Таблица 2

Количество среднемесячных осадков за период 1891—1945 гг., по данным основных опорных станций (в *мм*)

Местоположение	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Уральск	19	16	14	20	31	22	23	29	19	25	29	22	269
Калмыково	12	8	10	16	26	24	14	18	18	16	15	16	193
Урда	18	9	11	21	20	34	31	17	18	22	24	19	244
Гурьев	10	10	10	15	17	20	14	11	14	11	14	18	158
Бурунчук	7	5	7	17	14	16	9	9	13	11	8	6	122
Форт-Шевченко	9	7	9	16	14	14	15	16	16	13	10	12	151
Аккудук	7	15	14	15	13	14	10	2	3	10	10	9	122
Актюбинск	16	13	16	19	27	31	33	32	23	18	25	22	275
Темир	16	13	16	19	25	30	32	22	23	18	26	22	262
Уил	21	14	18	17	24	25	19	18	17	20	23	27	243
Иргиз	9	9	9	16	17	17	17	10	14	16	17	14	165
Челкар	14	11	12	17	17	20	15	14	9	24	18	13	184

33 на юге, до 36—38 на севере; зимой — от 73—76 на юге и до 80—82 на севере. Аналогичен характер изменения дефицита влажности воздуха. Минимальное его значение устанавливается зимой, а летом достигает максимума, составляя в июле 10—15 *мб* на севере и 24—32 *мб* на юге.

Характерной особенностью климата южной части Западного Казахстана является наличие постоянно дующих ветров. При скорости ветра около 4—5 *м/сек* обычно происходит передвижение сухого песка. В весенний период скорость ветра в Приаралье и Мангышлаке в сред-

нем по многолетним данным днем составляет 6,9 *м/сек*, а в остальное время суток 2,8—5,3 *м/сек*. Количество дней в году, когда ветер дует с силой 5—10 *м/сек*, достигает 70%. На Мангышлаке несколько дней в году ветер дует со скоростью 16—17 *м/сек*. В Северном Приаралье с максимальной скоростью ветра более 10 *м/сек* насчитывается 40 дней в году. Летом часто наблюдаются смерчи; ветер горячий. На юге пре-

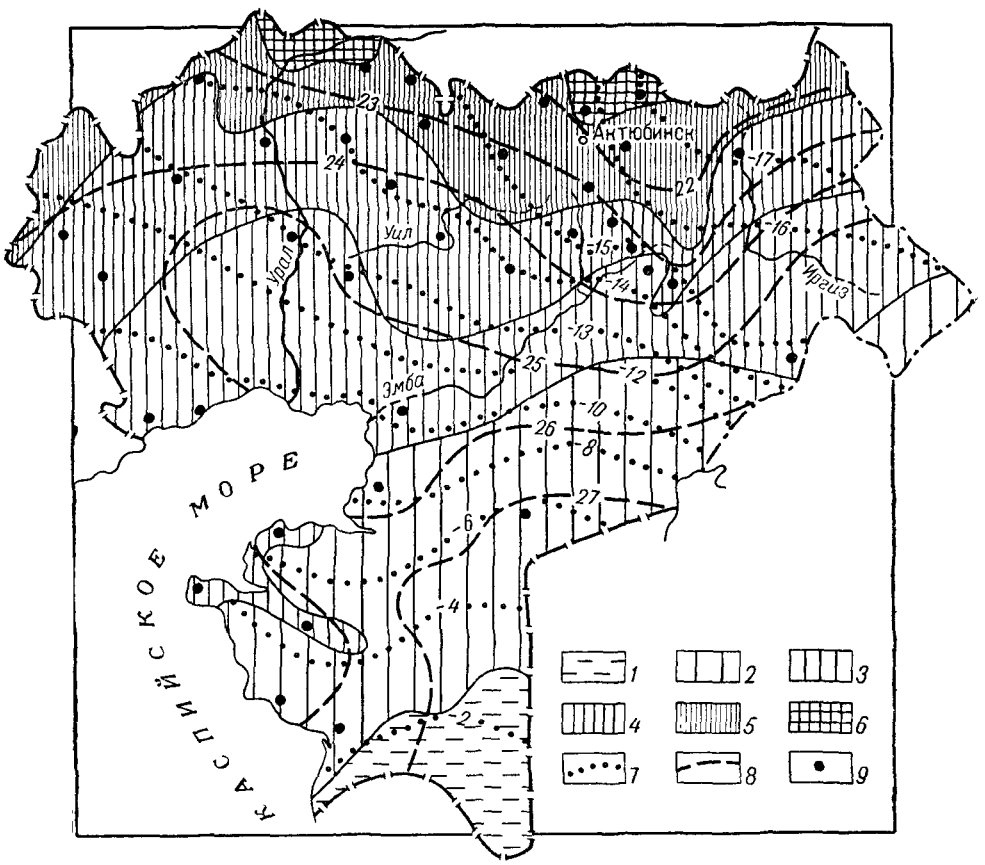


Рис. 7. Схематическая карта основных климатических показателей (составил Ж. С. Садыков)

Годовое количество атмосферных осадков (мм): *1* — до 150; *2* — от 100 до 150; *3* — от 150 до 200; *4* — от 200 до 250; *5* — от 250 до 300; *6* — свыше 300
Температура воздуха (°С): *7* — января; *8* — июля; *9* — метеостанции

обладают преимущественно ветры юго-восточного и восточного направлений. Они несут теплые массы воздуха. Общее количество дней со штилем уменьшается в южном направлении. Так, по многолетним данным среднегодовое количество дней со штилем в районе Актюбинска и Уральска достигает 15—18%, в Челкаре 11%, в Гурьеве 8%, на Устюрте и на Мангышлаке 1—2%.

Режим ветра носит материковый характер и обусловлеи в холодное время года влиянием сибирского антициклона. Вследствие этого ветры юго-западного направления отмечаются в северной части территории, северо-восточнее Актюбинска. Летом с преобладанием Азорского максимума господствуют северо-западные ветры. С мая по июль наблюдаются пыльные бури продолжительностью от 20 до 80 дней. Результатом их является ветровая эрозия почвы.

Приведенные выше климатические показатели, как и общая характеристика климата Западного Казахстана, изменяются в многолетнем разрезе. Многолетние наблюдения свидетельствуют о чередовании здесь очень суровых и очень теплых периодов.

На рассматриваемой площади довольно четко выделяются степная, полупустынная и пустынная климатические зоны, некоторые усредненные показатели которых даны в табл. 3. Отмеченные климатические особенности создают неравномерные условия питания и пополнения запасов подземных вод.

Таблица 3

Характеристика климатических зон

Основные климатические показатели	Зоны		
	степная	полупустынная	пустынная
Средняя и максимальная температура июля	20—24 (до 43)	20—25 (до 45)	26—30 (до 50)
Средняя и минимальная температура января	(—15)—(—18) (до —48)	(—10)—(—20) (до —37)	0—(—8) (до —32)
Средняя годовая температура	1—5	3—8	9—13
Характер зимы	Умеренно суровая малоснежная	Умеренно суровая малоснежная	Умеренно мягкая
Количество дней с осадками	100—130	80—100	50—70
Осадки теплого периода, в % от годовых	Не менее 50	57—73	46—73
Условия увлажнения	Недостаточно влажно	Сухо	Сухо
Индекс сухости	1—3	Более 3	Более 3
Переход среднесуточной температуры через 0°	1—10/IV	21/III	11/III
Число дней со средней температурой: выше 0°	200	220	240
выше 10°	150	160	180
Дата первого заморозка	20 IX	10/X	30/X
Дата последнего заморозка	1—11/V	1/V	11/IV
Конец безморозного периода	1/X	1/X	21/X
Число дней с морозом	200	180—160	150
Дата появления снежного покрова	1/X—10/XI	20/XI—1/XII	1/XII — нередко отсутствует
Дата схода снежного покрова	10/IV	1/IV	10/III—20/III
Наибольшая декадная высота снежного покрова, *см*	20—40	10—20	Менее 10
Число дней со снежным покровом	140—160	120	30—120
Глубина промерзания почвы, *мм*	120—175 (до 225)	100—125	50—100
Продолжительность вегетационного периода	170—180 дней	180—200	180—260
Абсолютная влажность воздуха, *мб*	6—7	5,6—5,9	5,6—5,9
Относительная влажность воздуха, %			
летом	40—60	20—40	20—40
зимой	70—80	70—60	70—60

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

Глубокое внутриматериковое расположение Западного Казахстана и засушливость его климата обусловливают бедность территории поверхностными водами. Общая площадь земель, занятых водой, не превышает 8 тыс. $км^2$, что составляет менее 1,1% всей территории Запад-

ного Казахстана. При этом значительная часть площади водной поверхности приходится на долю озер, существующих постоянно или сезонно. Гидрографическая сеть и озерные водоемы на описываемой территории распределены крайне неравномерно.

Гидрографическая сеть Западного Казахстана относится к бассейнам Каспийского и Аральского морей и образует постоянные, пересыхающие и временные водотоки. Современная речная сеть с постоянным поверхностным стоком очень редка (на юге отсутствует совсем) при сравнительно большой густоте овражной сети с временным стоком. Гидрографическая сеть в целом была сформирована в дочетвертичное и древнечетвертичное время (в периоды каспийских трансгрессий). Всего на описываемой территории отмечается более 1500 водотоков длиной более 10 *км*, общей протяженностью около 40 тыс. *км*. Среди них насчитывается 49 рек длиной свыше 100 *км*, в том числе шесть (Урал, Эмба, Уил, Илек, Сагиз, Иргиз) длиной более 500 *км*.

Густота речной сети меняется с севера на юг. В Каспийском бассейне максимальная густота речной сети на севере в степной зоне составляет 10—12 *км* на 100 $км^2$, а в полупустынной зоне она сокращается до 2—4 *км*. Аральский бассейн характеризуется еще меньшей густотой речной сети от 0,1 до 2,5 *км*. Южная пустынная зона (Устюрт, Мангышлак и Северное Приаралье) совершенно лишена поверхностных водотоков.

Уклоны рек изменяются от 0,02 до 2,7 *м/км*. Они являются максимальными (от 0,02 до 0,4 *м/км*) в Прикаспийской низменности и минимальными (0,2—0,6 *м/км*) в пределах Арало-Тургайской столовой равнины. На Урало-Эмбенском плато и при приближении к возвышенностям Общего и Зауральского Сыртов уклоны рек повышаются от 0,4 до 4—5,6 *м/км*, а в пределах Орь-Илекского водораздела и Мугоджар — до 2—7 *м/км*. Соответственно скорости течения воды в реках изменяются от 0,16—0,3 *м/сек* (в низовьях) и до 1—1,3 *м/сек* в пределах Орь-Илекского водораздела и Мугоджар, особенно во время половодья.

Основным источником питания рек являются талые снеговые воды, вследствие чего бо́льшая часть годового стока (65—93%), а нередко весь его объем (временные водотоки) приходится на весенний период. Ввиду относительно небольшого углубления русла рек (особенно на равнинах) доля подземного питания их незначительна — не более 5—10% годового стока. Подземный сток играет существенную роль в жизни рек: зимой, летом и иногда осенью он является единственным источником питания рек. Зимой эти воды расходуются на льдообразование. Родниковое питание наблюдается в верховьях рек Эмбы, Уила и их притоков. Некоторые речки, начинающиеся на возвышенностях Общего Сырта и Южного Урала, питаются родниками с большими расходами.

Годовое распределение стока для основных рек дано в табл. 4 и 5. О размерах весеннего стока свидетельствуют кривые показанные на рис. 8.

Расход даже такой небольшой пересыхающей летом речки, как Каульджур, весной достигает 64 $м^3/сек$ (1963 г.).

Вскрытие рек происходит в период с 20 марта по 20 апреля: в низовьях Урала и Эмбы — 20 марта — 1 апреля; в среднем течении Урала и в Тургае, Уиле, Узенях — 1—10 апреля; Урала в районе Уральска и Илека — 10—20 апреля. Средняя продолжительность половодья на сравнительно небольших реках (площадь водосбора более 5000 $км^2$) составляет 40—60 дней, на р. Урале — до 95 дней, спад 30—40 дней и

Таблица 4

Внутригодовое распределение стока основных рек по месяцам (%)

Река	Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Урал	Кушум	1,3	1,1	1,4	28	38,8	11,8	5,4	3,4	2,6	2,5	2,2	2,5
Урал	Гурьев	1,2	1,3	1,5	15	37	21	8,5	4,8	3,4	3	2	1,3
Эмба	Жаркамыс	0,4	0,3	9,2	60,8	10,6	2,8	1,2	0,7	0,8	1,3	1,2	0,8
Уил	Талтогай	0,8	0,9	5,2	62,5	9,7	3,2	1,9	1,3	1,1	1,2	1,2	1
Сагиз	Сагиз	0	0	0,8	87,2	3,8	1,4	0,2	0	0,1	0,1	0,3	0,1
Илек	Актюбинск	0,3	0,2	4,6	71	12,3	2,3	1	0,6	0,6	0,8	0,8	0,5
Иргиз	Иргиз	0	0	0,1	72,5	18,4	3,7	2,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0

Таблица 5

Средние и максимальные расходы основных рек Западного Казахстана (*м*³/*сек*)

Река	Пункт	Средний расход		Максимальный расход
		многолетний	весенний	
Илек	Актюбинск	20,9	760	2200 (1962)
Уил	Талтогай	10,2	335	832 (1941)
Эмба	Жаркамыс	15,6	540	1080 (1954)
Орь	Бугетсай	6,73	54	360 (1962)
Иргиз	Иргиз	7,56	245	732 (1941)
Большой Узень	Новая Казанка	8	106	1215 (1962)

только на р. Урале он достигает 70 дней при наивысшем уровне воды в начале мая.

Летняя межень в действующих реках продолжительная (160—190 дней в летне-осеннее время и 130—150 дней — зимой) и низкая (табл. 6). Некоторые реки и речки во время межени разбиваются на

Таблица 6

Расход рек в зимнюю и летнюю межень (*м*³/*сек*)

Река	Пункт	Зимой	Летом	Среднемноголетний
Орь	Бугетсай	0,09	0,097	6,73
Илек	Актюбинск	0,54	1,42	20,9
Уил	Талтогай	0,63	1,21	10,2
Эмба	Жаркамыс	0,44	1,22	15.6
Темир	Темир	0,16	0,3	5,95

отдельные плесы различной длины и размера. Только осенью уровень воды в реках повышается на 10—15 *см*, реже на 20—25 *см*.

Замерзание рек в верховьях происходит между 10 и 20 ноября, в низовьях — 20 ноября — 1 декабря. Средняя продолжительность ледостава колеблется от 140 до 150 дней на севере, до 100 дней — на юге.

Многолетняя амплитуда колебаний уровня воды на р. Эмбе 2—5,5 *м*, на реках Илеке, Уиле, Сагизе и Ори 4,0—5,5 *м*, Иргизе — 2,5—3,7 *м*, Урале 5—9 *м* (рис. 9), а на Бол. Узене 2—12 *м*. На мелких водотоках она составляет 1,5—2,0 *м*.

Среднегодовой объем стока рек Западного Казахстана достигает 11 млрд. $м^3$ с изменением этой величины в бо́льшую или меньшую сторону в различные по водности годы на 120—270%. Из указанного объема до 68% приходится на долю р. Урала. Среднегодовой модуль стока для всей территории составляет 0,57 *л/сек* с 1 $км^2$, но в различных ча-

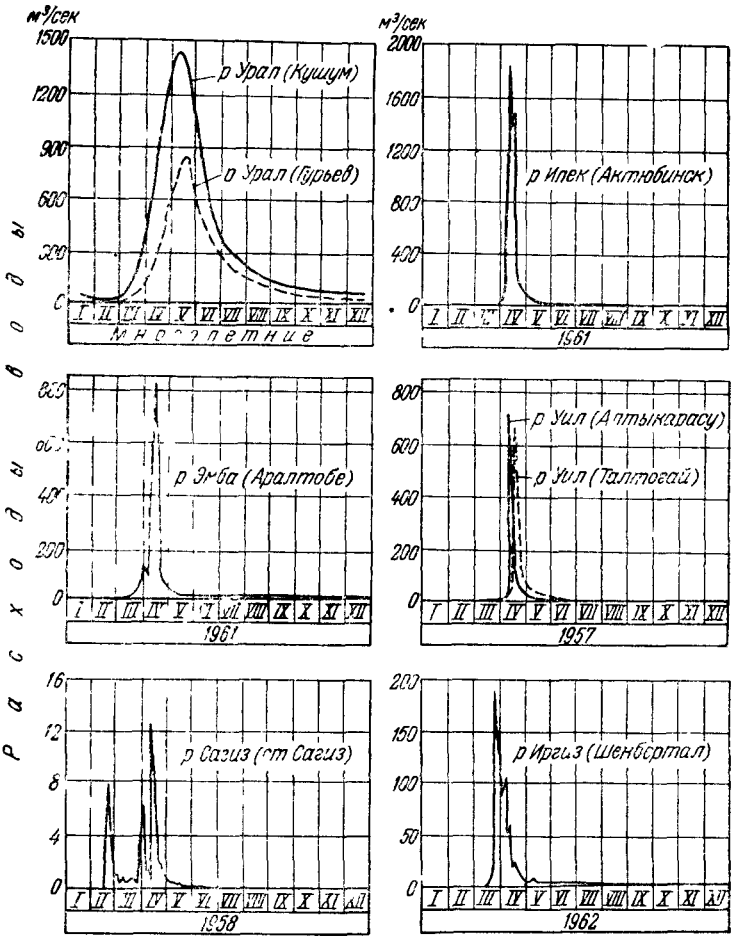


Рис. 8. Гидрографы основных рек Западного Казахстана

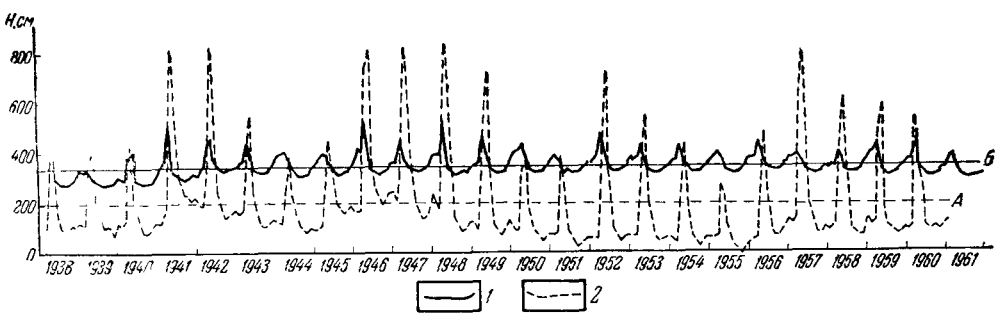


Рис. 9. Колебание уровней воды р. Урала у пос. Кушум — *1* и р. Илека у гор. Актюбинска — *2*

стях Западного Казахстана изменяется почти от нуля (Устюрт, Мангышлак) до 2,5—5,3 *л/сек* с 1 *км*^{2} (Южный Уралтау). В бассейнах рек Урала, Илека и Узеней значение этой величины колеблется (*л/сек* с 1 *км*^{2}) от 1,2 до 2, в бассейнах рек Хобды и Орп — от 0,8 до 1,3, рек Эмбы и Уила 0,2—1,3. Минимальные модули стока получены для бассейна Тургая 0,05—0,6 *л/сек* и Северного Приаралья 0,1—0,4 *л/сек*. Основной сток формируется в верховьях рек, средние участки являются преимущественно транзитными, а в низовьях происходит интенсивное рассеивание стока.

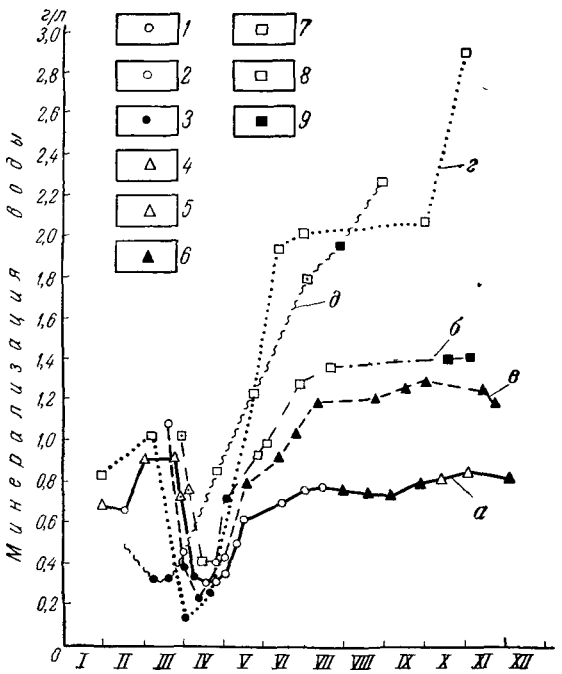


Рис. 10. Изменение минерализации воды основных рек Западного Казахстана в течение года (по Ж. С. Садыкову)

Реки: *а* — Илек, у г. Актюбинска; *б* — Эмба, у с. Жаркамыс; *в* — Темир, у пос. Ленинский; *г* — Уил, у пос. Алтыкарасу, *д*—Иргиз, у с. Иргиз
Состав воды, по О. А. Алекину, *1* — гидрокарбонатный кальциевый II типа; *2* — гидрокарбонатный кальциевый III типа, *3* — гидрокарбонатный натриевый I типа; *4* — сульфатный кальциевый II типа; *5* — сульфатный кальциевый III типа; *6* — сульфатный натриевый II типа; *7* — хлоридный кальциевый II типа; *8* — хлоридный натриевый II типа; *9* — хлоридный натриевый III типа

Коэффициент речного стока, т. е. отношение слоя стока к слою осадков, который зависит от весеннего увлажнения и механического состава почвы и величин испарения, по всей территории в среднем составляет 0,23, меняясь от 0,01 на юге до 0,9 в Южном Уралтау. Коэффициент стока в северной части Урало-Эмбенского плато и на Общем Сырте составляет 0,27, а в Прикаспийской низменности 0,06—0,15.

В зависимости от физико-географических условий, степени засоленности почв водосборных площадей и режима стока минерализация и химический состав речных вод становится непостоянным и отличается резкими колебаниями в течение года (рис. 10). Весной вследствие поступления больших масс пресных снеготалых вод минерализация речной воды резко падает, а в межень повышается в 5—10 раз и более.

В половодье минерализация речных вод в Прикаспийской впадине составляет (*мг/л*): в верховьях 180—250, в средних течениях 350—450 и в низовьях 500—700. В период пика расходов она уменьшается в верховьях рек до 150—120 *мг/л*.

В бассейне р. Иргиза в паводок минерализация воды достигает 300—475 *мг/л*. Со спадом половодья она возрастает так же интенсивно, как уменьшаются расходы рек. Уже в конце мая минерализация равна (*мг/л*): в верховьях 600—650, в средних частях 850—1200, в низовьях 1400—2300.

Увеличение минерализации воды вместе с возрастанием расходов вниз по течению приводит к повышению величины стока растворенных веществ. *Ионный* сток рек за год составляет (тыс. *т*): для Уила — 150, Сагиза — 300, Эмбы — 350, из которых на период паводка приходится около 90%. Сток растворенных веществ значительно превышает сток

взвешенных наносов. Последний для рек Уила, Эмбы и Темира соответственно составляет 183, 220, 85 тыс. *т*.

Наибольшей мутностью (более 500 *г/м*³) отличается вода рек Урало-Эмбинского плато.

Приведем краткую гидрогеологическую характеристику наиболее крупных рек района.

Река Урал — самая крупная в Западном Казахстане транзитная река, берущая начало на Южнжом Урале. Формирование основного стока Урала заканчивается у пос. Кушум. Выше участка, уже на территории Казахской ССР, река принимает ряд притоков, наиболее крупные из которых: Илек, Утва, Барбастау, Чаган и Деркул.



Рис. 11. Река Урал (Фото А. В. Сотникова)

Ширина долины Урала до пос. Чапаево 25—40 *км*, к югу она сужается до 10—15 *км* (рис. 11). В долине выделяется несколько пойменных и две надпойменные террасы. Высокая пойма имеет ширину 2—8 *км* и возвышается над урезом воды на 1—5 *м*. Поверхность поймы неровная, в нее врезаны протоки, старицы, лиманы, развиты береговые валы. Первая надпойменная терраса имеет относительную высоту над урезом воды 6—40 *м*, вторая 10—18 *м*. Ширина русла реки в межень до пос. Калмыково 180—250 *м*, а южнее 350—500 *м*; коэффициент извилистости русла составляет 1,5—2 *м*, что связано с обтеканием рекой солянокупольных поднятий. Уклоны русла изменяются неравномерно вниз по течению от 0,2 до 0,02 *м/км*. Уровень воды в реке в период паводка поднимается на 2—9 *м* над меженным уровнем, а летом понижается. Глубина водотока на перекатах не превышает 50—60 *см*, а в переуглубленных участках достигает 8—12 *м*.

Средний многолетний расход р. Урала на описываемой территории вниз по течению снижается от 317 *м*³/*сек* у пос. Кушум, до 196 *м*³/*сек* у Гурьева. В межень расход реки сокращается и в низовьях составляет в среднем 70—100 *м*³/*сек* летом и 29—31 *м*³/*сек* зимой.

Реки Большой Узень и Малый Узень берут начало с увалов Сыртового Заволжья и протекают по Прикаспийской низменности, заканчиваясь в Камыш-Самарских разливах. В пределах Сыртов долины врезаны на глубину до 30—50 *м*, а на низменности — 5—15 *м*. Берега рек крутые и обрывистые, а русла очень извилистые. Ниже Фурманово хорошо выраженная долина исчезает, берега сливаются

со степью и поверхностный сток исчезает. Уклоны не превышают 0,2—0,1 *м/км*.

Основной является II надпойменная терраса, сливающаяся с Хвалынской равниной, пойма и высокая пойма выражены слабо. Русла рек илистые, они разобщены на отдельные глубокие плесы. Междуречье, разделяющее Бол. и Мал. Узени, имеет ширину 30—40 *км* и возвышается над долинами рек на 15—25 *м*.

С началом весеннего снеготаяния в реках начинается резкий подъем воды. Расход ее только на р. Большом Узене достигает 1215 *м*³/*сек* при среднем расходе за период существования поверхностного стока (от 18 до 57 дней) 106 *м*³/*сек*.

Река Уил формируется в пределах Урало-Эмбенского плато на абс. отм. 270 *м* и заканчивается среди соров и множества озер в песчаных массивах Бийрюк и Тайсойган. Общая длина реки 800 *км*, а площадь водосбора 31 500 *км*². В верховьях и среднем течении река имеет хорошо выраженную долину шириной 5—7 *км*, ниже долина расширяется, но борта ее нечетко выражены и сливаются с окружающей равниной. Пойма реки луговая, сухая, ширина ее 0,2—0,3 *км* в верховьях до 8—10 *км* в устьевой части. Русло р. Уила сильно меандрирует. Все притоки, за исключением Аще-Уила, правобережные. В верховьях притоков уклоны составляют 4—1 *м/км*, а ниже уменьшаются до 0,6—0,2 *м/км*.

Многолетняя норма расхода реки в связи с поступлением вод из притоков растет вниз по течению и составляет (*м*³/*сек*): у пос. Алтыкарасу (площадь водосбора 7030 *км*²) — 5,61, у пос. Талтогай (17 000 *км*²) — 10,2 и у Тайсойганской РТС (25 800 *км*²) — 11,9.

Река Сагиз начинается на склонах обширной котловины с абс. отм. поверхности 150 *м* и теряется в 10—12 *км* южнее ст. Макат в солончаках Тентяксора. Общая длина реки составляет 510 *км* при площади водосбора 19 400 *км*². В верхней части сток постоянный, ниже река разбивается на отдельные плесы. Уклоны изменяются от 1,1 до 0,1 *м/км*.

Приведенный многолетний расход реки составляет у пос. Сартогай (площадь водосбора 5250 *км*²) — 0,89 *м*³/*сек* и у ст. Сагиз (9930 *км*²) — 1,59 *м*³/*сек*.

Река Эмба берет начало в межгорной котловине, разделяющей западное и восточное крылья Главного Мугоджарского хребта и заканчивается в сорах и солончаках, донося свои воды до Каспия лишь в половодье, через отдельные рукава «узяки». Русло реки летом состоит из множества плесов. Пойма и русло песчаные. Среди надпойменных террас основной является вторая, которая всюду круто обрывается к реке и на многих участках подмывает ее. Общая длина реки равна 712 *км* при площади водосбора 40 400 *км*². Уклоны реки изменяются от 0,16 до 4,4 *м/км*, при среднем значении 0,52 *м/км*.

Эмба является наиболее многоводной после р. Урала. Ее многолетний расход составляет у с. Жаркамыс (площадь водосбора 26 000 *км*²) летом — 15,6 *м*³/*сек* (годовой объем стока 490 млн. *м*³) и у сел. Аралтюбе 17,5 *м*³/*сек* (550 млн. *м*³/*год*). Река на всем протяжении принимает 12 притоков длиной более 30 *км*, из них наиболее крупным является р. Темир (длина 213 *км*) с годовым объемом стока 185 млн. *м*³ у пос. Ленинский.

Река Илек начинается у останцов Бесоба в районе плато Жарыктау. Длина р. Илека равна 623 *км*, долина ее хорошо разработана. Ширина поймы не превышает 3 *км*. Число перекатов в русле значительно. Русло ежегодно деформируется и меняет свое местоположение. Уклоны реки изменяются преимущественно от 0,2 до 1,1 *м/км*. Река Илек выше Актюбинска принимает несколько притоков, наиболее круп-

ными из них являются Карагала (114 *км*) и Бол. Хобда (255 *км*) с годовым объемом стока соответственно 408 млн. $м^3$ у питомника и 255 млн. $м^3$ у пос. Новоалексеевка. Среднемноголетний расход р. Илека увеличивается вниз по течению ($м^3/сек$): у ст. Тамда 3,06, у г. Актюбинска 20,9 и в нижнем течении у пос. Чилик до 48,5.

Река Орь берет начало в Мугоджарах недалеко от истоков Эмбы и впадает в р. Урал у г. Орска. В верховьях она имеет хорошо выраженное русло. Ее среднее и нижнее течение характеризуется широкой поймой со старицами и заболоченностью. Уклоны составляют 0,24—0,52 *м/км*. Общая длина реки 314 *км*. В левобережной части Орь принимает ряд притоков, стекающих с Орь-Илекского водораздела. Многолетняя норма стока реки вниз по течению последовательно возрастает от 1,22 у ее истока до 6,73 $м^3/сек$ у пос. Бугетсай (площадь водосбора 7500 $км^2$) и 8,1 $м^3/сек$ у ст. Бугет (9500 $км^2$).



Рис. 12. Река Иргиз (среднее течение, июнь). Фото А. В. Сотникова

Река Иргиз начинается на восточных отрогах Мугоджар и сливается с Тургаем близ его устья. Общая длина р. Иргиза достигает 593 *км*. В верхнем и среднем течениях река протекает по древней долине с хорошо развитыми террасами (рис. 12). Ниже пос. Иргиз русло ее выражено слабо. На пойме развиты многочисленные озера и болота. Летом река разбивается на ряд плесов. Бассейн реки асимметричен, она принимает притоки лишь с восточных склонов Мугоджар. Многолетняя норма стока ее составляет 4 $м^3/сек$ у с. Донгелексор (водосбор 8770 $км^2$) и у с. Иргиз (30300 $км^2$) — 7,56 $м^3/сек$.

Озера. В Западном Казахстане распространены многочисленные озера, кроме того территория его примыкает к крупным водным бассейнам Каспийского и Аральского морей. Большинство озер бессточны. Они получают воду во время весеннего снеготаяния в течение 20—25 и иногда до 35—40 дней. Амплитуда колебания уровня пересыхающих озер достигает 3—3,5 *м* при величине испарения с водной поверхности от 0,8 до 1,4 *м*.

Проточные озера распределены на территории неравномерно. Наибольшее их количество сосредоточено на Прикаспийской низменности, в бассейнах рек Иргиза и Тургая. Наиболее крупными озерами являются Аралсор, Чижинские, Камыш-Самарские и Кушумские разливы, Челкар в Уральской, Жалтыр и Индер в Гурьевской, Белькопа, Челкар-Карашатау, Челкар, Кошкарата (рис. 13) в Актюбинской областях. Большинство озер, занимая различные понижения в рельефе, являются участками разгрузки грунтовых вод.

Среди озер выделяются пресные, минеральные и грязевые.

Пресные озера (минерализация воды до 1 *г/л*) распространены в основном в северной степной части Западного Казахстана, в долинах и устьях рек Урала, Тургая и среди барханных песков. Пресные

озера, расположенные на водоразделах, представляют собой небольшие по площади мелкие впадины дефляционного или суффозионного происхождения (к востоку от р. Ори). Русла Тургая, Иргиза, Эмбы и других рек летом превращаются в отдельные разобщенные озера-плесы.

В Прикаспийской низменности широко распространены лиманы — временные пресные водоемы, образовавшиеся за счет разлива рек или затопления микрозападин талыми снеговыми водами. По генезису и режиму обводнения они подразделяются на две группы.

К первой группе относятся лиманы северной части низменности, связанные с гидрографической сетью (дельтовые, пойменные, эрозионные, плотинные, низменные) и питающиеся паводковыми речными во-



Рис. 13. Поверхность оз. Кошкарата (Северное Приаралье)

дами. Размеры наиболее крупных из них достигают (*км*²): Чижинских разливов — 1750, Балыктинских — 470, Дюринских — 630, Большого Лимана — 310, Большеузеньских лиманов — 880. Сюда может быть отнесено оз. Челкар в Актюбинской области. Глубины лиманов изменяются от 0,25—0,5 до 1,5—2 *м* в озеровидных углублениях.

Вторую группу составляют замкнутые лиманы, не связанные с реками и питающиеся только за счет стока талых вод с площади их водосбора. Они распространены также преимущественно в северной половине Прикаспийской низменности. Общая площадь их на междуречье Урал — Волга составляет 1700 *км*² при ширине в поперечнике 1—8 *км*, а глубина колеблется от 25—50 до 2—4 *м*. Эти лиманы образовались в понижениях различного, но преимущественно тектонического происхождения.

Минеральные озера с солеными и горько-солеными водами распространены в полупустынных и пустынных районах и имеют различное происхождение. Большинство этих озер приурочено к первичным неровностям морских и обширных озерных бассейнов. При отступании Хвалынского моря наиболее глубокие впадины превратились в постоянные соленые озера, а мелкие — в соры. Многие озера приурочены к компенсационным мульдам, сопровождающим соляные купола (Прикаспийская впадина) или суффозионным, дефляционным впадинам (Мангышлак, Устюрт). В прибрежной зоне Каспийского моря многие озера относятся к типу реликтовых, отшнуровавшихся от моря.

Самым большим по площади горько-соленым озером является солончак Шалкартениз (1800 км²), в которое стекает Тургай и другие мелкие реки. Берега озера низкие, извилистые, в нем много песчаных остро-

вов. На Иргиз-Тургайском водоразделе распространен ряд небольших соленых озер (рис. 14). В Прикаспийской низменности находится пять крупных озер — Челкар, Индер, Аралсор, Рыбный, Сокрыл.

Озеро Челкар (191 *км*^{2}) имеет глубину до 13,5 *м*. Питание озера осуществляется за счет впадающих в него рек Бол. и Мал. Анкаты, а также обильного притока грунтовых вод. Оз. Индер (100 *км*^{2}) представляет собой впадину, покрытую самосадочной солью и рапой. На северном берегу озера выходят многочисленные соленые ключи (до 80 отдельных выходов), дебит одного из них (Ащебулак) достигает 30 *л/сек*.



Рис. 14. Соленое озеро в западной части Тургайского гидрогеологического района (возле Карабутака)

На территории Прикаспийской низменности расположены значительные по площади озеровидные понижения, являющиеся одновременно устьевыми участками рек и местом их стока. Так, например, Камыш-Самарские озера (разливы) площадью около 2000 *км*^{2}, представляют собой цепочку соединяющихся озер и лиманов, уходящих почти на 100 *км* в Нарын-пески. Не меньшие по площади озера-разливы приурочены к низовьям Уила и Сагиза, где они протягиваются на 100 *км*. Группами озер заканчиваются реки Уленты, Булдурты, Калдыгайты и др.

У подножия чинков Устюрта и на Мангышлаке расположен ряд крупных понижений — впадин, благоприятных для формирования озерных водоемов: урочище Донгузтау, Асмантай-Матай, Кайдак, Карынжарык, Карагие, Каунды и др.

ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Почвенно-растительный покров описываемой территории отличается большой пестротой и мозаичностью, что обусловлено разнообразием рельефа, частой сменой литолого-механического состава почвообразующих пород, степенью их увлажнения и засоления.

Почвенно-растительный покров распределяется по площади в виде широтно вытянутых зон степной, полупустынной и пустынной растительности.

Степная зона характеризуется темно-каштановыми почвами с участками черноземов и разнотравно-злаковой растительностью. Ширина степной зоны 100—120 *км* на меридиане Актюбинска и до 50 *км*

в районе Уральска. Механический состав почв неоднороден. На западе зоны в пределах Общего и Зауральского Сыртов и на ряде участков Урало-Эмбенского плато развиты тяжелосуглинистые и глинистые почвы; на востоке, в пределах Урало-Эмбенского плато и Урало-Мугоджарской горноскладчатой области и на Тургайском плато преобладают средне- и легкосуглинистые и супесчаные почвы с участками щебенистых.

Водораздельные пространства заняты ковыльно-типчаковыми степями на темно-каштановых почвах, часто солонцеватых и карбонатных. На крутых склонах и низких водоразделах развиты почвенные

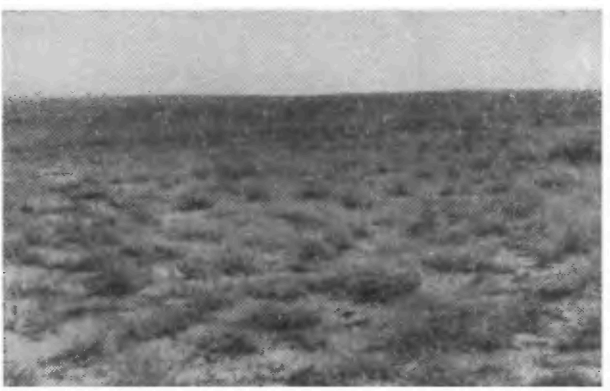


Рис. 15. Поверхность плато Устюрт и Северного Приаралья покрыта редкими кустами белой полыни. (Фото Г. Т. Давидовича)

комплексы со столбчатыми солонцами, а на пологих склонах и в днищах саев и ложбин — луговые осолоделые почвы и злаковые луга.

Полупустынная зона шириной до 200 *км* отличается развитием светло-каштановых (с содержанием гумуса до 2—3%) бурых и серо-бурых почв. Здесь преобладают почвенные комплексы, в которых мелкие пятна светло-каштановых почв чередуются с обширными солонцами, занимающими иногда до 50% площади. На поверхности водоразделов и останцов развиты супесчаные и песчаные почвы, склоны водоразделов обычно лишены почвенного покрова. В понижениях рельефа на соленосных и гипсоносных глинах образуются комплексы солончаков и солонцов, чередующихся с обширными участками такыров и соров, а местами с массивами песков. По речным долинам рек Чагана, Узеней, Чижинских разливов и Тургая развиты солончаковые луговые и лугово-болотные почвы.

Растительный покров на равнинах с малозасоленными светло-каштановыми почвами представлен злаковой растительностью; в понижениях, где почвы засолены, развиты полынно-солянковые группировки — полынь белая, серая, ромашник (рис. 15). На массивах развеваемых песков Бол. Барсуки для их закрепления производится посадка тополя (рис. 16, 17).

Полупустынная зона занимает Устюрт и предустюртскую полосу — Мангышлак, Бузачи, побережье Каспия. Здесь почвенный покров представлен серо-бурыми почвами, переходящими южнее в сероземы. В зоне глинистой и каменистой пустыни (Устюрт, Мангышлак) почвообразующие карбонатные и гипсоносные породы способствуют образованию маломощных щебенистых, карбонатных и сильногипсованных почв.

В этой зоне широко распространены солонцы, солончаки и такыры. Большинство впадин представляют собой глинистые пространства, лишенные наносов. Здесь широко развиты полынная и солянковая растительность с эфемерами и эфемероидами. По северному и восточному побережьям Каспия распространена сочная солянковая растительность в сочетании с галофитными лугами и солончаками по депрессиям. У чинка плато



Рис. 16. Исландский тополь в песчаном массиве Бол. Барсуки, посадки 1915 г. (Фото А. В. Сотникова)



Рис. 17. Посадка тополя с целью закрепления развеваемых песков в межбарханных понижениях. Саженцы высаживают в пробуренные скважины до глубины увлажненного горизонта. (Фото А. В. Сотникова)

Тюбкараган на отдельных участках произрастает древесная растительность (рис. 18).



Рис. 18. Древесные культуры (г. Форт-Шевченко)

Горная область Мангышлака отличается распространением серо-бурых, сильно каменистых и щебенистых почв. Почвенный покров песчаной пустыни неоднороден: на грядах и буграх развиты рыхлопесчаные почвы, в межгрядовых котловинах и равнинах — супесчаные се-

роземы. В песчаных массивах, где гидрогеологические условия более благоприятны, чем на прилегающих суглинистых и глинистых территориях, развита богатая разнотравно-кустарниковая псамофитовая растительность.

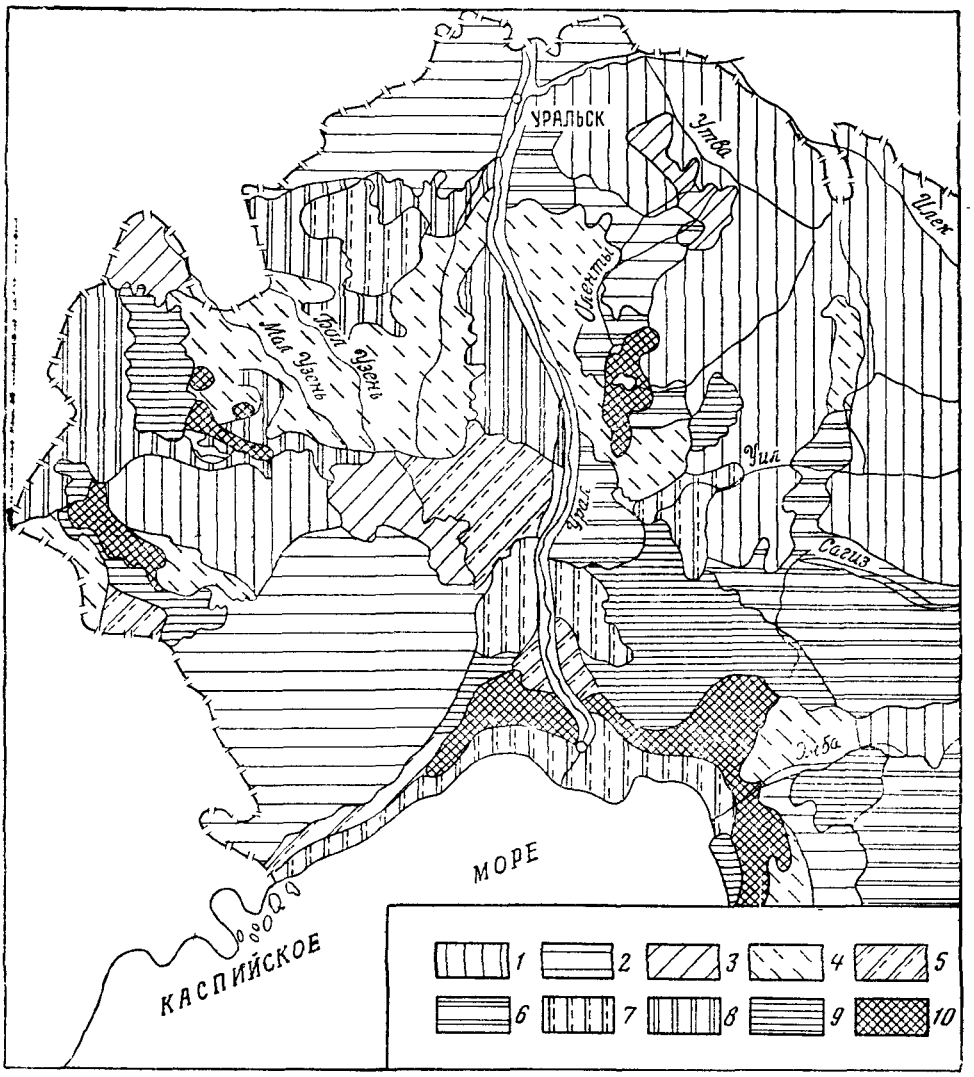


Рис. 19. Схематическая карта засоления почв Прикаспийской впадины. (Составил М. П. Распопов)

1 — породы незасоленные с локальным хлоридным и сульфатным натриевым засолением, *2* — породы незасоленные с участками хлоридного и сульфатного натриевого, реже хлоридно-сульфатного натриевого и сульфатного кальциевого засоления; *3* — породы с преобладанием слабого, преимущественно хлоридного и сульфатного натриевого, реже хлоридно-сульфатного натриевого засоления; *4* — породы слабого, преимущественно хлоридно-сульфатного и хлоридного натриевого с участками хлоридного и хлоридно-сульфатного натриево-магниевого и сульфатного натриевого засоления; *5* — породы с преобладанием слабого и среднего, хлоридного и сульфатно-магниевого, реже хлоридно-сульфатного и сульфатно-хлоридного натриевого и сульфатного кальциевого засоления; *6* — породы с преобладанием среднего, чаще всего хлоридного и сульфатного и хлоридно-сульфатного натриевого, реже сульфатно-хлоридного натриевого засоления, *7* — породы с преобладанием среднего и сильного очень пестрого засоления — сульфатного, хлоридного и хлоридно-сульфатного натриевого, реже сульфатно-хлоридного натриевого, а по Каспийскому побережью хлоридно-сульфатного и хлоридного натриево-магниевого; *8* — породы с преобладанием сильного сульфатного и хлоридного натриевого, реже хлоридного и сульфатно-хлоридного натриево-кальциевого засоления; *9* — породы с преобладанием сильного и очень сильного, хлоридного натриево-кальциевого и натриевого, хлоридно-сульфатного натриевого, реже хлоридно-сульфатного натриевого и натриево-кальциевого засоления; *10* — породы с преобладанием очень сильного, хлоридно-сульфатного и хлоридного натриевого, реже хлоридно-сульфатного и хлоридного натриево магниевого засоления

Наибольшей пестротой почвенных разностей и растительных сообществ отличается территория Прикаспийской низменности. Почвообразующие породы здесь характеризуются разнообразным засолением (рис. 19) с преимущественным участием хлоридных и сульфатных натриевых солей. Почвенно-растительный покров здесь в основном комплексный и находится в тесной связи с элементами мезо- и микрорельефа, неглубоким залеганием грунтовых вод и др.

В связи с широким распространением солонцов, солончаков и сильно засоленных почв грунтовые воды имеют сложный химический состав и пеструю минерализацию.

ГЛАВА II

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ

В Западном Казахстане развиты отложения широкого стратиграфического диапазона — от докембрийских до четвертичных. Докембрийские и палеозойские породы в основном слагают Уралтау-Мугоджарскую зону и частично Горный Мангышлак (пермь), а мезо-кайнозойские — остальную часть территории (рис. 20).

Докембрийские породы слагают осевые части Центрально-Уральского и Восточно-Уральского поднятий в Уралтау-Мугоджарском районе (рис. 21). Докембрий первого участка сложен метаморфическими породами, которые делятся на две свиты: среднерифейскую, дангазанскую (кварциты и кристаллические сланцы видимой мощности до 600—650 *м*), и верхнерифейскую, каялинскую (кристаллические сланцы, кварциты, кварцито-песчаники и порфириты мощностью 2150—2600 *м*). На юге Центрально-Уральского поднятия (верховья р. Аксу) докембрий сложен биотитовыми гнейсами, амфиболитами и кварцитами (аксуйская свита) мощностью более 1000 *м*.

Докембрийские образования Восточно-Уральского поднятия расчленяются на три серии (снизу вверх): нижнерифейскую, каиндинскую (амфиболиты, гнейсы и кварциты мощностью более 10 *км*), среднерифейскую, талдыкскую (кварциты, биотит-мусковитовые сланцы, аплито- и плагиогнейсы, амфиболиты мощностью до 3500 *м*), и верхнерифейскую, узынкайрактинскую (филлитовидные сланцы, кварциты и амфиболиты 4000 *м*).

Выше залегает тойманская свита верхнего протерозоя (?) — нижнего палеозоя (?) — эффузивы основного и среднего состава с подчиненными прослоями туфогенных и осадочных пород мощностью 500—800 *м*.

К кембрийским породам в Уралтау-Мугоджарском районе условно относится акайская толща, локально развитая в верховьях р. Акай на западном крыле Кемпирсайского антиклинория. Она сложена диабазами, диабазовыми порфиритами и спилитами мощностью 400—500 *м*.

Ордовик известен в Сакмарском и Кемпирсайском антиклинориях и предположительно выделяется в Зауральском поднятии. В первых районах он представлен нижним тремадоком с прослоями гравелитов общей мощностью до 1100 *м*. В Зауральском поднятии к ордовику условно отнесена толща диабазов, порфиритов, туфов, сланцев, песчаников и кварцитов мощностью до 2500 *м*.

Силурийские отложения образуют две широкие меридиональные полосы, соответствующие Косистекско-Аксуйскому и Западно-Мугод-

Система	Отдел	Индекс	Мощность м	Колонка	Урало-Мугоджарский район	Прикаспийская впадина	Актюбинское Приуралье	Арало-Тургайский прогиб
Каменноугольная, С	Верхний	C_3	До 1600		Песчаники известняки алевролиты сланцы (Бакаи-ская синклиналь - 200 м) ур Балымбаи известняки 30 м	Известняки доломиты до 400 м	Известняки песчанчики ера велиты конгломераты 1600 м	
	Средний	C_2	До 525		Песчаники известняки алевролиты сланцы конгломераты до 150 м (Бакаиская синклиналь) В мугоджарах изве тняки 200 м	Известняки доломиты песчаники аргиллиты 525 м	—	Конгломераты песчаники алевролиты сланцы 500 м
	Нижний	C_1	До 2500		Визе намюр-известняки с прослоями мергелей алевролитов песчаников до 400 м Турне-конгломераты аргиллиты известняки песчаники, уголь, до 1500 м	Намюр-известняки доломиты аргиллиты 40 м Визе-аргиллиты, доломиты известняки песчаники 470 м Турне известняки аргиллиты 100 м	Намюр известняки песчаники, 140 м Визе сланцы аргиллиты 250 м —	На юр известняки вулканогенные, 500 м Визе туффопесчаники порфириты известняки 2000 м Турне филлиты сланцы песчаники 2500 м
Девонская D	Верхний	D_3	До 1000		Песчаники конгломераты, глинистые сланцы известняки обломочно карбонатные породы до 1000 м			
	Средний	D_2	500		Порфириты туфопесчаники туфы конгломераты сланцы известняки 500 м			
	Нижний	D_1	1000		Верхогорская синклиналь - D_1+D_2 состоит из андезитов туфов альбитофиров известняков 1000 м			
Силурийская S			До 3000		Карабутакские горы - конгломераты песчаники известняки сланцы эффузивы Западномугоджарская мегасинклиналь-вулканогенный комплекс (диабазы спилиты и др) 3000 м			
			До 2000		Косистекско Аксуйская мегасинклиналь кремнисто сланцевые 1000 м эффузивы 800 1000 м			
Ордовикская O			До 2500		Сакмарская Кемпирсайская антиклинали Нижний тремадок (алевролиты песчаники сланцы 1100 м) Верхний тремадок (песчаники сланцы диабазы спилиты 800 м) Аренига-пландейло (диабазы порфириты туфы глинистые сланцы 800 900 м) Зауральское поднятие - диабазы кварциты и до 2500 м			
Кембрийская Cm			До 500		Акаисчая толща (Верховье р Акаи) Диабазы порфириты спилиты 400 500 м			
Докембрийские породы PC_m					Центрально уральское поднятие Верхнерифейская свита (Калтимская кристаллические сланцы кварциты порфириты 2150 2600 м) Среднерифейская свита (Донгалганская кварциты кристаллические сланцы 600 650 м)	Восточно уральское поднятие Верхнерифейская филлитовые сланцы кварциты 4000 Среднерифейская кварциты сланцы гнейсы 3500 м Нижнерифейская амфиболиты гнейсы кварциты 10 км		

Система	Отдел	Ярус свита	Колонка	Прикаспийская низменность и Урало-Эмбенское плато	Южная Эмба	Актюбинское Приуралье	Мангышлак-Устюртский и Арало-Тургайский районы
ТРИАСОВАЯ – Т	Верхний – T_3	Карабайлинская		T_3+J_1 – аральская свита – континентальные песчано-глинистые отложения. Аральская свита сложены глины 630 м В Хобдинской опорной скв. нижнеюрские пески и глины до 1040 м	Глины и песчаники 20 100 м	Пески и глины 90 м Глины и пески 25 30 Пески с линзами песчаника, гравия, 30	Шашренская свита алевролиты песчаники известняки до 1800 м
	Средний – T_2	—		Гора Джаматтау белые известняки 70 м	—	Пески и глины 240 м Глины с бурым углем до 20 м Пески разнозернистые с гравием 25 40	Хазбулакская свита известняки мелкозернистые песчаники алевролиты до 1100 м
	Нижний – T_1	Бескарагайская серия (включает и индерскую свиту) дептуржинская серия		Пестроцветная и известковистая глинистая толща (глины известняки песчаники аргиллиты) до 250 м	Известково-глинистая толща (глины известняки мергели песчаники), 85 м	Гравий и конгломераты косослоистые песчаники (Бузулукская свита)	Таушикская свита сланцы аргиллиты песчаники мергели известняки 900 1390 м
				Красноцветные алевролиты и аргиллиты 1775 м (Аралсор) на востоке 310 м		Пестрые глины (Тананыкская свита) 200 300 м	
ПЕРМСКАЯ – Р	Верхний – P_2	Татарский P_2t		Запад (Джамбай) глины более 600 м пласты алевролитов песчаников и мергелей песчаников конгломератовидная толща 100 м	Доссор глины 490 м	Алевролиты аргиллиты песчаники 250 1600 м	
		Казанский P_2kz		На западе известняки и доломиты конгломераты в основании 10 м На мергели пестроцветные мергелистые глины, 200 м	Красноцветная глинисто карбонатная толща (400 м) глины с прослоями песчаников мергели доломитов	Аргиллиты и алевролиты 240 750 м	
		Уфимский P_2uf		—	—	Аргиллиты и алевролиты, песчаники 300 750 м	
	Нижний – P_1	Кунгурский P_1kg		Галогенные и сульфатно терригенные толщи На окраине до 15 км на юге и востоке до 3 9 км в центральной части 4 3 км	То же	Каменная соль ангидриты Карбонатно терригенные 400 м Сульфатно-карбонатно терригенные 500 м	Гольцы Мангышлак свита глинистые сланцы и песчаники прослоями известняков конгломератов 900 м
		Артинский P_1a		Глины известняки доломиты и песчаники, 565 м (Туеракчан)	То же	Терригенные до 500 м Терригенные и карбонатные породы Грубообломочные на востоке 900 1050 м (Жилянка)	Атланская свита песчаники 1400 м Бирюкская свита аргиллиты и песчаники 400 м
		Сакмарский P_1s		Аргиллиты с прослоями песчаников и конгломератов известняков 250 м (Кумсай)	Глины с прослоями известняков и аргиллитов 198 м (Сарыкумы)	Песчаники и аргиллиты 700 900 м	
		Ассельский P_1as		Аргиллиты с прослоями песчаников и алевролитов 240 м (на востоке) и 560 м (на юге)	—	Песчаники и аргиллиты глубокодисперсные песчаники 875 м (Белеарская антиклиналь)	

Система	Отдел	Ярус	Мощность м	Колонка	Прикаспийская низменность и Урало Эмбенское плато	Южная Эмба	Актюбинское Приуралье	Арало Тургайский район	Мангышлакско Устюртский район
Ю р а с с и ч е с к а я	Верхний J_3	Волжский	30 200		Запад известняки с глинами к северу и востоку глины с прослоями песчаника известняка, 100 210 м	Глины мергели отдельные мергели песчаники с желваками фосфорита и сальки 60 м	Известняки мергелистые пески песчаники до 30 м	Морские отложения на юго западе до устюрта известняки мергели с прослоями глин и алевролитов до 20 м	Известняки мергели глины на Мангышлаке 100 190 м Устюрте 200 350 м
		Келловейский	2 20		Запад известняки фосфоритовы сальки глины и мергель к востоку более глинист 1 м		Пески мелкозернистые желваки до фосфоритов до м		
		Оксфордский	10 105		Глины известковистые с гальками фосфоритов прослоями песчаников и известняков на востоке 40 м запад 105 м	Пески глины фосфоритами 7 м	Пески мелкозернистые глинистые с прослоями песчаников до 8 м		
		Батский	6 220		Глины с прослоями известняков мергелей мелкозернистых песков и песчаников 220 м	Чередование плотных песчаников глинистых песков глин 112 м (Мартон) к югу более глинистые	Мергель пески мелкозернистые глинистые с песчаниками 6 10 м		
		Байосский	До 400		На востоке чередование пачек глин и разнозернистых песков и бурых углей Мощн 30 300 м (Верхнее и Уил башкое 206 м Бат 80 м на западе Хобдинская опорная скв 706 940 м) глины алевролиты мелкозернистые песчаники и бат (637 706 м	Чередование песков и глин 100 250 м 3 Зеленоярская 80 80 м 2 Линеуловая 70 150 м 1 Зеленоярская 65 75 м	Ипекская свита (до 100 м) пески дельтовой и основания и выше переслаивание песков алевролитов и глин буры углей	Континентальные угленосные отложения глины с прослоями песков алевролитов и песчаников 100 300 м	Зеленоватые глины прослоями алевролитов песков песчаников буры и угли Мангышлак мергель и глины Мощность центр Мангышлак 400 580 м п ов Бузачи 200 м Юстюрт и Мангышлак 600 700 м Устюрт 300 500 м
	Средний J_2	Ааленский	До 900		Алевролиты с прослоями буры и угли и глин На востоке глинистые (2 из 25 м) ниже песчаная глинистые мелкозернистые пески гальки (гравием 31 м) На запад (в на ель Вай 861 м) глины алевролиты и разнозернистые пески	Песчано галечниковая толща (80 м) пески щебня и сами мелкозернистые с галькой ниже глины и песчаники			Горные плато в основном глины прослоями песков до 80 м выше песчаники 200 м глины 115 м к югу востоку замещаются алевролитами песчаниками конгломератами в основании Юстюрта Мангышлак аргиллиты с прослоями песчаников 500 600 м Северный Устюрт чушкакульская серия J_2+T_3 аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников, 200 м
	Нижний лейас J_1		До 1000		В восточной части Северного Устюрта Эмбы Тишинская пачка (120 00 м) ниже песчано галечниковая глины мелкозернистые и слюдистые вверху есть пески с гальками (5 85 м) Западнее (район сорочьей балки) перерыв и отложения +T		Чушкакульская свита 80 100 м и более) пески с гравием гальки с прослоями песчаников углистых глин и углей	Предустюртская впадина и Приморская зона Верхняя часть Чушкакульской серии до 100 м	

Система	Отдел	Ярус	Мощность, м	Колонка	Прикаспийская низменность	Урало-Эмбенское плато	Актюбинское Приуралье	Арало-Тургайский район	Мангышлак—Устюртский район
Меловая	Верхний — Cr_2	Датский Cr_2d	10–175		Мелоподобный мергель с прослоями мягкого мела, известняков, известняковых глин, опок, 50–75 м	В крайней западной части появляется горизонт известняков, в основании галька фосфорита, 30–40 м	—	—	Известняки, известковые песчаники, мергели с кремнистыми конкрециями, 10–170 м
		Маастрихтский Cr_2m	До 290		Писчий мел, в основании разреза песчанистый мергель с галькой и желваками фосфоритов, 190–205 м	Писчий мел. Количество прослоев мергеля растет. Мел более песчанистый, 75–50 м	Глины, мел и мергель, фосфоритовый слой, 40 м	Писчий мел и мергель с прослоями песчаников и глин, 80 м фосфоритов слой	Писчий мел, мергель 15–290 м
		Кампанский Cr_2cp	До 220		Мелоподобный и глинистый мергель, писчий мел, известковистые глины в основании фосфориты, до 200 м	Мергели замещаются известковыми глинами, прослои песков, 100–115 м	Глины и пески, 60 м	Глины с прослоями тонкозерн. песков, песчаников и мергелей, 100 м Фосфорит слой	Писчий мел, мергель 120–220 м
		Сантонский Cr_2st	До 100		Мергели внизу и вверху, а в середине — известняки, 100 м	Мелоподобный мергель 75 м с прослоями глин	Разнозернистые пески, галька и фосфориты, 20–30 м	На западе-глауконит, песок, глины, юг и восток-песок 20 м в основании фосфор	Мергель и писчий мел, 5–100 м
		Коньякский, Туронский Cr_2cn, Cr_2t	До 100		Мергели, на северо-востоке — известняков глины в основании мергели песчанистые, фосфорит плита 3,4 40–50 м	Мелоподобные мергели с прослоями глин	Мелкозернистые и разнозернистые пески с прослоями песчаников в основании галька 20 м	Глины с прослоями песков и извест. песчаников 40–60 К востоку-континент отложения	Пески, мергель, мел и фосфоритовый слой, 5–100 м
		Сеноманский Cr_2cm	До 160		Глины и пески местозеленистые, гравелитики, их чередование	Пески и глины, содержащие слои галечников, 85 м		Разнозернистые пески с прослоями глин, песчаников и гравелитов, 140–160 м	Пески и глины, в основании фосфоритов горизонт, 80–160 м
	Нижний — Cr_1	Альбский Cr_1al	До 650		Глины морского генезиса с прослоями мелкозернистых песков, доломитизированных песчаников фосфоритового гравия, 40–50 м На юге на Эмбе, 120 190 м Нижний альб-глины	Пески, песчаники и глины до 300 м Пески разнозернистые, 50–110 м Нижний альб-пески мелкозернистые, глины	Разнозернистые пески с прослоями глин, 100 м В основании галька	Пески и пестроцветные глины, песчаники, алевролиты, 50–190 м	Песчанистые отложения, а в нижней части глинистые, 500–650 м
		Аптский Cr_1ap	До 250		Глины с прослоями песков, песчаников, 50 м На южном Эмбе, 130 м	То же	Глины темные 50–85 м (долина р. Илека)	Глины и алевролиты с прослоями песков и песчаников и бурых углей, 250 м	Глины с прослоями алевритов, песков, песчаников, в основании галька фосфор 40–170 м
		Барремский Cr_1b	До 370		В западной части — глины до 70 м с мергелями в восточной — песчаные глины, песчаники, 50 м Пески до 5 м	Глины и пески, 210 м Глинистые пески, 5–35 м	Глины с прослоями песков, алевритов и фосфоритов, 90–130 м и менее	Глины и пески Мощность на юге 425 м	Глины, пестроцветные алевриты, пески, песчаники, 50–110 м На Устюрте, 350–370 м
		Готеривский Cr_1h	До 80		Песчано-глинистые отложения, 30–40 м Аргиллиты, глины пески 50 м	Пески, 3–37 м Глины, 100 м		Морские отложения, известняки, глины с прослоями песка, 55 м	Глины, пески мелкозернистые, песчаники, в основании-галька и фосфориты, 10–80 м
		Валанжинский Cr_1v	До 120		Кварцево-глинистые пески — на западе, известковые глины — на востоке Пески 85 м, глины 110 м	Глины, 20 м Глинистые известняки, 17 м			Пески мелкозернистые, песчаники, глины, мергели, известняки 20–120 м Песчаники, известняки, фосфориты

Отдел	Подотдел	Ярус, свита	Индекс	Мощность, м	Колонка	Прикаспийская низменность	Урало-Эмбенское плато	Актюбинское Приуралье	Арало-Тургайский район	Мангышлакско Устюртский район
Олигоцен, Pg_3	Верхний	чаграйская	Pg_3^3	До 140		В западной части глины. На востоке глины с прослоями песков, песчаников, гравелистых конгломератов. Мощность 200–220 м на западе, 60–100 м на востоке	В верховье р. Сагиз континентальные отложения (168 м) 1 Песчано-галечниковые, 12 м 2 Песчаные, 25 м 3 Глинистые, 80 м 4 Песчаные, 43 м	—	На юго-западе сложены морскими отложениями. В верхней части преобладают пески (50–100 м) и в нижней преобладают глины (50–80 м). На северо-востоке континентальные отложения (пески, песчаники, алевриты, глины) до 140 м	Однообразная толща глин. Мощность 100–800 м
	Средний	кутамбулакская, чушкакульская	Pg_3^2							
	Нижний	чеганская	Pg_3^1	До 150					Глины с прослоями песков (чеганская), 100–150 м	
Эоцен, Pg_2	Верхний	сакмарская	$Pg_2^3 sk$	До 200		Глины, к востоку аргиллитоподобные с прослойками песков, песчаников. Максимальная мощность 400 м (Аральская скважина)	Мергели с прослоями известняков, в средней части известняки с прослоями глин, в нижней – глинистые известняки и мергели, 60–90 м. К северу и северо-востоку – опоки и опоковидные глины, 50–220 м	На Орь-Илекском водоразделе – трепела и диатомиты (12 м). В южной части – континентальные отложения (30 м) – кварцевые пески и песчаники	Кварцевые пески с прослоями алевритов, глин, песчаников, 150–200 м (сакмарская)	Известняки, мергели и карбонатные глины с песками в основании. Мощность 50–190 м
	Средний	Тасарданская	$Pg_2^{2-1} ts$	130–330					Опоковидные глины с прослоями алевритов и песка, 100–250 м (тасарданская) мергели и глины, 50–80 м, известняки, пески, фосфориты	
	Нижний		Pg_2^1	До 10					Известняки, местами глауконитовые пески, глины, 1–10 м	Мергелистые породы (р. об. Бузачи), кварцево-глауконитовые пески и песчаники, местами мергели (Мангышлака и Устюрта). Мощность 10–35 м
Палеоген, Pg_1				2–180		В западной части опоковидные глины с прослойками алевритов, песчаников, в восточной – песчано-глинистые и опоковидные породы. Мощность в центральной части 100–180 м, на юго-востоке 30–45 м	Известковые глины с прослоями мергелей (50 м) и опоковидные глины с опоками (40 м). На востоке (р. Темир и др.) – пески с прослоями опоковидных песчаников и фосфоритовый горизонт в основании	Известковые или песчаные глины с прослойками известняков, песчаников (30 м). Вышележащие опоки (Орский грабен)	Глины местами с прослойками песков и мергелей, известняки, 2–16 м	

Система	Отдел	Подотдел	Ярус	Мощность, м	Колонка	Прикаспийский район	Эмбенско-Мугоджарский	Арало-Тургайский район	Мангышлакско-Устюртский район
Неоген, N_1	Миоцен, N_1	Верхний	Апшеронский $N_2^3 ap$	10–330		Распространены на западе, а сырловые на северо-западе, формировались в конце плиоцена – начале четвертичного периода. Глины и пески, 60–330 м	В древних долинах – глины с линзами известняков, песков, песчаников, алевролитов и подземных льдов, начало раннего плиоцена до 10 м		Апшерон – водами не Ассакеауган, глины, пески, 10 м
			Акчагыльский $N_2^2 ak$	До 100		Глины с прослоями песков, алевролитов, гравелитов 80–350 м. Преимущественно морские отложения (неслоистые глины) в долине р. Илек, 100 м			Акчагыл – известняки и фауна 100 м
		Средний		10–30					Средний плиоцен – опоки, пески, песчаные глины с линзами гравия, 10–30 м
		Нижний	Понтический $N_2^1 pt$	40–100				Пески с базальным конгломератом, до 100 м	Понт – известняки и мергели, 4–40 м
		Мэотис, верхний	$N_1^3 m$	До 60					Мэотис не Мангышлаке – известняки, 60 м
		Верхний	Сарматский $N_1^2 S$	До 50–70		Сармат пестроцветные глины в Урало-Эмбенском плато (48 м) – на плато Актобе, горизонты. В восточной и северо-восточной частях Урало-Эмбенского плато в мульдах имеются каолинизированные глины с мергелистыми жерновидными, песками, конгломератами (до 100 м)		Сармат на останцах и к северу от Устюрта, 4–5 м	Сармат – известняки, глины, мергели, до 70 м
		Средний	Тортонский $N_1^2 t$	110–200		В юго-западной части карбонатные глины, 40–55 м. Горизонты 4 Конкский, 3 Карагандинский, 2 Чокракский, 1 Тарханский		Глины, 1–60 м	Глины с прослоями песков, 100–250 м. На северо-востоке Устюрта – 60 м (глины, мергели, известняки) Чокрак 25–45 м, карагеле 35 м, конк 30 м
		Нижний	Гельветский $N_1^1 h$	20–40				На площади кошкорлатинской мульды – разнозернистые и мелкозернистые пески, до 20 м	Гельветский ярус на Северном Устюрте – мелкозернистые пески, песчаники, глины 20–40 м
			Аральская свита $N_1^1 ar$	15–35				Карбонатные глины и алевролиты с мергелями с прослоями песков и известняков 15–35 м	

Система	Отделы	Яруси и стратиграфические типы	Индекс	Мощность, м	Колонка	Прикаспийский район	Уралтау-Мугоджарский район	Арало-Тургайский район	Устюрт-Мангышлакский район
		Делювиальные отложения	dQ и d-alQ	0,2-5		Суглинки песчанистые, глины супеси с включением обломков подстилающих пород	Суглинки супеси с включением щебенки и дресвы	Суглинки и глины	Суглинки с щебенкой, дресвой, пески
Четвертичная	Современный Q_{IV}	Озерные современные отложения	lQ	0,2-3		Песчанистые суглинки, глины гонкие прослои песка с включением кристаллов соли	Суглинки, пески песчаные глины с кристаллами соли	Суглинки песчаные глины с кристаллами соли или их прослоями	Песчаные глины суглинки с кристаллами соли или их прослоями
		Аллювиальные отложения	alQ	1-100		Суглинки глины пески супеси	Суглинки глины пески с включением гальки песчаной глины	Глины суглинки прослои песка	В Горном Мангышлаке суглинки с щебенкой глины
		Эоловые отложения	eolQ	2-30		Пески мелко-среднезернистые пылеватые	—	Пески пылеватые мелкозернистые, мелкоразнозернистые	Пески пылеватые, мелко-разнозернистые
		Новокаспийский	$Q_{IV}nk$	До 2		Пески и песчанистые глины с битой ракушей и с Cardium edule L.	—	На северном побережье Аральского моря-пески и суглинки с ракушей	Пески и песчанистые глины с битой ракушей и с Cardium edule
	Верхний Q_{III}	Хвалынский	$Q_{III}hv$	8-35		Морские и континентальные отложения (речные озерные) Песчаные глины шоколадного цвета, пески, прослои и линзы с включением гальки, гравия	—	—	На полуострове Бузачи на берегу Каспийского моря-пески и пылеватые супеси с мелкой ракушей и ракушей песчаные глины, суглинки, 12-30 м
	Средний Q_{II}	Хазарский	$Q_{II}hz$	20-45		Аллювиальные слои-озерные и озерно-аллювиальные отложения Суглинки с гнездами песка, гальки супеси и др Морские отложения-глины серые и темные с прослоями песков и включением гальки Местами аллювиальные бурые песчаные глины пески	—	—	—
	Нижний Q_I	Бакинский	Q_Ib	20-90		Глины серые в них мощные прослои песков, суглинков В нижней части-включение гравия и галечника На юго западе известняки	—	—	Глины сильно песчанистые с прослоями галечников и рыхлых конгломератов до 70 м (Бузачи)

Рис. 20 Сводная геологическая колонка по отдельным районам Западного Казахстана (составил А. В Сотников)



Рис. 21. Выходы метаморфических пород докембрия в Мугоджарах (р. Улыталдык). Фото Р. А. Середина

жарскому мегасинклинориям. В первом районе нижний силур, залегающий с угловым несогласием на породах ордовика или протерозоя, представлен двумя типами разрезов: кремнисто-сланцевым (мощность до 1000 *м*) и эффузивным (диабазы, диабазовые порфириты, спилиты, туфы с прослоями кремнистых пород мощностью 800—1000 *м*). Верхний силур сохранился только в Карабутакских горах и сложен конгломератами, песчаниками, известняками, глинисто-кремнистыми сланцами и эффузивами. В Западно-Мугоджарском мегасинклинории силур представлен вулканогенным комплексом (диабазы, вариолиты, спилиты, порфириты, туфы) мощностью более 3000 *м* (рис. 22).



Рис. 22. Мелкосопочник, сложенный эффузивами силура, западный склон Мугоджарских гор в районе ст. Мугоджарская (Фото Р. А. Середина)

Девонские отложения довольно широко развиты в Уралтау-Мугоджарском районе. На Орь-Илекской возвышенности нижний девон, низы среднего девона сложены конгломератами, песчаниками, туфами и рифовыми известняками мощностью до 230 *м*. Средний девон представлен порфиритами, туфопесчаниками, туфами, конгломератами, сланцами и известняками мощностью 500 *м*, а верхний — песчаниками, конгломератами, алевролитами, глинистыми сланцами и известняками мощностью до 1000 *м*. В Берчогурской синклинали нижний — средний девон образован андезитами, туфами, альбитофирами, кремнистыми породами и известняками мощностью более 1000 *м*. Верхний девон сложен обломочно-карбонатными и карбонатными породами мощностью до 500 *м*.

Каменноугольные отложения выходят на поверхность в Актюбинском Приуралье и Уралтау-Мугоджарском районе, а также вскрыты скважинами в бортовых частях Прикаспийской впадины, в Западном Примугоджарье и Прииргизье.

В северной бортовой части Прикаспийской впадины карбон представлен всеми тремя отделами. Турнейский ярус нижнего карбона сложен известняками с прослоями аргиллитов и доломитов мощностью 100 *м*. Визейский ярус представлен аргиллитами, доломитами с прослоями известняков, песчаников и ангидритов мощностью до 470 *м*.

Намюр образован известняками и доломитами с прослоями ангидритов и аргиллитов мощностью 40 *м*. Средний карбон сложен известняками, доломитами, песчаниками и аргиллитами. Верхний карбон образован доломитами внизу и известняками вверху общей мощностью 380—400 *м*.

На восточном берегу Прикаспийской впадины нижний карбон представлен аргиллитами, известняками, алевролитами и песчаниками вскрытой мощностью 270 *м*. На юге мощность аналогичных образований увеличивается до 610 *м*, а к югу от регионального шва ограничения Прикаспийской впадины — до 890 *м*. Здесь появляются слои гравелитов и конгломератов. Из среднего карбона вскрыты отложения московского яруса — известняки с прослоями доломитов, песчаников и аргиллитов (вскрытая мощность около 400 *м*, а на юге до 564 *м*). Верхний карбон образован известняками, аргиллитами, алевролитами, песчаниками с прослоями ангидритов мощностью до 250 *м*.

В Актюбинском Приуралье разрез карбона начинается отложениями визе, которые представлены сланцами с прослоями аргиллитов мощностью 200—250 *м*. Намюр сложен известняками (40 *м*) или песчаниками (100 *м*). С несогласием они перекрываются породами верхнего карбона — известняками, песчаниками, аргиллитами, гравелитами и конгломератами мощностью до 1600 *м*.

В Уралтау-Мугоджарском районе карбон развит в Бакайской и Берчогурской синклиналях, Балкымбайской и других грабен-синклиналях Мугоджар. Турнейские образования в Берчогурской синклинали представлены конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами и известняками мощностью до 500 *м* (жанганинская свита), песчаниками, алевролитами, сланцами и аргиллитами мощностью 370—1000 *м* (берчогурская свита), а также известняками, мергелями, песчаниками, сланцами с прослоями каменных углей мощностью 240 *м* (карабулакская свита). В Средне-Орской синклинали турнейский ярус представлен песчаниками, алевролитами аргиллитами и известняками мощностью 1270 *м*. Визе-намюр всюду представлен известняками с прослоями мергелей, алевролитов и песчаников мощностью 300—400 *м*. Средний карбон в Бакайской синклинали сложен песчаниками, известняками, алевролитами и сланцами с конгломератами в основании мощностью до 150 *м*. В Мугоджарах он представлен известняками (200 *м*). Верхний карбон в Бакайской синклинали образован песчаниками, известняками, алевролитами и сланцами мощностью до 200 *м*, а в ур. Балкымбай — известняками мощностью 30 *м*.

В Арало-Тургайском районе карбон известен только в Приргизье и представлен лишь нижним своим отделом: филлитами, сланцами, алевролитами, песчаниками и кварцитами мощностью до 2500 *м* в нижней (турне), туфоконгломератами, туфопесчаниками с прослоями порфиритов и известняков до 200 *м* в средней (визе), известняками или вулканогенными породами до 500 *м* — в верхней (намюр) частях. Средний (?) карбон представлен конгломератами, песчаниками, алевролитами и сланцами мощностью 500 *м*.

Пермские отложения пользуются широким распространением в Прикаспийской впадине.

В основании нижней перми на восточной окраине впадины вскрыты отложения ассельского яруса — аргиллиты с прослоями песчаников и гравелитов. На южной окраине впадины отложения этого яруса представлены известняками с прослоями карбонатных глин, мощность которых в скв. 1, Сарыкумы, достигает 544 *м*.

Сакмарский ярус на восточной окраине впадины образован аргиллитами с прослоями песчаников и конгломератов, реже известняков, вскрытой мощностью 250 *м*. На южной окраине впадины он сложен глинами, перемежающимися с глинистыми известняками и аргиллитами мощностью до 198 *м*.

К артинскому ярусу на южной окраине впадины условно отнесены темные глины, перемежающиеся с известняками, доломитами и песчаниками с прослоями конгломератов внизу. Мощность их достигает 565 *м*.

Более изучены галогенные отложения кунгура, присутствие которых в составе осадочного чехла обусловливает образование многочисленных локальных структур (куполов), созданных соляной тектоникой. На южной окраине впадины они представлены ритмично чередующимися ангидрито-терригенными породами, в нижней части которых (мощностью до 146 *м*) преобладают ангидриты, а в верхней (до 135 *м*) — гипсы. На восточной окраине Прикаспийской впадины отложения кунгура с несогласием перекрывают породы от сакмарского яруса до нижнего карбона. В составе кунгурских отложений выделяются: нижняя сульфатно-терригенная, галогенная и верхняя сульфатно-терригенная толщи.

По мере удаления от окраин Прикаспийской впадины к ее центральной части при последовательном погружении подсолевого ложа возрастает первоначальная мощность галогенных отложений от 1—1,5 *км* на южной и восточной окраинах до 3,9 *км* в районе купола Матенкожа и 4,3 *км* в районе купола-гиганта Санкабай-Круглый. В пределах последнего в составе галогенных отложений главная роль принадлежит каменной соли.

Казанский ярус в западной части Прикаспийской низменности выделен только на куполах Баскунчак, Азгир и Худайберген, где он представлен известняками и доломитами с базальными конгломератами в основании. Мощность казанских отложений составляет 70 *м*. В районе купола Индер к казанскому ярусу условно отнесена толща (до 200 *м*) красноцветных и пестроцветных сланцеватых глин и песчаников с прослоями конгломерата. На Южной Эмбе к казанскому ярусу, по-видимому, относится красноцветная глинисто-карбонатная толща (до 400 *м*) — глины с прослоями алевролитов, песчаников, мергелей, доломитов, иногда мелких линз ангидритов. На востоке Прикаспийской впадины в южной части красноцветных песчано-глинистых отложений казанского яруса встречена пачка (40—50 *м*) каменной соли (Кумсай, Луговское), сменяющейся книзу ангидритами (до 73—77 *м*).

Татарский ярус в западной части Прикаспийской впадины представлен чередованием красноцветных, иногда темно-серых, глин, алевролитов и песчаников мощностью более 600 *м* (Джамбай). На куполе Индер к татарскому ярусу предположительно отнесена песчаниково-конгломератовая толща (свыше 100 *м*) — песчаники и пески с прослоями и пачками алевролитов, глин и конгломератов, состоящих преимущественно из галек красных глин, реже — песчаников и крайне редко — кремнистых пород. К востоку от Индера, на куполе Матенкожа, он сложен песчаниками с прослоями глин.

В Актюбинском Приуралье ассельские отложения нижней перми имеют преимущественно терригенный состав (чередующиеся сероцветные песчаники и аргиллиты с грубообломочным материалом на участках конусов выноса). Мощность ассельского яруса на западном крыле Белогорской антиклинали составляет 875 *м*.

Нижнеартинские отложения представлены терригенными и частично карбонатными породами, в разрезах Актастинского и Киинского конусов выносов — грубообломочным материалом. К западу эти отложения становятся более глинистыми. Мощность их на Петропавловской и Жилянской антиклиналях достигает 900—1050 *м*. Для верхнеартинских отложений характерно наличие двух типов разреза: а) грубозернистых песчаников, гравелитов, конгломератов с редкими прослоями аргилли-

тов и б) известняков, доломитов, внизу с пачкой терригенных пород. Мощность их в восточных разрезах достигает 350—400 *м*.

Кунгурский ярус образован двумя типами разрезов: Александровским и Актюбинским. Первый из них развит в восточной части Актюбинского Приуралья в неширокой (8—10 *км*) меридиональной полосе, протягивающейся от верховья р. Табантал на юге до р. Киялыбуртя на севере, а также в районе Жилянской антиклинали. Для этого типа разреза характерно наличие трех пачек: нижней, преимущественно терригенной (270—280 *м*), средней, сульфатно-карбонатно-терригенной (290—300 *м*), и верхней, карбонатно-терригенной (380—390 *м*). На отдельных участках здесь развиты массивы рифовых известняков, занимающих почти всю нижнюю и среднюю части разреза кунгура. Более широко распространенный актюбинский тип разреза кунгура представлен толщей каменной соли с прослоями калийных солей и ангидрита.

В составе верхнепермских отложений Актюбинского Приуралья выделяются отложения уфимского, казанского и татарского ярусов общей мощностью около 3 *км*.

Отложения уфимского яруса (мощностью до 715 *м*, а на востоке до 300 *м*) образованы буровато-коричневыми и зеленовато-серыми аргиллитами и алевролитами, а также зеленовато-серыми и коричневато-бурыми тонко- и разнозернистыми песчаниками, изредка известняками. Мощность казанского яруса достигает 750 *м*. Он сложен коричневыми, бурыми, зеленовато- и темно-серыми алевролитами и аргиллитами, нередко фиолетовыми, тонко- и мелкозернистыми, иногда разнозернистыми песчаниками с гравием, мелкой галькой, с прослоями известняков и мергелей. Татарский ярус (до 1600 *м*, на востоке до 250—300 *м*) представлен красновато-коричневыми, бурыми, иногда зеленовато-серыми и малиновыми алевролитами, аргиллитами, песчаниками с линзами конгломератов и известняков.

В Мангышлак-Устюртском и Арало-Тургайском районах пермские отложения обнажены только на Мангышлаке (хр. Каратау, Тумгачи, Карашек и др.). Они представлены внизу аргиллитами с прослоями мелкозернистых песчаников мощностью 400 *м* (биркутская свита), в средней части — песчаниками мощностью более 1400 *м* (отпанская свита) и в верхней (долнапинская свита) — глинистыми сланцами и песчаниками с прослоями конгломератов мощностью более 900 *м*.

Триасовые отложения в Западном Казахстане распространены широко, но обнажены главным образом в бассейне р. Илека и в сводовых частях некоторых куполов Прикаспийской впадины.

В Прикаспийской впадине в составе нижнего триаса различаются отложения ветлужской и баскунчакской серий.

Ветлужская серия образована преимущественно красноцветными алевролитами и аргиллитами, иногда с прослойками серых алевролитов, известковистых песчаников и крупнозернистых песчаников на восточной окраине впадины. Мощность этой серии в разрезе Аралсорской сверхглубокой скважины достигает 1775 *м*, на восточной окраине впадины она не превышает 310 *м*, а во внутренней части изменяется от 60 до 160 *м*.

В составе баскунчакской серии западной части Прикаспийской низменности выделяются пестроцветная и известняково-глинистая толщи. Первая состоит из переслаивающихся глин, известняков, песчаников, аргиллитов и алевролитов, а вторая из известняков и мергелей. В восточной части низменности отложения баскунчакской серии представлены мощной толщей глин, песчаников и известняков.

Отложения среднего триаса, по-видимому, распространены лишь в Прикаспийской низменности, где пока к ним условно отнесены ярко-белые известняки (мощностью 70 *м*) горы Джамантау на куполе Индер.

Отложения верхнего триаса в Прикаспийской низменности образуют аралсорскую свиту — мощную толщу континентальных сероцветных песчано-глинистых пород. В Аралсорской сверхглубокой скважине эта свита представлена аргиллитоподобными глинами и аргиллитами, переслаивающимися с песчаниками и алевролитами (мощность 630 *м*). Наибольшая мощность свиты достигает 780 *м*. На Урало-Эмбенском плато аналоги аралсорской свиты установлены только в Хобдинской опорной скважине, заложенной в Кандыкской межкупольной депрессии. Здесь она представлена толщей переслаивающихся сероцветных глинистых и песчаных пород (900 *м*).

В Актюбинском Приуралье нижний триас начинается конгломератами. Выше по разрезу появляются все увеличивающиеся количественно прослои красных грубых косослоистых песчаников, которые, в свою очередь, постепенно замещаются пестроцветными глинами, мощностью до 200—300 *м*. В этих отложениях различаются бузулукская (более грубые обломочные породы) и тананыкская (пестрые глины) свиты.

В составе верхнего триаса выделяются курашасайская и курайлинская свиты. Нижняя — курашасайская свита образована (снизу вверх) пачками: а) разнозернистых песков с гравием и галькой (25—40 *м*); б) глин (до 20 *м*) с растительными остатками, углистыми включениями, прослоями и пластами бурых углей; в) переслаивающихся песков и глин (до 20 *м*)

Верхняя — курайлинская свита сложена (снизу — вверх) пачками: а) полимиктовых песков до 30 *м* с линзами гравия и гальки; б) пестроцветных глин (25—30 *м*), с прослоями песков; в) каолинистых песков (до 90 *м*), вверху замещающихся каолинистыми глинами.

В Мангышлак-Устюртском и Арало-Тургайском районах отложения триаса обнажены только в центральной части п-ова Мангышлак, где они расчленяются на ряд свит. На остальной территории они вскрыты несколькими глубокими скважинами и выделяются как «пермо-триасовые».

На Мангышлаке отложения триаса разделены на четыре свиты (снизу вверх): таушикскую (нижний триас), сложенную сланцами, аргиллитами, песчаниками, мергелями и известняками мощностью до 900—1300 *м*, карауданскую (средний триас), представленную глинистыми сланцами, перемежающимися с алевролитами и крупнозернистыми песчаниками и с прослоями конгломератов мощностью до 250—330 *м*; хозбулакскую (верхний триас) — известняками, мелкозернистыми песчаниками, алевролитами, реже аргиллитами, с единичными прослоями туфов общей мощностью до 1100 *м* и шаирскую (верхний триас) — алевролитами, песчаниками, известняками, реже аргиллитами общей мощностью до 1800 *м*.

Юрские отложения широко известны в Западном Казахстане.

В Прикаспийской впадине почти повсеместное распространение юрских отложений доказано бурением. Они отсутствуют лишь в присводовых частях размытых куполов и на открытых куполах. В составе юры имеются отложения всех отделов.

Нижняя юра выделяется лишь на востоке Урало-Эмбенского плато — в бассейнах верховьев рек Уила и Сагиза, а также в районе слияния рек Темира и Эмбы. В составе нижней юры обосабливаются нижняя, песчано-галечниковая (15—85 *м*), и верхняя, глинистая (12—60 *м*) пачки. В более западных разрезах отложения нижней юры неотличимы

от пород верхнего триаса и совместно с ними, как отмечено выше, входят в состав аралсорской свиты верхнего триаса — нижней юры

Средняя юра на Урало-Эмбенском плато образована ааленскими и нерасчлененными байос-батскими отложениями

В составе аалена на востоке плато различаются нижняя, песчаная (глинистые мелкозернистые пески с многочисленной крупной галькой кварца, кремня и линзовидными прослоями галечников до 33 *м*), и верхняя — глинистая (до 25 *м*) пачки В западных разрезах плато в Хобдинской опорной скважине отложения аалена (интервал 840—967 *м*) представлены глинистыми алевролитами, переслаивающимися с разнозернистыми каолинизированными песками.

Байос и бат на востоке Урало-Эмбенского плато представлены чередованием пачек глин и разнозернистых песков разной мощности, а также более редких прослоев песчаников и бурых углей. В наиболее восточных разрезах эта толща почти нацело сложена песками. Мощность их варьирует от 50 до 125 *м*, в верховьях р Уила мощность байоса достигает 200 *м*, бата — 80 *м* В западных разрезах плато, в Хобдинской опорной скважине отложения байоса (интервал 706—840 *м*) представлены переслаиванием сероцветных глин, алевролитов и мелкозернистых песчаников, а отложения бата (интервал 637—706 *м*) — алевролитами с прослоями бурых углей и углистых глин.

Верхняя юра Прикаспийской впадины представлена морскими отложениями келловея, оксфорда, кимериджа и волжского яруса

Келловей Прикаспийской низменности образован в основном глинами с тонкими прослойками известняков, мергелей, мелкозернистых песков и песчаников, максимальная мощность 220 *м*. На Южной Эмбе он представлен чередованием плотных песчаников, песков и песчанистых глин (до 112 *м* на Каратоне); к югу эти отложения становятся более глинистыми и на Южно-Эмбенском погребенном краевом поднятии состоят из глин (до 100 *м*) с подчиненными прослоями алевролитов, песков, песчаников, изредка мергелей

Оксфорд в Прикаспийской низменности представлен известковистыми глинами, содержащими в основании гальку фосфорита, а вверху — прослои песчаников Мощность отложений на востоке — 40 *м* (купол Джиландысор), а на западе до 105 *м* (Новоузеньская опорная) На Южно-Эмбенском погребенном краевом поднятии к оксфорду относятся глины (до 22 *м*) с редкими прослойками алевролитов, мергелей и глинистых известняков.

Кимеридж в Прикаспийской впадине выделен в ограниченном количестве разрезов. В западной части Прикаспийской низменности кимеридж (до 65 *м*) представлен известняками с фосфоритовой галькой в основании и выше сменяющимися известковистыми алевритистыми глинами и мергелями. К востоку эти отложения становятся более глинистыми с прослоями мелкозернистых песчаников. Мощность их здесь не превышает 12 *м*. На Урало-Эмбенском плато отложения кимериджа образованы мелкозернистыми песками и песчаниками с фосфоритовой плитой в основании общей мощностью не свыше 1 *м*

Волжский ярус в западной части Прикаспийской низменности представлен известняками с прослоями известковистых глин, а вверху — известковистых песчаников В северной и восточной ее частях низы волжского яруса сложены глинами с прослоями алевролитов, песчаников, мергелей и горючих сланцев (до 94 *м*), а верхи — известняками и мергелями с прослоями глин и песчаников (до 116 *м*). Максимальная мощность отложений волжского яруса на востоке Прикаспийской низменности 95—105 *м*, на западе — до 210 *м* (Новоузеньская опорная скважина).

В Актюбинском Приуралье к нижней юре относится чаушканская свита (мощностью до 100 *м* и более в мульдах), представленная песками с гравием и галькой, с прослоями песчаников, углистых глин и углей в верхней части разреза.

К средней юре здесь относится илецкая свита (до 100 *м*), в основании которой обычно прослеживается слой (до 8 *м*) песков с галькой, а выше переслаиваются песчано-алеврито-глинистые породы с прослоями углистых глин и бурых углей.

В составе отложений верхней юры здесь выделяются ярусы: келловей — мергелистые и глинистые мелкозернистые песчаники и пески (до 6—10 *м*); оксфорд — мелкозернистые пески (до 2 *м*) с желваками песчанистого фосфорита; волжский ярус — мергелистые известняки (до 3 *м*).

В Арало-Тургайском районе юрские отложения вскрыты рядом скважин в Примугоджарье и на п-ове Куланды.

В Горном Мангышлаке нижняя юра представлена глинами с прослоями песков мощностью до 80 *м*, выше сменяющимися песчаниками (до 200 *м*), а еще выше — глинами (до 115 *м*), которые к юго-востоку замещаются алевролитами и песчаниками с прослоями конгломератов в основании.

На Южном Мангышлаке нижняя юра сложена аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников, реже гравелитов мощностью до 500—600 *м*. На Северном Устюрте нижняя юра вместе с верхним триасом образуют чушкакульскую серию, сложенную аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников, вскрытой мощности более 290 *м*.

Отложения средней юры представлены угленосными глинами с прослоями аргиллитов, алевролитов, песков, песчаников и бурых углей, а на Мангышлаке — мергелей и карбонатных глин. Мощность на Центральном Мангышлаке 400—580 *м*, а на п-ове Бузачи — 200 *м*, на Южном Мангышлаке — 600—700 *м* и на Устюрте — 300—500 *м*.

Верхняя юра сложена известняками, мергелями, глинами. Мощность отложений на Мангышлаке 100—150 *м*, а на Устюрте — 200—350 *м*.

Меловые отложения в Западном Казахстане занимают обширные площади, пятна их встречаются в западной части Уралтау-Мугоджарского района, в остальных районах они распространены почти повсеместно.

В Прикаспийской впадине меловые отложения слагают крылья, а иногда своды соляных куполов и выполняют межкупольные понижения.

Нижнемеловые отложения представлены всеми ярусами.

Валанжин в Прикаспийской впадине сложен кварц-глауконитовыми песками на западе и известковистыми глинами на востоке и юге с прослоями песчаников, а внизу с желваками фосфоритов. Мощность песков достигает 85 *м*, глин 110 *м*. На Южно-Эмбенском краевом поднятии (Буранкуль) валанжин внизу образован глинистыми известняками (свыше 17 *м*), а вверху глинами и алевролитами (свыше 20 *м*). В южной части Урало-Эмбенского плато он сложен чередованием пачек тонкопесчанистых глин и тонкозернистых песчаников мощностью до 60 *м*.

Готерив в западной части Прикаспийской низменности представлен аргиллитоподобными глинами с прослоями алевролитов, алевритов, песков и песчаников. Мощность их более 50 *м*. В восточной ее части он образован глинистой (свыше 40—50 *м*) и песчано-глинистой (более 25 *м*) пачками.

В основании баррема прослеживается горизонт мелкозернистых глинистых песков (5—35 *м*), местами с прослоями ракушечников и глин. Вышележащая пестроцветная толща в нижней части (свыше 210 *м*) в основном сложена глинами с прослоями алевритов, песков, песчаников и мергелей, а в верхней (свыше 190 *м*) — чередованием пачек песков и глин с прослоями известняков, мергелей и песчаников.

Апт и нижний альб почти повсеместно образованы морскими отложениями — глинами с прослоями мелкозернистых песков, песчаников и алевролитов, которые в основании содержат слои кварц-глауконитовых песков с фосфоритами. Мощность отложений апта в Прикаспийской низ-



Рис. 23. Обнажение альбских песков на правом берегу р. Айдарлыша, западнее пос. Новороссийского (Актюбинское Приуралье). Фото Р. А. Сегедина

менности и на Предуральском плато составляет 900 *м*, на Южной Эмбе 190 *м*, а нижнего альба — соответственно 45—80 *м* и 90 *м*.

Средний альб в Прикаспийской низменности и на Южной Эмбе сложен глинами морского генезиса с прослойками мелкозернистых глауконитовых песков и доломитизированных, иногда сидеритовых песчаников с фосфоритовыми горизонтами в основании. Мощность этих отложений изменяется от 40—60 *м* (местами 90 *м*) на Южной Эмбе до 120—190 *м* в восточной части Прикаспийской низменности. На Урало-Эмбенском плато он представлен кварцевыми, внизу мелкозернистыми, выше — разнозернистыми песками, обогащенными каолиновым материалом с подчиненными прослоями и тонкими прослойками бурых углей, мощность отложений 50—110 *м* (рис. 23).

Верхний альб в Прикаспийской впадине почти всюду представлен бурыми и желто-бурыми, иногда светло-серыми разнозернистыми (от мелко- до крупнозернистых) песками и песчаниками, содержащими тонкие прослои и линзы глин. Только на западе Прикаспийской низменности он сложен глинами, участками песчанистыми, с прослоями разнозернистых песков и песчаников общей мощностью 40—50 *м*. Мощность песчаных отложений верхнего альба, составляющих основной водоносный горизонт, изменяется от 30—70 *м* на Урало-Эмбенском плато до 300 *м* и более на Южной Эмбе.

Верхнемеловые отложения также представлены всеми ярусами.

Сеноман в Прикаспийской низменности сложен глинами (до 60 *м*), иногда песчанистыми с прослоями мелкозернистых, местами глауконит-

товых песков и песчаников. В основании некоторых разрезов, а также в верхней более песчаной части рассматриваемых отложений прослеживаются глауконитовые пески с гальками и желваками фосфоритов.

Турон и коньяк в большинстве разрезов Прикаспийской впадины представлен мергелями, на северо-востоке известковистыми глинами и песчаниками с прослоями глин и мела. В основании турона обычно прослеживаются серые песчанистые мергели, кварц-глауконитовые песчаники (до 0,5—1 *м*) или фосфоритовая плита (до 0,4 *м*). Общая мощность отложений изменяется от 40—50 *м* на западе до 60—90 *м* на юге и востоке впадины.

Сантон в западной части Прикаспийской низменности представлен глинистыми мергелями и известняками общей мощностью до 100 *м*. В восточной части низменности нижний сантон (до 35 *м*) образован мергелями с прослоями алевритов, писчего мела, известняков или глин (в северных разрезах) с фосфоритовыми горизонтами в основании, а верхний (до 50 *м*) — мергелями с прослоями известковистых глин.

На Южной Эмбе почти весь сантон (до 48 *м*) сложен чередованием мергелей и писчего мела с желваками фосфоритов в основании.

Кампан в Прикаспийской низменности, на Южной Эмбе и в западной части Урало-Эмбенского плато представлен чередованием слоев мелоподобных, местами глинистых мергелей, писчего мела и известковистых глин с фосфоритовыми горизонтами в основании. К северо-востоку и востоку мергели постепенно сменяются глинами известковистыми, иногда песчанистыми, с прослоями мелко- и среднезернистых песков и песчаников, увеличивающихся в мощности к востоку. Наибольшая мощность отложений кампана на Южной Эмбе достигает 200 *м*, на западе Прикаспийской низменности она уменьшается до 165 *м*, в западной части Урало-Эмбенского плато — до 100—115 *м* и затем последовательно сокращается к востоку.

Маастрихт почти на всей площади Прикаспийской впадины представлен переслаиванием писчего мела с мелоподобными известняками и мергелями в нижней части и преимущественно писчим мелом — в западной. В основании разрезов обычно прослеживается песчанистый мергель с галькой и желваками фосфоритов (до 1—1,5 *м*). К востоку количество прослоев мергеля возрастает, а мел становится все более песчанистым. Мощность отложений последовательно снижается от 180—205 *м* в центральной части впадины до 75—50 *м* и менее на востоке и северо-востоке.

Датский ярус известен в Прикаспийской низменности, на Южной Эмбе и в западной части Урало-Эмбенского плато, где он образован мелоподобными мергелями с прослоями писчего мела, мелоподобных известняков и известковистых глин, иногда опок. К периферийным зонам впадины мергели становятся более глинистыми, а к северо-востоку появляется горизонт известняков. На Южной Эмбе и Урало-Эмбенском плато в основании отложений датского яруса прослеживается слой кварцевой гальки и желваков фосфорита. Мощность изменяется от 50—75 *м* на Южной Эмбе и в Прикаспийской низменности до 45—50 *м* и менее на востоке и севере впадины.

В Актюбинском Приуралье отложения меловой системы сохранились повсеместно, и наиболее полно они развиты в бассейне верхнего течения р. Илека.

Апт и нижний альб по левобережью р. Илека образованы морскими темно-серыми и черными глинами (50—80 *м* и более) с прослоями алевролитов, мелкозернистых песков и песчаников. В основании толщи залегает слой галечника с галькой кварца, иногда фосфоритов.

Средний и верхний альб (до 100 *м*) представлен светло-серыми и белыми разнозернистыми, нередко грубозернистыми или гравелистыми кварцевыми песками с прослоями и линзами алевритистых и каолинистых глин, а местами ожелезненных грубозернистых песчаников. В основании толщи прослеживаются прослои гравия или галечников. На Орь-Илекской возвышенности пески становятся более мелкозернистыми с караваями и линзовидными прослоями кварцитовидных песчаников и каолинистых глин.

В Арало-Тургайском районе меловые отложения выходят на поверхность в ядрах поднятий и вскрыты скважинами. На Мангышлаке они образуют прекрасные обнажения, а на Устюрте известны в основном по данным бурения. Нижнемеловые отложения представлены всеми ярусами.

Валанжин (20—120 *м*) в нижней части сложен песчанистыми известняками с прослоями известковистых песчаников, с фосфоритовой и кварцевой галькой в основании, а в верхней — мелкозернистыми песками, песчаниками и глинами, иногда с прослоями мергелей и известняков.

Готерив (10—80 *м*) представлен глинами, мелкозернистыми песками и песчаниками, иногда с прослоями мергелей и известняков с галькой в основании — кварцевая, глинистая и фосфоритовая галька.

Баррем сложен толщей пестроцветных глин, алевритов, песков, алевролитов и песчаников. Их мощность на Мангышлаке достигает 50—110 *м*, а на Северном Устюрте — 350—470 *м*.

Апт (40—170 *м*) представлен морскими глинами с прослоями алевритов, алевролитов, песков и песчаников с септариевыми конкрециями. В основании прослеживается пласт песчаника с галькой кварца, песчаников и фосфоритов.

Альб образован в нижней части преимущественно глинистыми, а в верхней — песчаными отложениями. Мощность их достигает 500—650 *м*, из них на долю верхних приходится 100—200 *м*.

Верхний мел Мангышлак-Устюртского района представлен морскими образованиями всех его ярусов.

Сеноман (80—160 *м*) сложен мелкозернистыми песками с прослоями глин и песчаников с характерными шаровыми песчаными конкрециями, иногда с фосфоритовым горизонтом в основании. Песчанистость отложений увеличивается в западной части Мангышлака и уменьшается в его восточной части и на Устюрте.

Турон и коньяк на Мангышлаке сложены песками и песчаниками, мелоподобными мергелями и мелом с прослоями фосфоритов. На Западном и Центральном Устюрте они представлены песками с прослоями песчаников, известняков и глин, содержащих фосфориты. На Северном Устюрте эти породы сменяются глинами с прослоями мелкозернистых песков, песчаников и алевритов. Мощность их колеблется от 5—10 до 80—100 *м*.

Сантон (5—100 *м*) на Мангышлаке представлен белыми мергелями и писчим мелом, которые на Центральном и Северном Устюрте замещаются песчаниками и песчанистыми известняками (нижняя часть) и глинами, алевритами и мергелями (верхняя).

Кампан (120—220 *м*) и маастрихт (15—290 *м*) сложены белым писчим мелом и мелоподобными мергелями, с прослоями известняков и известковистых песчаников.

Датский ярус (10—170 *м*) представлен известняками, известковистыми песчаниками и мергелями с кремнистыми конкрециями.

Палеоген в Западном Казахстане распространен так же широко, как и отложения меловой системы.

В Прикаспийской впадине отложения палеогена прослеживаются на значительных площадях в западной, южной и восточной окраинах впадины, на междуречье Урала и Волги, а также выполняют межкупольные депрессии и компенсационные мульды. В составе палеогена выделяются отложения палеоцена, эоцена и олигоцена.

Палеоцен в западной части Прикаспийской низменности представлен глинами, вверху местами опоковидными, иногда с прослоями алевролитов, реже песчаников. На северном, восточном и южном обрамлениях низменности, включая южные отроги Общего Сырта и Южной Эмбы, к нему относятся песчано-глинисто-опоковые породы. Мощность отложений палеоцена изменяется от 30—45 *м* на юго-востоке до 100—180 *м* в центральной части низменности.

Эоцен в Прикаспийской низменности сложен глинами, к востоку аргиллитоподобными, с прослойками алевролитов, песков, песчаников, иногда мергелей Максимальная мощность эоцена (408 *м*) установлена в Аралсорской сверхглубокой скважине.

На Южной Эмбе и в южной части Урало-Эмбенского плато отложения эоцена представлены опоками, известняками и опоковидными глинами с прослоями алевролитов, мелкозернистых песков и песчаников. Количество прослоев опоковидных и кварцевых песчаников увеличивается вверх по разрезу, а также в северном и восточном направлениях.

Олигоцен в Прикаспийской низменности, на Южной Эмбе и в западной части Урало-Эмбенского плато характеризуется глинами с прослоями и линзами песков, песчаников и гравийных конгломератов в верхней части разреза. Мощность их составляет 60 *м* на востоке до 100 *м* в западной части Прикаспийской низменности и 200—220 *м* — в низовьях р Урала и на Южной Эмбе. Более молодые отложения континентального олигоцена известны на крайнем юго-востоке Прикаспийской впадины, где они выделяются под названием чаграйской свиты (2—20 *м*), представленной косослоистыми грубозернистыми песками и кавернозными песчаниками Пески содержат прослои и линзы обломков изверженных пород.

В Актюбинском Приуралье отложения палеогена сохранились лишь в изолированных пунктах. Здесь нижний палеоцен образован глинами, известковистыми или песчанистыми с прослойками известковистых мелкозернистых песчаников (до 30 *м*) Выше прослеживается толща глауконит-кварцевых песков, песчаников, глин и опок верхнего палеоцена — среднего эоцена.

В Арало-Тургайском районе, а также в самой северной части Устюрта палеоген представлен тремя отделами.

Палеоцен сложен глинами, местами с прослоями песков и мергелей, иногда известняков и песчаников мощностью 2—16 *м*.

Нижний эоцен представлен известняками, а местами глауконитовыми песками с прослоями глин мощностью 1—10 *м*.

Средний и верхний эоцен (тасаранская свита) сложен мергелями и мергелистыми глинами, местами нуммулитовыми известняками и кварц-глауконитовыми песками, а также опоковидными глинами с прослоями и линзами алевритов. Верхний эоцен (саксаульская свита) представлен кварцевыми песками с прослоями алевритов, глин и песчаников, которые местами замещаются глинами и алевритами с прослоями песков и песчаников общей мощностью до 150—200 *м*. Нижний олигоцен (чеганская свита) сложен глинами с прослоями алевролитов, реже песков, с конкрециями мергелей общей мощностью 100—150 *м*.

Средний и верхний олигоцен на юго-западе Актюбинского Приуралья сложены морскими отложениями (глинами с прослоями алеври-

тов и песков мощностью 60—80 *м* — в нижней и песками с прослоями глин и алевритов до 50—100 *м* в верхней частях), а на северо-востоке континентальными породами (пески, песчаники, алевриты, глины мощностью до 140 *м*).

В Мангышлак-Устюртском районе палеоген представлен всеми своими отделами.

Палеоцен и нижний эоцен (10—35 *м*) на п-ове Бузачи сложены мергелями, на Мангышлаке и Устюрте — кварц-глауконитовыми песками и песчаниками, а местами мергелями и песчанистыми известняками.

Нижний и верхний эоцен (50—190 *м*) сложены известняками, мергелями и сильно карбонатными глинами с песчаным горизонтом внизу.

Олигоцен (вместе с нижним миоценом) сложен однообразной толщей глин мощностью от 10 до 800 *м*.

Неогеновые отложения в Прикаспийской впадине образованы отложениями миоцена и верхнего плиоцена.

Миоцен имеет ограниченное распространение и представлен морскими и континентальными фациями.

Нижняя часть толщи морских отложений (тортонский ярус) известна в юго-западной части Прикаспийской низменности, где она составлена карбонатными глинами мощностью 40—55 *м*. Верхняя их часть (сарматский ярус) сохранилась от размыва в виде пятен в западной части Урало-Эмбенского плато. В наиболее полных разрезах она представлена чередованием пестроокрашенных глин с мелкозернистыми песками, известковистыми песчаниками и известняками. Максимальная мощность этих отложений (48 *м*) установлена севернее р. Эмбы на плато Актолагай.

Континентальные аналоги морских отложений миоцена (до 100 *м*) известны в нескольких мульдах оседания по левобережью р. Илека, в грабенах некоторых соляных куполов восточной и северо-восточной части Урало-Эмбенского плато, в углублениях древнего эрозионного рельефа. Они представлены каолинизированными глинами с мергелистыми журавчиками, чередующимися с кварцевыми песками, иногда с окварцованными песчаниками и конгломератами.

Верхний плиоцен пользуется преимущественным распространением на западе, где его морские отложения совместно с морскими древнечетвертичными осадками выполняют наложенную синеклизу, вписывающуюся в контуры современной Прикаспийской низменности. На Урало-Эмбенском плато древние переуглубленные погребенные долины Уила, Урала, Утвы, Илека и Хобды заполнены озерно-аллювиальными отложениями акчагыла. В северо-западных районах низменности распространены сыртовые отложения, формировавшиеся в конце плиоцена — начале четвертичного периода.

Акчагыл в Прикаспийской низменности образован глинами с прослоями алевритов песков и мергелей, в основании часто с базальными конгломератами общей мощностью 60—350 *м*. На некоторых участках встречаются ракушечники, мергели, известняки и песчаники.

Пресноводно-морские отложения акчагыла выполняют долины древних доакчагыльских рек; они представлены неслоистыми глинами мощностью не более 20 *м*, но в долине р. Илека до 100 *м*.

Апшерон по сравнению с акчагылом развит на несколько меньшей площади и в Прикаспийской низменности сложен аналогичными песчано-глинистыми породами мощностью в северо-восточных, прибрежных разрезах от 0 до 60 *м* и 150—326 *м* в межкупольных зонах.

Сыртовые (верхнеапшеронские) отложения широко развиты в северных районах Прикаспийской низменности, куда они сплошным покровом спускаются с южных отрогов Общего Сырта Среди этих отло-

жений выделяются подсыртовые пески (10—20 *м*), сыртовые слоистые глины (7—15 *м*) и сыртовые суглинки (15—20 *м*, местами более).

Неогеновые, в основном морские, отложения на Мангышлаке и Устюрте занимают обширные площади.

Нижний миоцен связан постепенным переходом с верхним олигоценом и часто объединяется с последним. На Мангышлаке и Бузачи он представлен глинами, иногда с прослоями алевролитов и песков общей мощностью до 100—250 *м*. На северо-восточном Устюрте нижний миоцен сложен глинами с прослоями алевролитов, мергелей и песков общей мощностью до 60 *м* в нижней и 10—15 *м* в верхней частях.

Нижняя часть среднего олигоцена (гельветский ярус) известна только на Северном Устюрте и представлена мелкозернистыми песками и песчаниками или глинами с прослоями песков с галечником в основании общей мощностью 20—40 *м*. Верхи этих отложений (тортонский ярус) сложены на Устюрте глинами с прослоями мергелей и известняков (в нижней половине) мощностью 5—60 *м*. На Мангышлаке тортон начинается с горизонта, сложенного мергелями, глинами, песками и песчаниками общей мощностью до 25—45 *м* (чокрак), выше прослеживаются пески, песчаники, гравелиты, карбонатные глины, гипсы, мергели и известняки мощностью до 35 *м* (караган), которые трансгрессивно перекрываются горизонтом оолитовых известняков, мергелей и глин с прослоями гипса, часто с галечниковым слоем в основании (конк), мощность их 0—30 *м*.

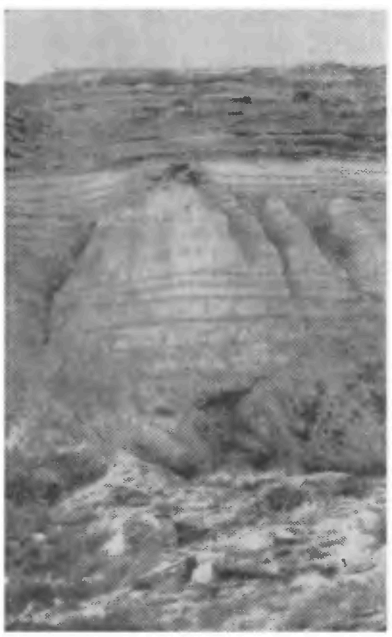


Рис. 24. Чинк плато Устюрт. (Фото Г. Т. Давидовича)

Верхний миоцен на Мангышлаке и Устюрте представлен сарматским и мэотическим ярусами. Первый из них здесь представлен всеми подъярусами, а на Устюрте только нижним и средним. Мэотис присутствует на Мангышлаке, а на Устюрте известен только на небольшом участке к югу от Кендерлысая.

Сарматский ярус сложен в нижней части (5—60 *м*) известковистыми глинами, мергелями, известняками и ракушечниками, в средней (20—45 *м*) глинами и известняками с прослоями мергелей и в верхней (10—70 *м*) — толстоплитчатыми известняками-ракушечниками с прослоями мергелей и глин, реже известковистых песчаников, алевритов и песков (рис. 24). Мэотические отложения с размывом залегают на различных горизонтах сармата и представлены известняками с прослоями мергелей мощностью до 60 *м*.

Понтический ярус сложен известняками с прослоями мергелей и известковистых глин мощностью от 4—16 *м* на Устюрте до 30—40 *м* на Мангышлаке.

В Арало-Тургайском районе миоцен и плиоцен сложены главным образом солоноватоводными и пресноводными отложениями.

Среди отложений миоцена наиболее широко распространена аральская свита (нижний миоцен). Восточнее Куландинской мегантиклинали

она сложена карбонатными глинами с глинистыми мергелями с прослоями известняков, алевролитов, песков и песчаников. Мощность свиты 15—35 *м*.

В Уралтау-Мугоджарском районе отложения неогена выполняют широко развитую систему древних долин. Они представлены глинами, с линзами и прослоями известняков, песков и песчаников. Мощность этих отложений составляет 20—30 *м*.

Четвертичные отложения. Среди четвертичных морских и озерно-аллювиальных (континентальных) отложений выделяются следующие ярусы: 1) бакинский, 2) хазарский, 3) хвалынский, 4) новокаспийский.

Среди них наиболее широким развитием пользуются глины различно окрашенные, затем пески кварцевые и кварц-полевошпатовые тонко-, средне- и разнозернистые с галькой и гравием и, наконец, в верхней части разреза преобладают суглинки и супеси. Они чередуются между собой, образуя прослои и линзовидные горизонты, иногда выклинивающиеся по простиранию. Общая мощность их непостоянна и колеблется от единиц до 100 *м* и более.

Бакинский ярус представлен морской и прибрежно-континентальной фациями. Отложения бакинского яруса, вскрытые буровыми скважинами, представлены серыми или темно-серыми, зеленовато-серыми слоистыми, нередко пылеватыми, слюдистыми и карбонатными глинами. В глинах часто встречаются прослои и линзы тонкозернистого песка и редкие прослои суглинков и супесей. В нижней части разреза присутствуют серые кварцевые и кварц-полевошпатовые глинистые пески с включением гальки и гравия.

Континентальные отложения бакинского яруса представлены полимиктовыми песками иногда с галькой и прослоями глин и супесей.

Бакинские отложения залегают на размытой поверхности более древних пород, вплоть до пермо-триасовых, и перекрываются более молодыми песчано-глинистыми образованиями. Мощность их достигает 20—50 *м* и более.

Хазарский ярус представлен морскими и континентальными осадками (озерные и речные). Морские отложения спорадически обнажаются в долине р. Урала и вскрыты буровыми скважинами. Представлены они глинами серого и темно-серого цвета с зеленоватым оттенком, местами с прослоями серых разнозернистых кварцевых песков с включениями гальки и гравия, а иногда глауконита. Мощность морских хазарских отложений 10—15 *м*. Приурочены они к понижениям на поверхности распространения бакинских, неогеновых и более древних пород.

Речные хазарские отложения представлены главным образом серыми глинами. В нижней части разреза глины переходят в пески мелкозернистые, реже среднезернистые, глинистые, полимиктовые, с включением битой ракуши, марганцовистых и марганцево-железистых стяжений. Эти породы залегают в понижениях на размытой поверхности морских хазарских отложений, т. е. в долинах блуждающих рек, заложенных в период регрессии хазарского моря.

Нередко в этих древних долинах встречаются песчано-галечные отложения, состоящие из горных пород Урала. Мощность 7—15 *м*.

Верхнюю часть хазарских отложений слагают ательские слои, представленные озерными и озерно-аллювиальными отложениями ледниковых потоков. Они состоят из чередования суглинков с гнездами песка и налетами известковистых солей, желтовато-серых кварцевых тонко- и мелкозернистых песков с примесью небольшого количества мелкой гальки и гравия, затем супеси и реже коричневых глин. Мош-

ность этих отложений, чередующихся между собой и образующих линзы и линзовидные прослои, не более 10 *м*.

Хвалынский ярус наиболее широко распространен и представлен преимущественно морскими и континентальными (речными, озерно-речными и делювиальными) отложениями. По времени образования и по литологическому составу они подразделяются на раннехвалынские и позднехвалынские слои. Раннехвалынские слои в нижней части разреза состоят из глин морского генезиса шоколадного цвета и тонко-или мелкозернистых желтоватых или коричневатых кварц-полевошпатовых песков, включающих гальку и гравий. Пески нередко по вертикали и по простиранию замещаются глинами. Для них характерна горизонтальная слоистость. Морские отложения выполняют древние глубокие, но не выраженные в рельефе долины, овраги и балки и перекрываются континентальными (озерно-аллювиальными и делювиальными отложениями) бурыми лёссовидными суглинками и супесями, переслаивающимися с кварцевыми пылеватыми песками. Континентальные отложения образуют сплошной покров различной мощности, перекрывающий как морские хвалынские осадки, так и более древние породы.

Позднехвалынские (кушумские) отложения, впервые выделенные М. М. Жуковым в 1946 г., слагают I надпойменную террасу р. Урала. Они в основном представлены темно-серыми глинами и супесями с редкими прослоями песка. Мощность хвалынских отложений 8—35 *м*.

Новокаспийский ярус преимущественно распространен по побережью Каспийского моря и в низовье долины р. Урала. Здесь развиты морские отложения с *Cardium edule,* представленные песками и песчанистыми глинами с прослоями супесей, суглинков и включением гальки плохой окатанности. Эти отложения образуют маломощные линзы, гнезда и прослои, чередующиеся между собой и часто выклинивающиеся по простиранию. Общая мощность отложений 1—2 *м*. В более северных частях Прикаспийской низменности отложения новокаспийского яруса представлены аллювиальными эоловыми и делювиальными отложениями.

Эоловые отложения на территории Западного Казахстана широко развиты в отдельных песчаных массивах. Наиболее крупными из них являются Нарынские (волжско-уральские) пески, занимающие площадь 30 тыс. *км*^{2}. Значительные площади занимают такие песчаные массивы, как: Прикаспийские Каракумы, Тайсойган, Большие и Малые Барсуки, Сам, Матайкумы, Баскудук, Тюесу, Саускан, Карынжарык, Тауп, Мамыт и др. Эоловые массивы возникли в результате развевания древнекаспийских и дочетвертичных песчаных отложений. Пески преимущественно пылеватые, мелко-среднезернистые, кварцевые или кварц-полевошпатовые. В понижениях между барханами, грядами и буграми встречаются суглинки и супеси. Мощность песков от 2—3 до 25—35 *м*.

Аллювиальные отложения выполняют речные долины, слагают поймы и надпойменные террасы. Они состоят из суглинков, песчанистых глин, супесей, песков разной зернистости гравелисто-галечникового материала с включением валунов (в долинах рек, примыкающих к Южному Уралу и Мугоджарам). Эти отложения к низовьям рек становятся более глинистыми. Мощность аллювиальных отложений колеблется от 1—2 до 70—100 *м*. К ним относятся также озерно-аллювиальные образования, имеющие широкое распространение на территории Прикаспийской низменности.

Надпойменные террасы речных долин сложены древними аллювиальными отложениями. В ряде долин (Илек, Урал) наблюдаются

погребенные русла, заполненные песчано-гравелисто-галечниковым материалом с включением валунов (район г. Актюбинска). Мощность аллювия в погребенных долинах достигает 72 *м* (возле пос. Хлебодаровского). В толще аллювия рек Улькаяка, Тургая и в низовьях Иргиза преобладают глинистые образования, представленные чаще загипсованными зеленовато-серыми вязкими глинами, которые являются переотложенными осадками морского палеогена. Мощность их достигает 20—30 *м*.

В речных долинах хр. Каратау (Мангышлак) в основании аллювия встречаются слои с грубым неотсортированным материалом, состоящим из щебенки и дресвы меловых и сланцевых пород.

Озерно-соровые отложения широко распространены в виде отдельных участков разного размера в пределах Прикаспийской низменности, Тургая, Северного Приаралья, плато Устюрт, п-ова Мангышлак, Бузачи. Эти отложения преимущественно представлены тонкозернистыми, часто глинистыми песками, песчанистыми глинами, иловатыми суглинками, встречается соль в виде кристаллов или прослоев и линз. Мощность этих отложений колеблется от 2—3 до 20—50 *м* (Индер и др.).

На водораздельных площадях и пологих склонах развиты покровные отложения, состоящие из бурых суглинков, супесей, песков и глин элювиального, делювиально-пролювиального субаэрального генезиса. Мощность этих отложений разнообразна, но чаще всего не превышает 20 *м*. Состав их отражает характер подстилающих пород.

МАГМАТИЗМ

Магматические породы широко развиты в Уралтау-Мугоджарском районе и связаны с докембрийским, кембрийским, ордовикско-нижнедевонским, среднедевонским, каменноугольным и верхнепалеозойским магматическими циклами. В мезозое проявлений магматизма не установлено. Они, по-видимому, отсутствуют вследствие окончания геосинклинальной стадии развития Урала.

Магматические формации представлены как продуктами вулканической деятельности, так и интрузиями. Первые залегают среди слоев осадочных пород палеозоя и докембрия и описаны выше. Здесь приводится лишь материал об интрузиях.

Докембрийский магматизм проявлялся на площадях Уральского и Восточно-Уральского поднятий. На площади первого (Орь-Илекское междуречье) он представлен метаморфизованными ультраосновными породами. В пределах Восточно-Уральского поднятия развиты габбро-амфиболиты, расположен крупный гранитный массив и мелкие тела милысайского комплекса, приуроченные к бассейнам рек Милысай и Улуталдык, а также Балаталдыкский массив различных гнейсо-гранитов и Богеттысайский — антофиллитизированных и карбонатизированных серпентинитов.

На севере Орь-Илекского междуречья известны межпластовые габброидные тела и дайки габбро-диабазов кембрийского этапа магматизма.

Ордовикско-нижнедевонский этап магматизма на западном склоне Орь-Илекской возвышенности проявился интрузиями габброидов, которые слагают крупный Кокпектинский массив в бассейне р. Кокпекты (Косистекский мегасинклинорий) и мелкие тела по периферии крупных гипербазитов (Центрально-Уральское поднятие, Тагило-Магнитогорский прогиб). В пределах Восточно-Уральского поднятия этот магматический цикл представлен улендысайским и молакайрактинским ин-

трузивными комплексами. Первый из них сложен в центральной части серпентинизированными перидотитами, а по краям серпентинитами; второй образует крупный массив Акчоко, представленный габбро-норитами, кварцевый габбро, диоритами и меланократовыми габбро-гранитами.

Среднедевонский этап интрузивного магматизма отмечен образованием крупнейшего Кимперсайского массива гибербазитов, расположенного в пределах Центрально-Уральского поднятия на водоразделе Ори, Урала, Илека. Этот массив вытянут меридионально на 80 *км* при ширине от 1 *км* — на севере до 50 *км* на юге. К северу от него расположен другой массив — Хабарнинский. Оба массива приурочены к крупной зоне разломов между Центрально-Уральским поднятием и Тагило-Магнитогорским прогибом. Гипербазиты серпентинизированы на глубину более 1200 *м*.

На площадях Косистекского мегасинклинория и Тагило-Магнитогорского прогиба распространены сравнительно мелкие тела гипербазитов, габбро, гранитов и их дайки (массивы Чангарский, Улеттинский, Аксуйский, Велиховский, Байбек и Северный Джамантау, габбровые массивы Мугоджарского хребта и др.).

В Восточно-Уральском прогибе магматические породы относятся к одному циклу, который разделяется на *среднедевонский — нижнетурнейский и нижнетурнейский — намюрский этапы*. Интрузии первого этапа представлены габбровыми массивами Текелитауским и Аксуйским, а второго — перидотитовой и габбро-гранитовой формациями.

Интрузии габбро-гранитового комплекса залегают в двух субмеридиональных зонах, соответствующих Маялинскому и Саркольскому глубинным разломам. К ним относятся Княктысайский, Аралтогайский, Ащисайский и др.

На площади Восточно-Уральского поднятия *верхнепалеозойские гранитные интрузии* образуют меридиональные пояса. Первый пояс, протягивающийся вдоль западной периферии поднятия, связан с глубинным разломом, отделяющим его от Тагило-Мугоджарского прогиба. Второй пояс проходит по разломам осевой части поднятия и третий связан с зоной разломов, ограничивающих структуры с востока. К западному поясу приурочены Кошенсайский, Борлинский, Тастесайский массивы с чрезвычайной пестротой петрографического состава. Центральный пояс включает Жосинский, Белькопинский, Кайрактинский и Ащесуйский плутоны сравнительно однородного состава. Вдоль третьего пояса лежат Актастинский, Тикбутакский, Талдысайский, Шотский, Копасайский и Акбулакский массивы, сложенные микроклиновыми, ортоклаз-микроклиновыми и биотитовыми гранитами.

Все интрузии разбиты трещинами тектонического и денудационного происхождения. Первые простираются на значительную глубину, особенно в зонах неотектонических перемещений, вторые охватывают лишь зону открытой трещиноватости, простирающуюся на глубину до 100 *м* и более.

Верхнепалеозойские интрузии образуют в рельефе возвышенности. К ним приурочено значительное число нисходящих родников.

Процессы серпентинизации сопровождаются увеличением объема пород до 1,8 раза по сравнению с первоначальным. Подобное явление ведет к возникновению по периферии и внутри тела ультрабазитов псевдотектонических нарушений и способствует развитию более интенсивной трещиноватости и обильности в контактирующих породах.

Внедрение раскаленных магм в скальные породы со сравнительно низкими температурами ведет к резкому перепаду температур, изме-

нению объема пород по периферии интрузивных тел и образованию повышенной трещиноватости в приконтактовой зоне массивов и связанных с ними даек.

Наряду с этим процессы выветривания обусловливают образование глинистой коры выветривания и кольматации трещин. Этот процесс снижает водообильность интрузивных пород палеозоя и докембрия.

ТЕКТОНИКА И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В пределах Западного Казахстана расположена крупная Прикаспийская впадина Русской платформы, восточнее которой протягивается южная оконечность Урала, а южнее и юго-восточнее — северо-западная часть обширной Туранской плиты.

Прикаспийская впадина, простирающаяся от предгорий южной оконечности Урала до Волги и от южных отрогов Общего Сырта к Каспийскому морю, расположена в юго-восточном углу Русской платформы и является глубочайшей экзогональной впадиной. От более приподнятых частей Русской платформы впадина отделена Волгоградским и Ждановским бортовыми уступами, восточное и южное ее ограничения определяются положением системы кулисных краевых швов платформы. Фундамент впадины сложен в западной части дорифейскими, в восточной — байкальскими складчатыми образованиями (доуралидами), залегающими, по геофизическим данным (Неволин, 1965), на глубинах 10—16 *км* (рис. 25).

Нижний структурный ярус осадочного чехла Прикаспийской впадины, по-видимому, образуют отложения рифея и нижнего палеозоя, залегающие, вероятно, с резким угловым несогласием на складчатых породах фундамента. По времени накопления они синхронны геосинклинальным формациям доуралид.

Второй структурный ярус осадочного чехла охватывает отложения от девона (по-видимому, среднего) до рэт-лейаса. В состав его входят пластичные соленосные отложения нижней перми, наличие которых определяет все многообразие локальных структур, развитых в надсолевых отложениях впадины. Подсолевые отложения яруса по сравнению с соленосными и надсолевыми изучены недостаточно. Установленная сейсморазведкой максимальная глубина залегания подошвы соленосных толщ достигает 11 *км* на левобережье Урала, в бессточных разливах рек, стекающих с Зауральских Сыртов, а максимальная первичная их мощность — 4,3 *км*. Вышележащие надсолевые отложения структурного яруса имеют мощность 4—5 *км* и более. С периодом накопления последних совпадает главный этап формирования локальных структур, созданных во впадине соляной тектоникой.

Третий структурный ярус осадочного чехла общей мощностью 2,5 *км* образован отложениями от юры до олигоцена. Его нижняя граница является скользящей, разной по возрасту в различных частях впадины. На восточной окраине определяющее несогласие проходит в основании триаса; на западной окраине Урало-Эмбенского плато и на Южной Эмбе — в основании аалена, в Прикаспийской низменности — в основании байоса.

Четвертый структурный ярус осадочного чехла Прикаспийской впадины образован неоген-четвертичными отложениями. В период накопления их на западе впадины обособилась крупная наложенная синеклиза, контуры которой отвечают очертаниям площади распространения мощных (до 500—600 *м*) отложений верхнего плиоцена.

Различия мощности и состава соленосных толщ, а также мощности перекрывающих их отложений определили различную интенсив-

ность проявления соляной тектоники в разных частях впадины. Пластическое перераспределение соленосных толщ привело к формированию в их пределах многочисленных локальных положительных и отрицательных структур. Среди положительных активными являются рудиментарные и нормально развитые соляные купола, а пассивными — обращенные межкупольные поднятия.

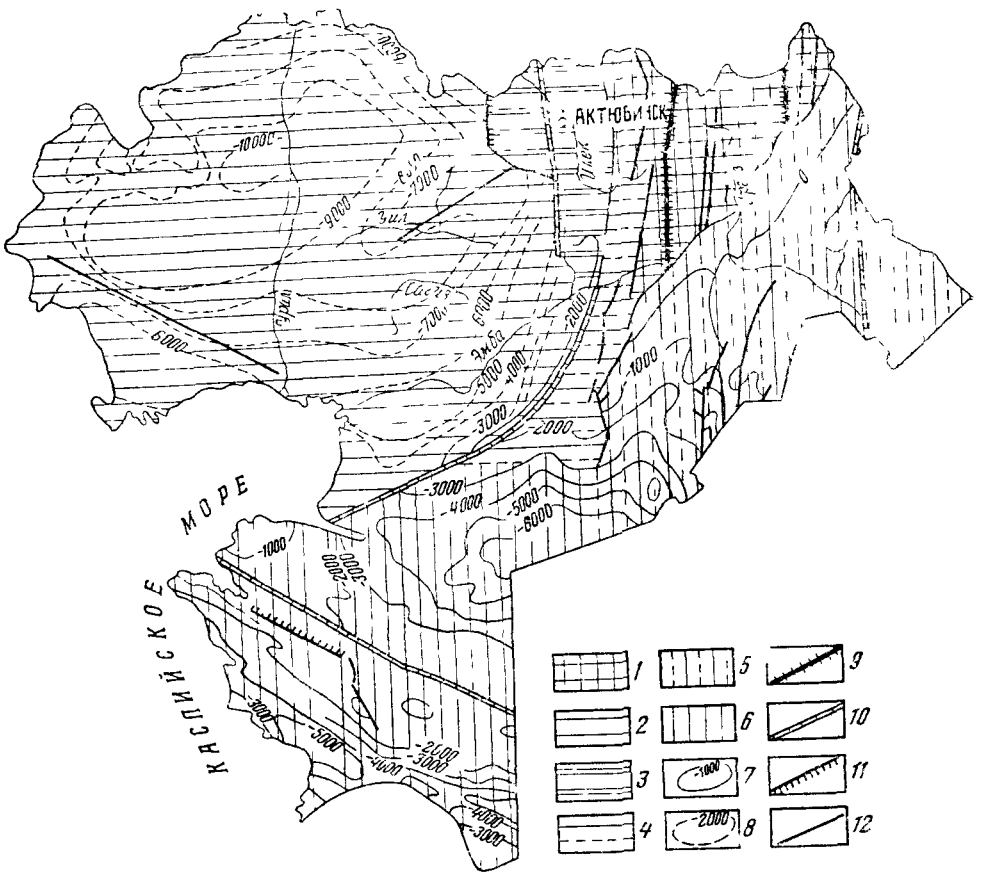


Рис. 25. Тектоническая схема Западного Казахстана

Структурно-тектонические области: *1* — Уралтау-Мугоджарская складчатая область; *2* — Прикаспийская впадина; *3* — Предуральский краевой и Актюбинский периклинальный прогибы; *4* — Примугоджарская система структур

Туранская плита: *5* — субмеридиональные структуры Североиого Приаралья и Тургая, *6* — субширотные структуры Устюрта и Маигышлака

Стратоизогипсы (абс. *м*): *7* — по кровле фундамента; *8* — по кровле подсолевых отложений

Тектонические нарушения: *9* — главнейшие глубинные разломы; *10* — разломы погребенные, *11* — флексуры; *12* — сбросы и другого типа разломы

Рудиментарные соляные купола прослеживаются на юго-восточной периферии Прикаспийской впадины и возникли над локальными линзами соли в полосе выклинивания соленосных толщ. Они известны также в некоторых достаточно широких межкупольных депрессиях, где приурочены к остаточным выступам соли. К категории этих структур относятся глубокие соляные купола, не прорванные солью, и лишь приподнимающие надсолевые слои. Мощность пермо-триасовой части разреза последних (над вершинами соляных массивов) заметно сокращена.

Нормально развитые соляные купола многочисленны (их свыше тысячи) и разнообразны — от миниатюрных до куполов-гигантов, таких, как Челкар, Индер, Эльтон, Баскунчак.

Вдоль западного и северного ограничений Прикаспийской впадины — Волгоградского и Жадовского уступов — протягиваются соляные антиклинали или, точнее, краевые соляные валы, протяженностью до 100 *км*, на которые как бы нанизаны соляные купола. К востоку от Волгоградского и к югу от Жадовского уступов в глубь Прикаспийской впадины краевые соляные валы сменяются обычными соляными куполами.

Среди нормально развитых соляных куполов различаются купола с закрытыми и открытыми соляными массивами. В западной части впадины интенсивный предакчагыльский срез и усиленный подъем привели к тому, что здесь воды акчагыльской трансгрессии непосредственно абрадировали соляные массивы большинства куполов. Например, в восточной части впадины ведущая роль в формировании ее небольших открытых соляных куполов принадлежала вторичной соляной тектонике, которая привела к образованию соляных шипов, осложняющих соляные массивы.

Среди локальных отрицательных структур Прикаспийской впадины различаются мульды оседания, компенсационные мульды и межкупольные депрессии. Возникновение структур двух первых типов частично (мульды оседания) или нацело (компенсационные) зависит от пластического перераспределения соли, а образование межкупольных депрессий обусловлено оттоком соли к соляным массивам тех куполов, между которыми они расположены.

Мульды оседания развиваются в сводовых частях куполов с плосковерхими или чаще со слабовогнутыми вершинами соляных массивов под действием процессов подземного выщелачивания соли. Эти процессы происходили в то время, когда растущие соляные массивы достигали уровня активных водоносных горизонтов и подземные воды начинали «слизывать» их вершины. Отложения, выполняющие мульды оседания, залегают с резким угловым несогласием либо над более древними отложениями надсолевого комплекса, слагающими своды соляных куполов (экранированные), либо непосредственно на их вершинах (наложенные). Первые в западной части Прикаспийской впадины выполнены неоген-четвертичными, в восточной ее части — палеогеновыми, а в Актюбинском Приуралье — меловыми и юрскими породами. В период, предшествующий накоплению слоев, выполняющих наложенные мульды оседания, надсолевые слои были срезаны эрозией, кровля была частично или полностью обнажена, а затем перекрыта солями, в которых впоследствии развились эти мульды.

Среди компенсационных мульд различаются вдавленные, расположенные внутри соляных массивов, и сопряженные, расположенные по их периферии. Первые встречаются лишь на тех куполах, кровля соляных массивов которых занимает значительную площадь. Эти мульды обычно бывают асимметричными. Они обладают крутыми склонами и нередко осложнены сбросами. Заложены они были в период формирования мезозойско-палеогенового структурного яруса и развивались в палеогене и даже в верхнем плиоцене и в четвертичное время. Сопряженные мульды обычно приурочены к крутым склонам соляных массивов и отделены от крыльев куполов сбросами, а от межкупольных депрессий — флексурообразным перегибом слоев.

Среди межкупольных депрессий существуют такие, в пределах которых соленосные толщи нацело выжаты и надсолевые слои непосредственно залегают на непластичных породах нижней перми. Однако

есть и такие, главным образом крупные межкупольные депрессии, откуда вследствие удаленности их от соляных куполов отток соли происходил неполно.

Для межкупольных депрессий характерны огромной (до 5—6 *км*) мощности отложения нижней части надсолевого комплекса (верхняя пермь и триас). Это указывает на то, что межкупольные депрессии были заложены и развивались уже на первом, основном, этапе формирования соляных куполов. Они, как и компенсационные мульды,

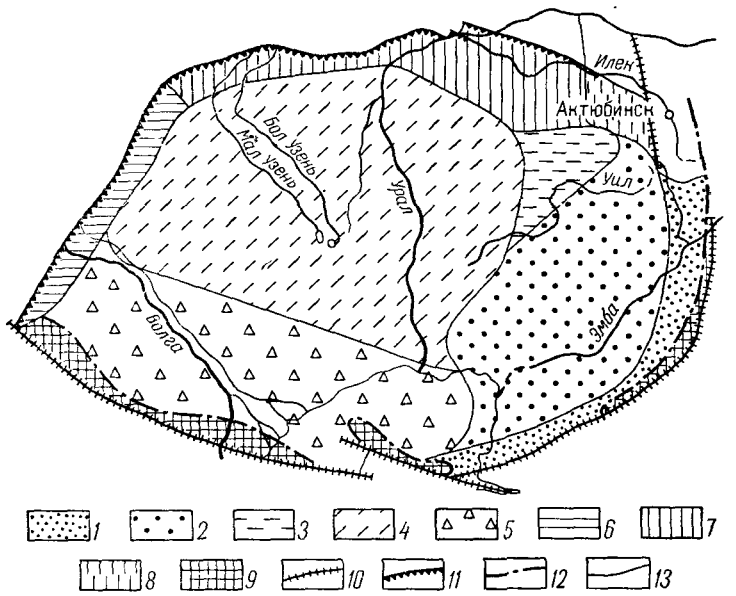


Рис. 26. Схема расположения структурных зон Прикаспийской впадины (по В. С. Журавлеву):

Структурные зоны: 1 — Юго-Восточная прибортовая; *2* — Эмбенская; *3* — Киильская; *4* — Центральная; *5* — Юго-Западная; *6* — Приволжская; *7* — Узень-Утвинская; *8* — Карахобдинская; *9* — приподнятые участки южной окраины впадины вне зоны соленосных отложений

Границы Прикаспийской впадины: 10 — внешние; *11* — внутренние; *12* — восточная и южная — распространения соленосных отложений нижней перми; *13* — между структурными зонами

возникли при пластическом перераспределении соленосных толщ, но являются структурами первичными и общими для нескольких куполов. Компенсационные же мульды образовались при распределении соленосных толщ не по щлощади, а внутри отдельного соляного массива и поэтому их следует расценивать как структуры вторичные и частные.

Мульды оседания, компенсационные мульды и межкупольные депрессии являются локальными отрицательными структурами, формирование которых определялось пластическим перераспределением соленосных толщ. Региональными отрицательными структурами также служат крупные области опусканий, очертания которых определяются контурами распределения структурных этажей осадочного чехла.

С учетом пространственного размещения локальных структур, созданных соляной тектоникой, в пределах Прикаспийской впадины могут быть намечены следующие структурные зоны: юго-восточная приобортовая, Эмбенская, Киильская, Центральная, Юго-Западная, Приволжская, Узень-Илекская, Карахобдинская (рис. 26).

Юго-Восточная прибортовая зона протягивается неширокой (до 50 *км*) полосой вдоль северного склона Южно-Эмбенского краевого поднятия от сора Мертвый Култук на северо-восток

к слиянию рек Эмбы и Темира, достигая верховьев последней. В пределах зоны подсолевое ложе залегает на глубинах не более 5 *км*. Соляная тектоника здесь проявлена слабо. Немногочисленные соляные купола разделены обширными межкупольными пространствами с почти горизонтальным залеганием надсолевых слоев. Большинство из этих куполов являются рудиментарными, прекратившими, или почти прекратившими развитие в верхнемеловое и палеогеновое время. Многие из них не получили отражения в отложениях палеогена, обычно развитых здесь на поверхности, и выявлены только сейсморазведкой по характеру залегания III отражающего горизонта — подошвы неокома. В отличие от обычно ориентированных линейно соляных куполов, установленных в западной и северной прибортовых зонах впадины, соляные купола Юго-Восточной прибортовой зоны расположены хаотично. Очевидно, здесь соленосные отложения кунгура развиты неповсеместно и соляные купола возникли над локально развитыми линзами соли.

На западе северная граница зоны намечается лишь условно, переход ее к сильно раздробленным соляным куполам более северной структурной зоны постепенный. Однако на северо-востоке предположительно намеченная граница фиксируется более уверенно — ей отвечает цепочка соляных куполов: Караоба, Актумсук, Южный и Северный Телеумбет, Айшуак, Гулюнсай и др.

К северу от района слияния рек Темир и Кульденен-Темир, на широте ст. Кандагач, эта зона примыкает к зоне погребенного под мезозоем Актюбинского и периклинального прогиба, где отчетливо прослеживаются меридионально ориентированные цепочки узких мезо-кайнозойских («дизъюнктивных») мульд.

Эмбенская структурная зона протягивается от северо-восточного побережья Каспийского моря и дельтовых разливов Эмбы и Сагиза на восток-северо-восток через междуречья Эмбы и Сагиза, Сагиза и Уила, к верховьям Уила и Темира. На юго-востоке она соприкасается с Юго-Восточной прибортовой, на западе — с Юго-Западной и Центральной, на северо-западе — с Центральной и Киильской, а на севере — с Карахобдинской структурными зонами. Почти все ее границы условны и только часть ее северо-западного ограничения совпадает с Хобчинским, а часть юго-восточного ограничения — с Чиркалинским погребенными разломами.

По мере движения на северо-запад от Юго-Восточной прибортовой зоны последовательно увеличивается глубина залегания подсолевого ложа и интенсивность проявлений соляной тектоники. Соляные купола становятся многочисленными, разнообразными по глубине эрозионного среза, морфологии и размерам и нередко почти сливаются друг с другом. Обычно их размеры невелики (до 20 $км^2$) и лишь изредка встречаются более крупные (Тамдыкуль, Акшукур). В большинстве случаев склоны соляных массивов крутые, осложненные уступами. В пределах зоны имеется всего два открытых купола — Карачунгул и Ащебулак, а все остальные являются куполами с закрытыми соляными массивами.

В тесной зависимости от глубины залегания и морфологии соляных массивов находятся надсолевые структуры куполов. Надсолевые отложения в их сводах залегают с глубоким размывом и обычно осложнены густой сетью продольных, поперечных и оконтуривающих сбросов.

На современной или дочетвертичной (на Южной Эмбе) поверхности зоны своды куполов сложены юрскими или нижнемеловыми, реже триасовыми, верхнемеловыми и даже палеогеновыми отложениями.

Некоторые относительно небольшие купола на северо-востоке зоны имеют брахиантиклинальное строение. Они либо не осложнены (Бес-

батыр, Елеймесаймрак, Кумкудук), либо нарушены продольными (Шубаркудук) или радиальными (Иткшук) разломами. Среди других, гораздо более многочисленных по количеству крыльев при современном или дочетвертичном срезе различаются одно-, двух-, трех-, четырехкрылые и более сложно построенные.

Купола Эмбенской зоны нередко сопровождаются сопряженными конпенсационными мульдами. В юго-западной ее части, где межкупольные депрессии сложены породами сенона, обычно эти мульды выполнены отложениями палеогена. В северо-восточной части, где в межкупольных депрессиях распространены преимущественно породы кампана и сантона, сопряженные компенсационные мульды выполнены отложениями кампана и маастрихта, реже палеогена. В зоне имеются немногочисленные мульды оседания.

Межкупольные депрессии зоны разнообразны по очертаниям, морфологии и размерам, причем их конфигурация всецело зависит от расположения соляных куполов. Среди них различаются раскрытые (преимущественно в юго-западной части зоны) и обрамленные (главным образом в ее северо-восточной части).

Киильская структурная зона лежит к северо-западу от северо-восточной части Эмбенской зоны. Она невелика по площади и охватывает восточную часть Хобдинского регионального гравитационного максимума. Ее наиболее отчетливая юго-восточная граница совпадает с гравитационной ступенью, намечающей положение Хобдинского погребенного разлома. Соляные купола зоны, по сравнению с куполами Эмбенской зоны, более редки, проще построены, слабее нарушены сбросами и разделены обширными пологопрогнутыми межкупольными депрессиями. Как компенсационные мульды, так и мульды оседания в зоне редки, но последние занимают значительные площади и выполнены отложениями акчагыла (Жекендысай) или апшерона и четвертичными (Майлисай и Чингиз). Среди межкупольных депрессий в зоне наряду с раскрытыми имеются и обрамленные.

Центральная структурная зона занимает большую западную часть Прикаспийской впадины и соответствует области наибольших глубин залегания подсолевого ложа. Она простирается от подножий Зауральских Сыртов до левобережья Волги и от южных отрогов Общего Сырта от Нарынских песков. На востоке она соприкасается с Киильской, на юго-востоке — с Эмбенской, на юго-западе — с Юго-Западной, на западе — с Приволжской, а на севере и северо-востоке — с Узень-Илекской структурными зонами. Почти все ее границы условны и только ее юго-западное ограничение определяется линейной цепочкой соляных куполов, протягивающихся от оз. Баскунчак к дельте р. Урала вдоль погребенного Азгирского разлома. Контуры зоны почти совпадают с очертаниями крупной наложенной синеклизы, выполненной мощными (до 600 *м* и более) верхнеплиоценовыми и четвертичными отложениями. Они почти нацело закрывают подстилающие породы и только лишь местами, на отдельных куполах, обнажены более древние слои пород кунгура включительно.

Зона разделяется на две части: восточную, простирающуюся от подножий Зауральских Сыртов и Южной Эмбы на запад до правого притока Урала — р. Кушум, и западную, протягивающуюся от р. Кушум на запад до Приволжской структурной зоны. В восточной части зоны межкупольные депрессии обычно выполнены породами сенона (преимущественно маастрихта) и лишь в наиболее прогнутых их участках, а также в резкоочерченных компенсационных мульдах обособляются отложения палеогена. Последние в западной части зоны заполняют все межкупольные депрессии и компенсационные мульды. На доверхне-

плиоценовом срезе в восточной части зоны преобладают закрытые, а в западной — открытые соляные купола.

Среди куполов восточной части зоны своими размерами выделяются купола-гиганты: Индер, Санкебай-Круглый и Челкар. Так, площадь крупнейшего соляного купола Санкебай-Круглый в верхнем сечении соляного массива достигает 2200 *км*^{2} при высоте 9 *км* и более.

Отдельные купола с крупными соляными массивами встречаются и в западной части зоны. Так, протяженность узких соляных массивов куполов Акоба Восточная и Батпаксор достигает соответственно 32 и 56 *км* при ширине *1*—*7* и *2*—*9* *км*; площадь соляного массива купола Муратсай в верхнем сечении достигает 200 *км*^{2}, а обнаженной части купола-гиганта Баскунчак — 360 *км*^{2}. Склоны соляных массивов куполов этой части зоны обычно крутые, местами вертикальные, иногда осложненные соляными карнизами или вторичными поднятиями по периферии. Над вершинами соляных массивов большинства закрытых на верхнеплиоценовом срезе куполов сохранились маломощные (до 100 *м*, реже более) отложения триаса, юры, реже мела, заполняющие неровности кровли соляных массивов и разбитые сетью сбросов. Открытые на доверхнеплиоценовом срезе или приближенные к нему соляные массивы куполов вдоль склонов обычно опоясаны узкими лентами юрских и меловых отложений, расчлененными на перегибах сбросами на отдельные сегменты. В западной части зоны, как и в ее восточной части, лишь изредка встречаются одно- или двукрылые купола с большим количеством крыльев в плане. По сравнению с куполами, соляные массивы которых приближены к доверхнеплиоценовой поверхности или выведены на нее, здесь реже встречаются купола с относительно погруженными соляными массивами.

Некоторые нормально развитые соляные купола западной части зоны и купола-гиганты сопровождаются сопряженными компенсационными мульдами. Мульды оседания встречаются и здесь, но выделены пока далеко не везде. Экранированные мульды оседания установлены на куполах Аралсор и Батпаксор. Среди межкупольных депрессий на доверхнеплиоценовом срезе различаются обрамленные и раскрытые. Некоторые из них построены достаточно сложно.

Юго-западная структурная зона охватывает южную часть Прикаспийской низменности. Ее границы на севере определяются цепочкой куполов Азгирского разлома, на юге — восточным продолжением погребенного главного надвига Донбасса и кулисообразно подставляющим его Северо-Каспийским краевым швом Русской платформы. На западе эта зона граничит с Приволжской структурной зоной, а на востоке уходит под воды Каспийского моря. По-видимому, недалеко от восточного берега моря она граничит с Эмбенской и Юго-Восточной прибортовой структурными зонами.

Северо-Каспийский краевой шов, вдоль которого протягивается погребенное поднятие, проходит в северной части Каспийского моря. Непосредственно за его крутым северным склоном отмечаются первые соляные купола, над сводами которых подошва неокома прослеживается на глубине около 2 *км*. По мере продвижения на север соляные массивы воздымаются и окраинные рудиментарные купола сменяются нормально развитыми. Северная окраина зоны представляет собой относительно узкую, но заметно расширяющуюся к западу полосу, ограниченную на юге берегом моря, а на севере — цепочкой соляных куполов Азгирского разлома. Восточная ее часть достигает дельты Урала, на западе — левобережья Волги. Соляная тектоника в ее пределах проявилась достаточно активно. На крайнем ее востоке, близ дельты Урала, известны купола Мартыши и Камышитовый, а на западе —

Жамбай, по морфологии близкий к куполам Эмбенской структурной зоны.

Приволжская структурная зона, лежащая за пределами Казахской ССР, протягивается относительно неширокой (до 50—60 *км*) полосой вдоль Волгоградского уступа, ограничивающего с северо-запада Прикаспийскую впадину. В ее пределах намечаются ориентированные вдоль названного уступа полосы соляных валов, осложненных соляными куполами.

Узень-Илекская структурная зона от верховья р. Еруслан продолжает на восток Приволжскую зону и протягивается вдоль Жадовского уступа, соприкасаясь на юге с Центральной и Киильской, а на востоке — с Карахобдинской зонами. В ее составе выделяются западная — Узеньская часть, почти нацело перекрытая верхнеплиоценовыми и четвертичными отложениями, и восточная — Утвинская, охватывающая северную окраину Урало-Эмбенского плато.

В Узеньской части зоны, как и в Прикаспийской, локальные структуры, созданные соляной тектоникой, ориентированы вдоль бортового уступа. В районе ст. Озинки, на южных склонах Общего Сырта, намечается ряд обособленных структур субширотного простирания. С севера на юг здесь выделяются полосы небольших поднятий с выходами в сводах отложений верхнего, реже нижнего мела, вытянутых более крупных поднятий с выходами в сводах отложений верхнего мела, интенсивно нарушенных продольными и короткими поперечными сбросами и сильно вытянутых поднятий с выходами в сводах отложений мела, реже юры с относительно несложной системой дизъюнктивных нарушений. Эти полосы поднятий разделены относительно неширокими (до 6—8 *км*), но часто глубокими (с амплитудами до 500 *м*) линейными прогибами, выполненными отложениями палеогена.

В Утвинской части зоны, к востоку от р. Урала, ориентированные полосы линейных дислокаций поворачивают к юго-востоку, образуя широкую дугу, обращенную выпуклостью на северо-восток. По северной и юго-восточной ее периферии, близ р. Урала, а также между верховьями рек Киила и Бол. Хобды, ориентированные цепочки локальных структур сменяются незакономерно расположенными соляными куполами. Однако в отличие от внутренних частей Прикаспийской впадины купола здесь встречаются редко, более просты по морфологии и обычно невелики по размерам.

На западе Утвинской части зоны, к западу от р. Утвы, в северо-северо-западном направлении протягиваются две цепочки соляных куполов, разделенные общей узкой протяженной межкупольной депрессией. Многие из этих куполов сопровождаются компенсационными мульдами, выполненными отложениями палеогена и отчетливо выделяющимися на фоне смежных межкупольных пространств, в пределах которых распространены породы сенона. На сводах ряда куполов, соляные массивы которых приближены к дневной поверхности, известны мульды оседания, выполненные отложениями миоцена или акчагыла.

На востоке Утвинской части зоны, от верховьев рек Утвы и Киила до низовьев Илека и Хобды прослеживаются ориентированные линейные поднятия и прогибы, осложненные соляной тектоникой. Из них наиболее отчетливо выделяется Ишкырганская антиклинальная полоса, протяженностью около 90 *км*. От нее к востоку в том же северо-западном направлении прослеживается Камышевская антиклинальная полоса и далее — Линевская антиклинальная полоса, проходящая уже вне пределов Казахской ССР.

Карахобдинская структурная зона лежит на простирании Предуральского краевого прогиба. На западе она граничит

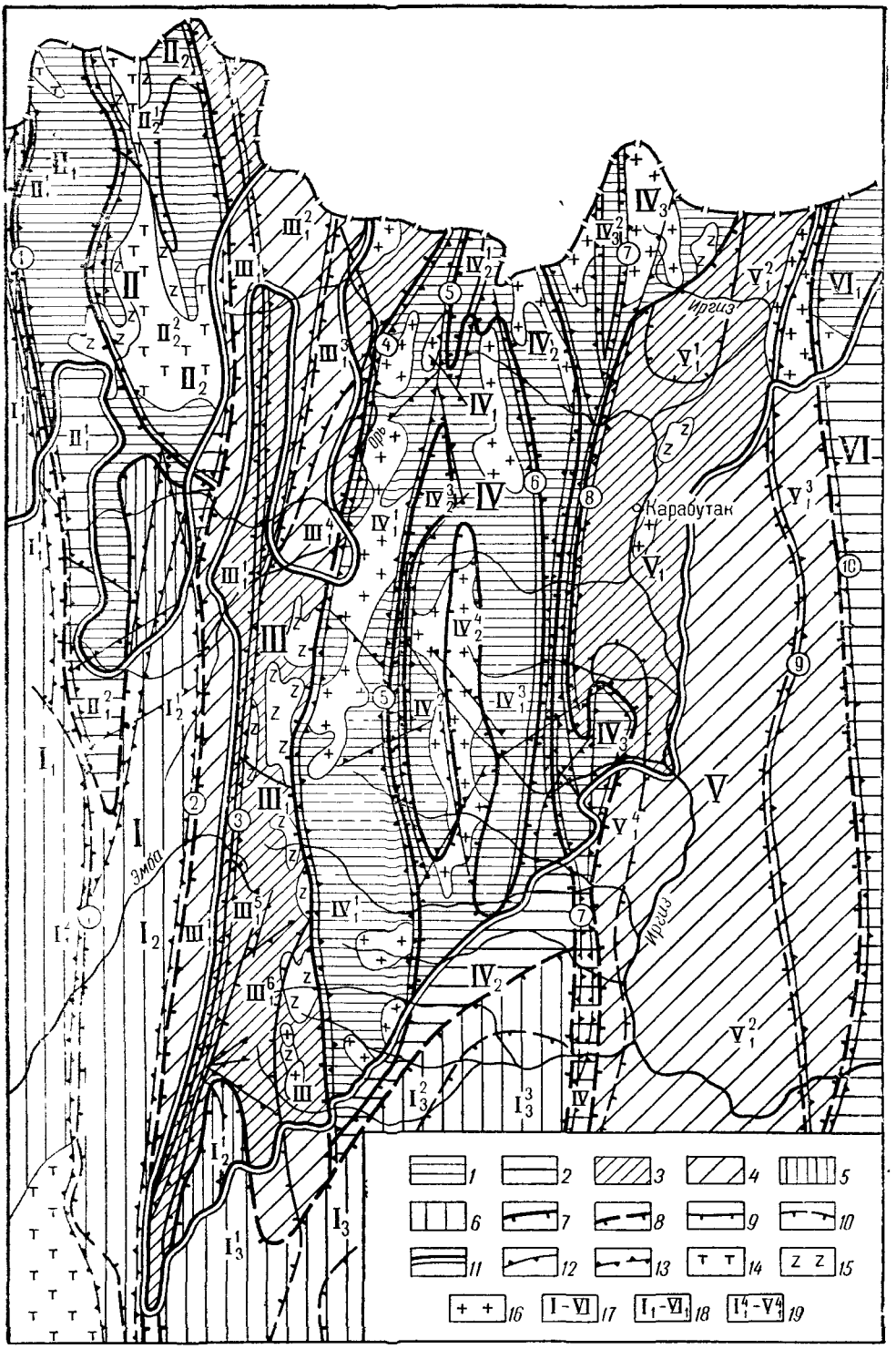


Рис. 27. Схематическая тектоническая карта южной оконечности Урала.
(Составил П. Л. Смольяников)

Структурно-фациальные зоны: 1 — эвгеосинклинальные поднятия, *2* — то же в закрытой части, *3* — эвгеосинклинальные прогибы; *4* — то же в закрытой части, *5* — многеосинклинальный пери-

с Узень-Илекской зоной, на востоке — с Актюбинским периклинальным прогибом, на юге — с Киильской и Эмбенской зонами.

К северу от Карахобдинской зоны, на правобережье р. Илека, в пределах Предуральского краевого прогиба развиты в основном отложения перми и триаса, в которых прослеживаются пологие меридионально ориентированные складки, осложненные соляной тектоникой. Своды некоторых антиклиналей здесь сопровождаются узкими линейными мульдами оседания («дизъюнктивными мульдами»), возникшими в результате карстовых опусканий над сводами антиклиналей и выполненными мезо-кайнозойскими отложениями. К югу эта полоса структур постепенно погружается и в бассейне р. Илека и на ее продолжении на поверхности развиты породы верхнего триаса и юры, а в бассейне р. Бол. Хобда — породы мела. Южнее выделяются соляные купола, которые часто группируются в меридионально ориентированные системы, на некоторых из них выделяются экранированные мульды оседания, заполненные отложениями палеогена. Здесь меридионально ориентированы не только системы соляных куполов, но и крупные грабены (Чандинский и др.), выполненные отложениями мела, палеогена.

Западная граница меридионально ориентированных структур Карахобдинской зоны проходит приблизительно по меридиану 50°30′. К этой границе косо, под острым углом, проходят с запада наиболее восточные полосы структур Узень-Илекской зоны.

Южная оконечность Урала. Урал представляет собой одну из наиболее крупных герцинских линейных складчатых структур с выдержанным простиранием. Геосинклинальные образования Урала можно подразделить на два крупных комплекса: 1) доуралиды, которые объединяют докембрийские и кембрийские породы, и 2) уралиды, охватывающие породы от ордовика до нижнего триаса. На Урале, на его южной оконечности выделяются три основные тектонические зоны: эвгеосинклинальная зона восточного склона (Тагило-Магнитогорский прогиб, Зауральское поднятие и Тюменско-Кустанайский прогиб), миогеосинклинальная зона осевой полосы (Центрально-Уральское поднятие) и система краевых и периклинальных прогибов (Предуральский краевой, Актюбинский и Атжаксинский периклинальные прогибы, рис. 27).

клинальный прогиб; *6* — то же в закрытой части; *7* — границы мегантиклинориев и впадины; *8* — то же в закрытой части; *9* — границы антиклинориев и синклинориев, мегантиклиналей и мегасинклиналей, горст-антиклиналей и грабен-синклиналей; *10* — то же в закрытой части; *11* — граница южной оконечности палеозойских складчатых структур Урала, выходящих на дневную поверхность; *12* — глубинные разломы; *13* — то же в закрытой части

Интрузивные формации: 14 — гипербазитовая; *15* — габбровая; *16* — гранитовая.

17 — Структуры I порядка: I — Актюбинский периклинальный прогиб; II — Центрально-Уральское поднятие; III — Тагило-Магнитогорский прогиб; IV — Восточно-Уральское поднятие; V — Восточно-Уральский прогиб; VI — Зауральское поднятие.

18 — Структуры II порядка: II_1 — Алимбетско-Кокпектинская впадина; I_2 — Бакайско-Эмбенская впадина; I_3 — Берчогурско-Челкарская впадина; II_1 — Коснстекско-Аксуйский мегасинклинорий; II_2 — Уралтау-Кемпирсайский мегантиклинорий; III_1 — Западно-Мугоджарский мегасинклинорий; IV_1 — Мугоджарский мегантиклинорий; IV_2 — Уимшлско-Кайрактинский мегасинклинорий; IV_3 — Текельдытауский мегантиклинорий; V_1 — Приыргизский мегасинклинорий; V_1 — Каракольско-Карашатауский мегантиклинорий

19 — Структуры III порядка: I_1^1 — Алимбетская мегасинклиналь; I_1^2 — Изембетско-Кокпектинская мегантиклиналь; I_2^1 — Бакайская мегасинклиналь; I_3^1 — Берчогурская мегасинклиналь; I_3^2 — Каульджурская мегантиклиналь; I_3^3 — Челкарская мегасинклиналь; II_1^1 — Коснстекский синклинорий; II_1^2 — Аксуйская мегантиклиналь; II_2^1 — Хабарнинская мегасинклиналь; II_2^2 — Кемпирсайский антиклинорий; III_1^1 — Приыугоджарская мегасинклиналь; III_1^2 — Катынадырская мегантиклиналь; III_1^3 — Среднеорская мегасиинклиналь; III_1^4 — Жамантауская мегантиклиналь; III_1^5 — Бохтыбайская мегантиклиналь; III_1^6 — Кундыздинская мегасинклиналь; III_1^7 — Жанганинская мегантиклиналь; IV_1^1 — Талдыкский антиклинорий; IV_1^2 — Балаталдыкская горст-антиклиналь; IV_1^3 — Шолаккайрактинский антиклинорий; IV_2^1 — Домбаровская грабен-синклиналь; IV_2^2 — Старокарабутакский синклинорий; IV_2^3 — Балкымбайская грабеи-синклиналь; IV_2^4 — Ащисайская мегасинклиналь; IV_3^1 — Актастинская мегантиклиналь; IV_3^2 — Верхнеыргизская мегасиинклиналь; IV_3^3 — Текелнтауский антиклинорий; IV_3^4 — Узыкайрактинская горст-антиклиналь; V_1^1 — Карабутакская мегантиклиналь; V_1^2 — Иргизский сиинклинорий; V_1^3 — Жаманшинский антиклинорий; V_1^4 — Карашолакская мегантиклиналь.

Глубинные разломы (цифры на карте в кружках): 1 — Сакмарско-Кокпектинский; 2 — Кимперсайско-Даульский; 3 — Западно-Мугоджарский; 4 — Борлинский; 5 — Домбаровско-Балкымбайский; 6 — Старокарабутакский; 7 — Восточно-Мугоджарский; 8 — Зауральский; 9 — Соркольский; 10 — Карашатауско-Жетыгаринский

Предуральский краевой прогиб является наиболее западной из названных структур. В Западный Казахстан он заходит лишь южной оконечностью и близ широтного отрезка течения р. Илека выклинивается. Прогиб заполнен главным образом молассовыми толщами верхнего палеозоя — нижнего триаса, смятыми в систему коробчатых складок.

К востоку от него расположен Зилаирский мегасинклинорий, выполненный мощной граувакковой толщей верхнего девона — нижнего карбона, смятой в сложную систему линейных складок. Еще восточнее, отделяясь от Зилаирского мегасинклинория крупным Сакмарским надвигом, расположен Уралтауский мегантиклинорий, сложенный сланцами докембрия и более молодыми отложениями палеозоя. В восточной его части широко развиты ультрабазитовые интрузии (Кимперсайский и др.). Он осложнен рядом более мелких структур, из которых наиболее крупными являются Эбетинская антиклиналь и Хабарнинская синклиналь.

К югу породы Зилаирского синклинория быстро погружаются под верхнепалеозойско-нижнетриасовые отложения Актюбинского периклинального прогиба, который вытянут в субмеридиональном направлении на 200 *км* и замыкается на широте ст. Кандагач. В его пределах развиты серии из шести линий антиклинальных зон, протягивающихся с востока на запад: Александровская, Петропавловская, Жилянская, Джусинская, Биштамакская и Западно-Актюбинская, которые состоят из цепи как бы насаженных на общую ось антиклинальных складок, слегка опрокинутых на запад и обычно осложненных на западном крыле взбросами.

За правым притоком р. Илека — р. Табантал складки периклинального прогиба скрываются под сплошным покровом мезо-кайнозойских отложений, но их наличие и простирание устанавливаются все же достаточно четко. Если севернее, в обнаженной части прогиба, в присводовых частях антиклинальных складок нередко наблюдаются мезокайнозойские («дизъюнктивные») мульды, то к югу от р. Табантал, в истоках рек Илека, Темира и Уила в мезо-кайнозое отмечается чередование широких и пологих антиклинальных поднятий с брахисинклиналями, с крутым (до 15—18°) падением слоев на крыльях, нередко осложненных флексурообразными перегибами со ступенчатыми сбросами. Цепочки брахисинклиналей здесь образуют синклинальные полосы (с востока на запад): Щулакскую, Коктюбинскую, Илекскую, Новоукраинскую, Сарблакскую и Шубарсайскую.

На юге Уралтауский мегантиклинорий погружается под отложения верхнего девона — нижнего карбона, которые под чехлом мезо-кайнозоя в Западном Примугоджарье выполняют Верхне-эмбенский синклинорий. Отложения западной части этого синклинория к югу погружаются под молассовые толщи верхнего палеозоя Атжаксинского периклинального прогиба, наиболее полно вскрытые бурением под мезокайнозоем западнее Кокпектинской антиклинали.

К востоку от Центрально-Уральского поднятия, отделяясь от него Кимперсайско-Даульской зоной разломов, расположен Тагило-Магнитогорский прогиб, выполненный мощной эффузивной толщей силура. В его пределах выделяется сложно построенный Магнитогорский мегантиклинорий и ряд более мелких структур (Ирендикский антиклинорий, Орский синклинорий и др.). На юге между Жамантауским и Жанганинским антиклинориями развита широкая Берчогурская синклиналь, выполненная отложениями девона и нижнего карбона.

Восточнее за Борлинской зоной разломов простирается Восточно-Уральское поднятие, сложенное сильно метаморфизованными породами докембрия и отчасти нижнего палеозоя. Оно включает в себя ряд

сложно построенных структур более молодого порядка. К востоку от Зауральского разлома, органичивающего это поднятие, расположен Восточно-Уральский прогиб, который в Западном Казахстане представлен Прииргизским мегасинклинорием. Он сложен эффузивно-терригенными и карбонатными породами девона и нижнего карбона, залегающими на докембрийском ложе. Восточнее, отделяясь от Восточно-Уральского прогиба Карашатауско-Джетыгаринской зоной разломов, протягивается Зауральское поднятие, почти целиком перекрытое отложениями мезо-кайнозоя. Оно образовано сложнодислоцированными породами верхнего протерозоя и нижнего палеозоя. Уже на востоке за Тобольско-Иргизской зоной разломов расположен Тюменско-Кустанайский прогиб, выполненный дислоцированными вулканогенно-осадочными породами нижнего карбона, полностью перекрытыми мезо-кайнозойскими образованиями.

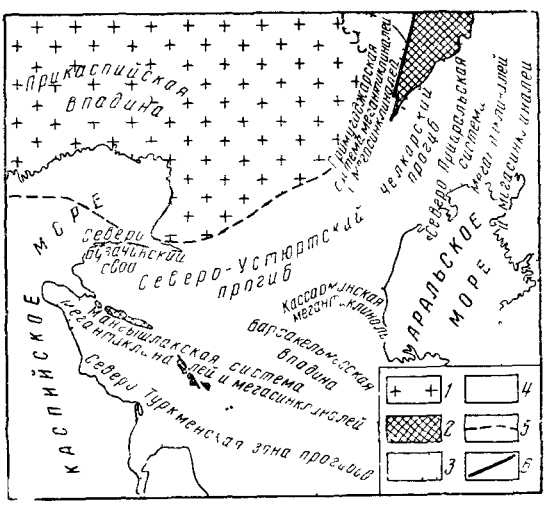


Рис 28 Основные структурные элементы Западно-Казахстанской части Туранской плиты (По В С Журавлеву, Р Г Гарецкому)

1 — Прикаспийская впадина, *2* — выходы пород фундамента на поверхность
Основные структурные элементы Туранской плиты *3* — положительные, *4* — отрицательные, *5* — граница Восточно Европейской платформы, *6* — разломы

В строении Туранской плиты выделяются дислоцированный палеозойский фундамент и полого залегающий мезо-кайнозойский платформенный чехол. Породы фундамента разделяются на два структурных яруса: нижний, к которому относятся доверхнепалеозойские породы собственно геосинклинального этапа развития, и верхний, к которому *принадлежат* верхнепалеозойско-триасовые отложения орогенного этапа развития. Платформенный чехол на бо́льшей части плиты начинается отложениями средней юры, а местами даже нижней юры — верхнего триаса. В нем выделяются четыре структурных яруса. Первый из них сложен породами триаса и нижней юры, второй — отложениями средней и верхней юры, мела, палеогена и нижнего миоцена, третий составляют породы среднего и верхнего миоцена и нижнего плиоцена, а к четвертому относятся отложения верхнего плиоцена и антропогена.

В пределы Западного Казахстана входят следующие основные структурные элементы Туранской плиты: Примугоджарская и Северо-Приаральская системы мегантиклиналей и мегасинклиналей, Челкарский прогиб, небольшая часть Тургайской синеклизы, Северо-Бузачинский свод, Северо-Устюртский прогиб, западная часть Мангышлакской системы мегантиклиналей и мегасинклиналей и западная часть Северо-Туркменской зоны прогибов (рис. 28, 29).

Примугоджарская система мегантиклиналей и мегасинклиналей развита в платформенном чехле на продолжении Уралтауского мегантиклинория и мегасинклинория Урала. В районе широтного течения р. Эмбы намечаются наиболее западные структуры этой системы: Ащисайская синклиналь, Кумжарганская антиклиналь и Батпаккольская синклиналь. Они вытянуты почти в меридиональном направлении более чем на 50 *км* и по кровле неокома

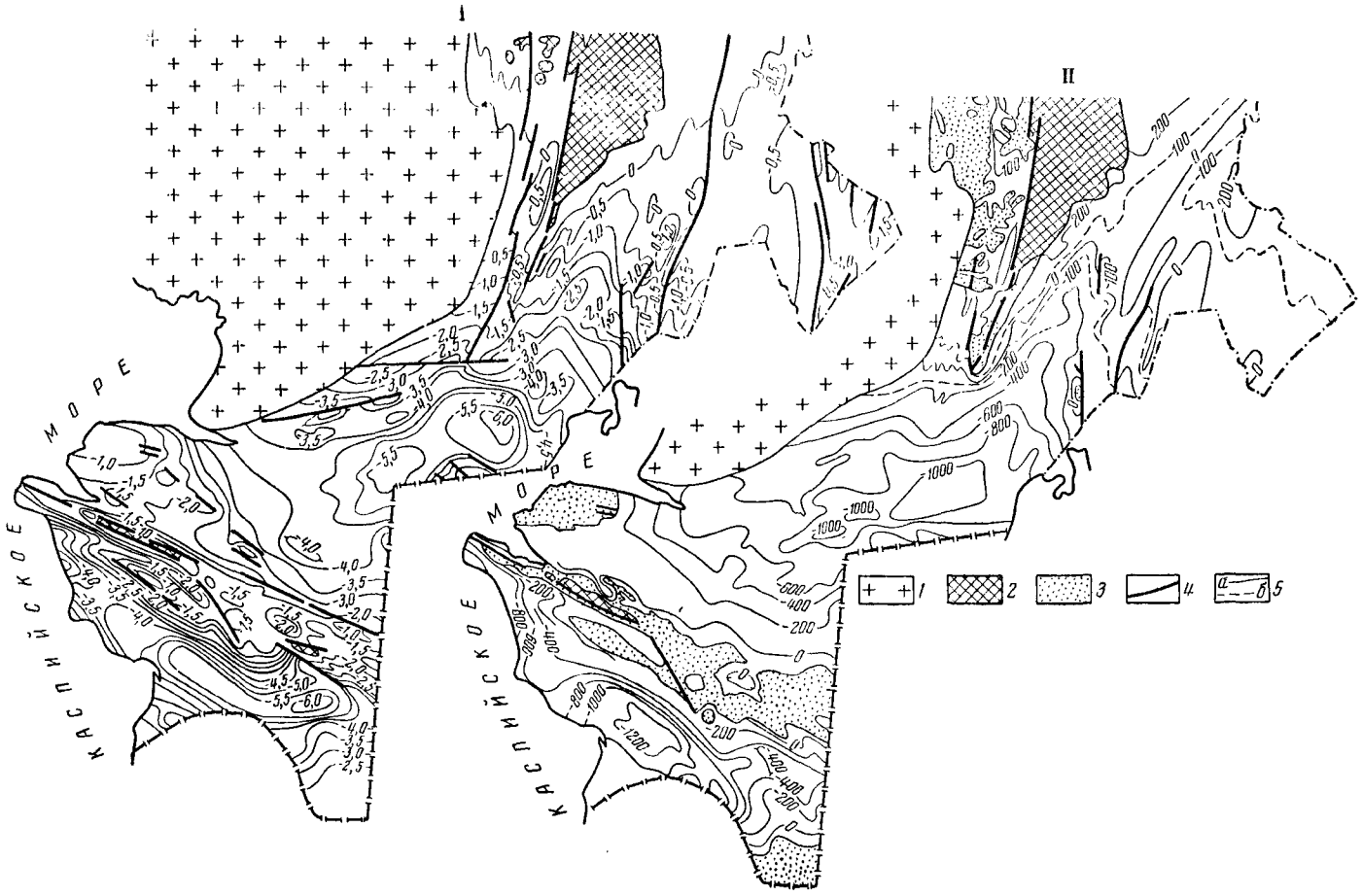


Рис. 29. Структурные карты поверхности фундамента (I) и кровли меловых отложений (II) западно-казахстанской части Туранской плиты (по В. С. Журавлеву, Р. Г. Гарецкому)

1 — Прикаспийская впадина; *2* — выходы пород фундамента на поверхность; *3* — выходы меловых и юрских отложений на современную или под неоген-четвертичную поверхность; *4* — разломы; *5* — стратоизогипсы (*а* — установленная, *б* — предполагаемая)

имеют амплитуду смещения до 200 *м*. Южнее, в бассейне р. Маннысай, расположена Бакыртауская группа структур, состоящая из вытянутых на 40—110 *км* трех антиклиналей и трех синклиналей; их ширина составляет 5—10 *км*, а амплитуда по кровле мела 20—70 *м*. Далее к югу, близ северных чинков Устюрта, расположена Актумсукская группа структур, состоящая из ряда антиклиналей и синклиналей и ограниченная на западе Токсанбайско-Замстанским структурным заливом, вытянутым более чем на 120 *км* и расширяющимся с севера на юг до 50 *км*.

К востоку от описанных структур расположена почти меридионально вытянутая Кокпектинская мегантиклиналь, которая протягивается от выходов фундамента на р. Аксу более чем на 350 *км* до северных чинков Устюрта. В ее пределах выделяется ряд антиклиналей: Изембетская, Ильинская, Теректысайская, Кандыкольская и Каиршактыкольская, а также Кокпектинская, Намазтауская и Актумсукская антиклинали. С запада мегантиклиналь ограничена Сакмарско-Кокпектинским разломом.

Между Кокпектинской мегантиклиналью и Мугоджарским хребтом протянулась Примугоджарская мегасинклиналь, выполненная отложениями мела и палеогена. Она состоит из ряда синклиналей (с севера на юг): Шиилийской, Барбисайской, Алитауской и Причушкакульской, разделенных между собой седловинами.

К югу от Главного хребта Мугоджар лежит сложно построенная Чушкакульская мегантиклиналь, которая выделяется широким полем распространения меловых отложений. Она состоит из осевого поднятия и четырех крыльевых поднятий, разделенных разломами.

На севере Примугоджарской системы мегантиклиналей и мегасинклиналей поверхность фундамента приподнята до абсолютных отметок 0 — минус 500 *м* в пределах мегантиклиналей и опущена до 500 *м* в пределах мегасинклиналей. В районах южного окончания этой системы поверхность фундамента лежит уже на отметках минус 1—2,5 *км*.

К югу от Мугоджарского мегантиклинория в платформенном чехле развит Челкарский прогиб, который меридионально вытянут более чем на 300 *км*. Поперечными седловинами он разделен на ряд мульд (с севера на юг): Коргантузскую, Арадунгтаускую, Кошкаратинскую. На севере ширина Челкарского прогиба достигает 40—60 *км*, а на юге 100—120 *км*. Кровля меловых отложений в северных мульдах опущена до отметок минус 400—500 *м*, а в крайней южной — до 950 *м*. Поверхность фундамента соответственно расположена на отметках 2,5—4,0 *км*. Крылья прогиба осложнены брахиантиклиналями. На юге, в районе смыкания прогиба с Северо-Устюртским прогибом, расположены Аяккумская группа структур (Базайское и Аккулковское поднятия) и Тюлькубайский структурный залив.

Северо-Приаральская система мегантиклиналей и мегасинклиналей на западе начинается Куландинской мегантиклиналью, вытянутой в субмеридиональном направлении более чем на 400 *км*. В северной ее части выделяется Карачулакская антиклиналь с выходом саксаульской свиты верхнего эоцена в своде длиной 500 *км*. Западное ее крыло осложнено рядом разломов. Южнее расположена Кособинская группа структур, состоящая из нескольких антиклиналей, брахиантиклиналей и синклиналей. Наиболее крупные из них Кособинская и Кабыргинская антиклинали. Первая вытянута на 13 *км* и с запада оборвана разломом. Вторая имеет длину 60 *км* и ширину 5 *км*. Юго-юго-западнее кулисно по отношению к Кабыргинской антиклинали расположена Жаксыбуташская антиклиналь, субмеридионально

вытянутая на 110 *км*. В результате ундуляции шарнира ее свод осложнен рядом брахиантиклиналей, а восточное крутое крыло оборвано сложно построенной Жерлепесской зоной разломов. Полуострову Куланды соответствует Куландинская антиклиналь, состоящая из двух брахиантиклиналей: Тюбебулакской на севере и Куландинской на юге.

Восточнее описанной мегантклинали параллельно ей лежит Жиланская мегасинклиналь, которая вытянута более чем на 230 *км* и седловинами разделена на ряд синклиналей. К востоку от нее расположена Тасаранская мегантиклиналь, протянувшаяся на 170 *км* от сопок Жаманшин на севере до Аральского моря на юге и на всем протяжении мегантклиналь с востока оборвана Тастыбулакским разломом. В результате ундуляции ее шарнира она осложнена рядом брахиантиклиналей, наиболее крупными из которых являются Жаманшинская, Аккурданская, Тогузкенская и Тасаранская.

Восточнее, параллельно Тасаранской мегантиклинали, простирается Тугузская мегасинклиналь длиной более 200 *км* и шириной до 15 *км*. Амплитуда ее прогибания относительно сопряженных с ней положительных структур по кровле мела составляет 400—700 *м*. Ашкудукской седловиной она разделяется на две синклинали — Барчанскую на севере и Жиделисайскую на юге.

Следующая к востоку Малобарсуковская мегантиклиналь состоит из ряда антиклиналей, наиболее крупной из которых является Тулогайская. Далее к востоку расположена Чокусинская мегасинклиналь, состоящая из Актауской и Бирдыкольской синклиналей. От г. Аральска к северо-северо-востоку прослеживается Аральская синклиналь, севернее которой в низовьях р. Тургай выделяется Нижне-Тургайская синклиналь.

В Северном Приаралье поверхность фундамента испытывает, с одной стороны, общее погружение к югу, а с другой,— резкие изменения в залегании при переходе от мегантиклиналей к мегасинклиналям. Относительные колебания отметок на соседних погружениях и поднятиях достигают 1—2 *км*.

На крайнем востоке к описываемой территории относится небольшая южная часть Тургайской синеклизы.

На северо-западе п-ова Бузачи расположен Северо-Бузачинский свод, который субширотно вытянут на 300 *км* при ширине до 150 *км*. В его центральной части обнажены отложения мела, а поверхность фундамента залегает на отметках минус 1—1,5 *км* и более.

Пологопогружающаяся поверхность меловых отложений восточного склона Северо-Бузачинского свода хорошо обрисовывает западную центроклиналь Северо-Устюртского прогиба, который субширотно вытянут на 500 *км* от залива Комсомолец на западе до берега Аральского моря на востоке. Это один из наиболее крупных и глубоких прогибов Туранской плиты. С поверхности прогиб выполнен отложениями палеогена и неогена.

К югу от Северо-Бузачинского свода расположен неглубокий Южно-Бузачинский прогиб, вытянутый в субширотном направлении на расстоянии около 125 *км*.

Еще далее к югу расположена Мангышлакская система мегантиклиналей и мегасинклиналей, которая прослеживается от побережья Каспийского моря на западе до чинков Устюрта на востоке и под слабодислоцированным неогеновым покровом последнего до аллювиальной равнины Дарьялыка. Ее длина 850 *км*, ширина до 150 *км*. В ядрах наиболее приподнятых мегантиклиналей (хребты Каратау, Каратаушик и др.) на поверхность выведен пермо-триасовый (каратауский) комплекс фундамента. В нем развита сложная система

линейных складок субширотного простирания, нередко осложненных разломами.

В центральной части п-ова Мангышлак расположена Каратауская мегантиклиналь длиной 200 *км* при ширине 40—50 *км*. Шарнир мегантиклинали ундулирует, в результате чего образуются три вздутия с выходом в ядрах пород пермо-триаса. К западу на продолжении ее оси расположена Тюбкараганская мегантиклиналь, которая субширотно вытянута на 100 *км* при ширине 25—30 *км*.

Отделяясь Чакырганской мегасинклиналью, к югу от Каратауской структуры, параллельно ей прослеживается Бекебашкудукская мегантиклиналь длиной 250 *км* и шириной до 30 *км*. Она имеет пологий свод и крутые крылья. Непосредственно к востоку от Каратауской мегантиклинали на расстоянии около 150 *км* вытянута Тумгачинская мегантиклиналь. В ее своде выходят отложения мела, юры и пермо-триаса. С северо-востока мегантиклиналь оборвана сбросом, амплитуда которого превышает 500 *м*. Эта узкая структура имеет крутой свод.

Чакырганская мегасинклиналь, разделяющая Каратаускую и Тумгачинскую структуры от Бекебашкудукской, выполнена отложениями палеогена и неогена. Она имеет длину 300 *км*, а ширину 20—25 *км*.

К востоку от Тумгачинской структуры расположена Карашекская мегантиклиналь, протягивающаяся на юго-восток на расстояние около 75 *км* при ширине до 15 *км*. Она имеет узкий крутой свод с выходами мела, юры и пермо-триаса и пологие крылья. Карамаинско-Музбельская мегантиклиналь вытянута к востоку от Карашекской на 200 *км* при ширине 20—25 *км*. В ее своде обнажены породы мела, юры и пермо-триаса.

Тузбаирская мегантиклиналь лежит к северо-востоку от Тумгачинской, имеет длину 100 *км* и ширину 25—30 *км* и состоит из ряда антиклиналей с широкими сводами и крутыми крыльями.

Аличкинско-Боктинская мегасинклиналь расположена на стыке описанных четырех мегантиклиналей. Длина ее составляет 130, а ширина 30 *км*. Структура осложнена двумя поперечными антиклиналями и разделяется на ряд синклиналей, выполненных отложениями палеогена.

Карабаурская мегантиклиналь шириной 30—35 *км* расположена к востоку от Тузбаирской и прослеживается в глубь плато Устюрт на юго-восток на 350 *км*. Западная ее периклиналь осложнена Байменским грабеном. От Карабаурской мегантиклинали субширотно на 300 *км* протягивается Бусагинская мегасинклиналь шириной до 50 *км*. Южнее лежит Каратюбинская мегантиклиналь, вытянутая на 200 *км* при ширине 20—25 *км*. Она целиком перекрыта неогеном, под которым в ее своде вскрыты отложения сеномана.

Мангышлакская система структур по кровле фундамента выделяется более рельефно, чем по вышележащим горизонтам платформенного чехла. В западной части системы породы фундамента выходят местами на поверхность в ядрах мегантиклиналей. В центральных и восточных частях менее приподнятых мегантиклиналей фундамент залегает на отметках до 1 *км*.

На южной периферии Мангышлакской системы развиты структурные ступени. Наиболее четко выделяется Жетыбайская ступень, расположенная к югу от Бекебашкудукской мегантиклинали, осложненная рядом брахиантиклиналей, ее длина составляет 150 *км*, а ширина 50 *км*.

Южно-Мангышлакский прогиб, расположенный южнее Мангышлакской системы структур, субширотно вытянут на 300 *км* и имеет ширину 75 *км*. С поверхности он сложен породами неогена и лишь

в глубоких бессточных впадинах обнажены отложения палеогена. Кровля меловых отложений в его осевой части опущена до отметок 1,2 *км*, юрских — до минус 2,8—3,0 *км*, поверхность фундамента — до минус 5,5—6,0 *км*. Седловины делят прогиб на две мульды: западную — Сегендыкскую и восточную — Карабарахтинскую (Жазгурлинскую). В центральной части и на крыльях отмечается ряд локальных структур.

К востоку от впадины Карынжарык, которой соответствует одноименная седловина, расположен Ассакеауданский прогиб. Он протягивается в субширотном направлении на расстоянии около 300 *км* и имеет ширину до 80—100 *км*. Прогиб с поверхности сложен породами неогена и разделен седловинами и поперечными поднятиями на ряд мульд. В его осевой части поверхность мела погружена на отметки до 1 *км*, юры — до 2,6 *км*, поверхность фундамента — до 5,5—6,0 *км*. Центральная часть и крылья Ассакеауданского прогиба осложнены рядом брахиантиклиналей.

К югу от Южно-Мангышлакского и Ассакеауданского прогибов расположена Туаркырская система мегантиклиналей и мегасинклиналей.

В истории тектонического развития южной оконечности Урала и территории Туранской плиты выделяются два основных этапа: геосинклинальный и платформенный.

В течение всего палеозойского времени территория южной оконечности Урала и Туранской плиты целиком входила в состав Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области, характеризующейся большой сложностью строения и различной историей геологического развития разных ее частей. Геосинклинальное развитие раньше всего закончилось в каледонской части Туранской плиты, немного заходящей в пределы Актюбинской области на крайнем ее востоке. Начиная с девона, здесь образовались своеобразные средне-верхнепалеозойские наложенные впадины (Тургайская и др.). Область каледонской консолидации в среднем палеозое на западе была ограничена Восточно-Уральским швом.

В пределах герцинской геосинклинальной области существовали две системы: субмеридиональная (уральская) и субширотная (тяньшаньская). На Урале возникли параллельные друг другу прогибы и поднятия, протягивающиеся до Аральского моря. Здесь они, по-видимому, по сложной серии разломов на разных широтах сопряжены с Тяньшаньской геосинклинальной системой. Не исключено, что некоторые из восточных зон Урала постепенно переходят в соответствующие зоны Тянь-Шаня. На Мангышлаке и Устюрте выделяется ряд структурно-фациальных зон, которые имеют запад-северо-западное простирание.

В начале позднего палеозоя рассматриваемая область претерпела интенсивную складчатость и орогению. Одновременно с этим происходило формирование краевых и периклинальных прогибов и внутренних впадин. Вдоль западного края Урала возник Предуральский краевой прогиб, а на его южном продолжении — система южных периклинальных прогибов. Вдоль зоны крупных субширотных разломов заложился и глубокий Мангышлакский желоб. Эти прогибы в течение всего позднего палеозоя и большей части триаса испытывали интенсивное погружение, которое компенсировалось накоплением мощных (до 5—14 *км*), преимущественно молассовых толщ. На Северном Устюрте и Южном Мангышлаке возникли обширные депрессии, выполненные отложениями верхнего палеозоя — нижнего триаса мощностью до 2—5 *км*. На южной оконечности Урала и на значительной территории периферии Мугоджар, Центрального Устюрта и других районов доверхнепалеозой-

ские породы пенепленизировались и являлись источником сноса для соседних прогибов и впадин. Во вторую половину триаса верхнепалеозойско-триасовые породы, выполняющие глубокие прогибы (Мангышлакский, Южно-Уральский и др.) претерпели интенсивную складчатость и были смяты в систему линейных складок.

С конца позднетриасового времени вся рассматриваемая территория повсеместно вступила в платформенное развитие. Отложения верхнего триаса — нижней юры на Северном Устюрте и Южном Мангышлаке выполнили крупные впадины и прогибы, которые в средней юре продолжали развиваться и расширяться. На южной оконечности Урала возник Орский грабен. Формирование платформенного чехла с последовательным перекрытием все более новых участков фундамента продолжалось в позднеюрское, меловое и палеогеновое время. Во время накопления пород второго структурного яруса чехла происходило дальнейшее развитие наметившихся структурных элементов и их дифференциация. На фоне общего прогибания пород наблюдались периоды относительно кратковременных поднятий. Наиболее четкие из них были приурочены к границе юры — мела и мела — палеогена. На границе нижнего и среднего миоцена произошло общее воздымание территории. В более поздние века среднего миоцена началось новое неравномерное погружение западных и южных районов Туранской плиты, которое продолжалось до раннего плиоцена. В это время сформировалась относительно маломощная толща пород третьего структурного яруса чехла. С конца раннеплиоценового времени западная часть плиты превратилась в приподнятую равнину, претерпевшую интенсивное эрозионное расчленение.

В позднем плиоцене и в четвертичное время среднеплиоценовый рельеф был частично покрыт морскими и континентальными осадками небольшой мощности четвертичного структурного яруса. Намечается последовательное упрощение структурного плана от более низких слоев к более высоким — величина деформаций отложений третьего структурного яруса уменьшается по сравнению с нижележащими горизонтами примерно в 10 раз. Отложения четвертого яруса практически не дислоцированы.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Территория Западного Казахстана в основном равнинная. В ее пределах выделяются: аккумулятивная равнина Прикаспийской низменности; денудационное плато — Урало-Эмбенское, Арало-Тургайское, Устюрт, Южно-Мангышлакское; цокольные денудационные равнины Урало-Мугоджарской складчатой области и обрамления Горного Мангышлака. Лишь хребты Мугоджарский и Каратау имеют низкогорный рельеф (рис. 30).

Аккумулятивная равнина Прикаспийской низменности занимает внутренние части Прикаспийской впадины. Поверхность ее полого наклонена к центру впадины — в сторону Каспийского моря.

Центральная часть равнины почти не расчленена эрозией и сохранила первичный облик аккумулятивного рельефа. Поверхность ее осложнена большим количеством неглубоких бессточных впадин и слабо врезанных русел временных рек и их притоков, теряющихся в озеровидных понижениях. Некоторые из них имеют тектоническое происхождение. В южной части равнины развиты эоловые образования песчаных массивов (Нарын-пески и Прикаспийские Каракумы). Вдоль побережья Каспийского моря протягивается узкой (10—25 *км*) полосой низкая нерасчлененная равнина, сложенная новокаспийскими осад-

ками и слабо наклоненная в сторону моря. Поверхность ее осложнена сорами, лиманами и редкими неглубокими балками. Эту равнину прорезают реки Эмба и Урал, к дельтам которых приурочено большое количество гряд и удлиненных возвышенностей — «бэровских бугров», которые, вероятно, являются останцами хвалынской поверхности денудации.

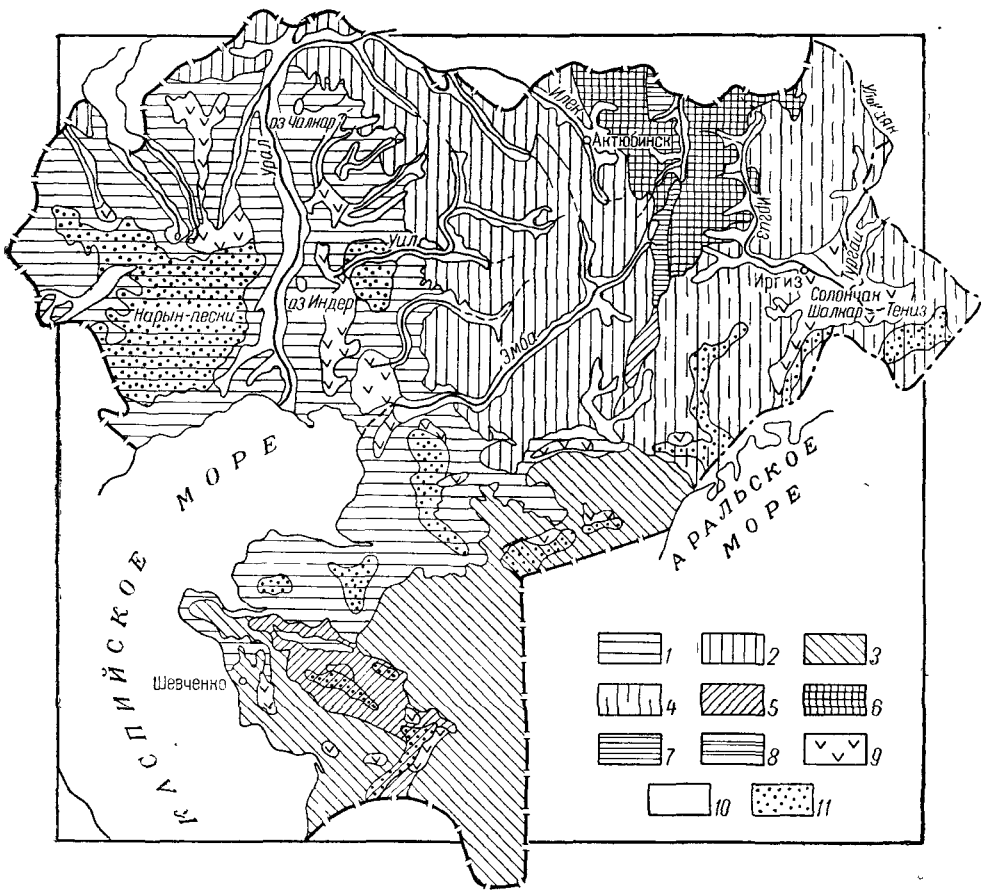


Рис. 30. Схематическая геоморфологическая карта Западного Казахстана. (Составили Н. Э. Зейберлих, М. В. Проничева)

Равнины и плато: 1 — плоская аккумулятивная морская равнина; *2* — холмисто-увалистая равнина на дислоцированных отложениях меловой системы, *3* — плоско-волнистые равнины на неогеновых отложениях, *4* — плоско-волнистая, столово-останцовая равнина на палеогеновых слабодислоцированных отложениях; *5* — возвышенные равнины с плоско-грядовыми формами рельефа на складчатых мезозойских образованиях; *6* — цокольно-денудационные Уралтау-Мугоджарские мелкосопочные равнины на складчатом основании из палеозойских и допалеозойских метаморфизованных пород

Горы: 7 — низкогорья на складчатых сооружениях палеозоя (Каратау и Мугоджары)

Внутригорные впадины: 8 — плоскоувалистая, пластовая равнина на мезозойских отложениях (Орская депрессия)

Аккумулятивные равнины II порядка: 9 — озерно-аллювиальные равнины; *10* — аллювиальные равнины (речные террасы); *11* — эоловые равнины

В северо-восточной и восточной частях равнины формы рельефа полого-волнистые с чередованием пологих водоразделов и неглубоких ложбин, заканчивающихся озерами, сорами и лиманами. Такие формы рельефа связаны с деятельностью рек, стекающих с Урало-Эмбенского плато и впадавших раньше в древний Каспий. В результате эоловой переработки дельтовых отложений этих рек образовались равнинные песчаные массивы Тайсойган, Бийрюк и др.

Денудационный рельеф в Прикаспийской низменности встречается редко и приурочен только к участкам интенсивного проявления соляной тектоники, вызвавшей значительную денудационную переработку или уничтожение в сводах солянокупольных структур рыхлых отложений (Индер, Челкар, Эльтон, Баскунчак, Азгир, Бисчохо, Кошалак, Караузек, Мынтюбе). Относительное превышение денудационных бугров над равниной достигает 10—20, а местами 40—50 *м*. В ряде мест эти участки осложнены проявлениями гипсового карста (карровые гряды, воронки, провалы).

Неоднократные морские трансгрессии в пределы низменности оставили по ее краю уступы различной высоты и наклона: на юге это высокие и крутые обрывы — чинки, ограничивающие плато Устюрт и Тюбкараган, а также крутые склоны Актау на Мангышлаке; на севере — сравнительно пологий склон — Предсыртовый уступ. В частности, на чинке Тюбкарагана морские трансгрессии образовали террасы, располагающиеся над морем на следующих высотах: современная 1—2 *м*, новокаспийская 5 *м*, позднехвалынская 10—13 и 26 *м*, раннехвалынская 36—38, 42—43, 41—51, 61—62 *м*, бакинская 90 *м* и акчагыльская 114—124 *м*.

Урало-Эмбенское структурно-денудационное плато обрамляет Прикаспийскую низменность с северо-востока и востока, простираясь от долины Урала на севере до бассейна р. Эмбы на юге. Оно сложено толщей мезо-кайнозойских отложений, сильно дислоцированных соляной тектоникой. Поверхность плато полого наклонена с востока на запад от абсолютных отметок 300—350 до 80—50 *м*.

В восточной части плато выделяется Актюбинское Приуралье, характеризующееся грядовым рельефом и отчасти мелкосопочником с выходом на поверхность пермских и карбоновых отложений. Гряды имеют субмеридиональное простирание, совпадающее с направлением складок Урала. На участке обнажения кунгурских отложений встречается гипсовый карст. Выщелачиванием гидрохимических осадков подземными водами обусловлено возникновение многочисленных дизъюнктивных мульд (Сарблакская, Новоукраинская, Драгомировская и др.).

Южнее, в пределах Западного Примугоджарья, на поверхность выходят глины, опоки и пески палеогена. Эрозионной сетью этот участок расчленен на отдельные массивы — столовые плато. Развитие опоковидных и окварцованных песчаников эоцена привело к образованию здесь двух ярусов плато, возвышающихся один над другим на 40—50 *м*. Края плато обычно обрываются крутыми структурно-денудационными уступами, разбитыми овражной сетью на мелкие выступы, что придает им сложное фестончатое очертание.

Центральную часть плато занимает Урало-Эмбенское междуречье со сложной соляно-купольной тектоникой. Аридная денудация при пестроте литологического состава залегающих здесь пород привела к образованию преимущественно структурного рельефа. На водораздельных пространствах породы с поверхности обычно «бронированы» слоями писчего мела, фосфоритов и ожелезненных песчаников, которые образуют куэстовые гряды, т. е. наклонные или горизонтальные равнины на крыльях куполов. Сводовые части куполов, где распространены «мягкие» породы нижнего мела, несколько понижены и для них характерны скульптурные формы рельефа.

Западная часть плато в новейшее время испытывала погружение, в результате чего здесь, помимо денудационных, развиты аккумулятивные формы рельефа (преимущественно делювиальный покров), занимающие придолинные склоны водоразделов, отдельные депрессии, а также бóльшую часть Предсыртового уступа. Поверхность таких уча-

стков слабо расчленена. Для площадей распространения глинистых и мергелистых пород разной плотности характерен холмистый, мелкохолмистый и равнинный рельеф. Вблизи долин, особенно на северо-востоке, преобладают эрозионные формы рельефа.

В речных долинах прослеживается пойма и надпойменные террасы: первая, вторая, а местами и третья. Высоты террас обычно увеличиваются от низовьев к истокам рек. Отложения террас нередко перевеяны с образованием массивов бугристых и грядовых песков (Баркин, Аккумсагиз, Кокжиде, Кумжарган и др.).

На Урало-Эмбенском плато зафиксировано несколько поверхностей выравнивания: эоцен-плиоценовая, сарматская, акчагыльская (Проничева, 1962; Аристархова, 1966).

Денудационная равнина южных отрогов Общего Сырта окаймляет Прикаспийскую низменность с севера. Морфологически она представляет собой ярусную эрозионно-денудационную возвышенную равнину, выработанную в меловых, палеогеновых и более молодых отложениях. Гребень Общего Сырта образован поверхностью выравнивания палеогенового возраста (абс. высоты 200—250 *м*). Верхнеплиоценовая поверхность выравнивания находится в пределах отметок 100—180 *м*. На границе с Прикаспийской низменностью Предсыртовый уступ приурочен к отметкам 60—80 *м*. Древний денудационный рельеф вблизи речных долин переработан современной эрозией.

Арало-Тургайское денудационное плато по геоморфологическим особенностям разделяется на Иргиз-Тургайское междуречье, Северное Приаралье, Чаграйское плато и Приаральские Каракумы.

Иргиз-Тургайское междуречье представляет почти нерасчлененную слегка волнистую денудационную равнину, поверхность которой наиболее приподнята на западе вблизи Мугоджар. Внутренняя часть междуречья пониженная. Поверхность равнины осложнена обширными плоскими понижениями и разделяющими их плосковерхими пологоувалистыми возвышенностями. Понижения рельефа изобилуют замкнутыми озерными котловинами, которые часто вытянуты цепочками в субмеридиональном направлении и приурочены к ложбинам древнего стока Вблизи долины Тургая и севернее сора Челкар-Тенгиз распространены столово-останцовые возвышенности (Челкар-Нура и др.), с поверхности сложенные плотными ожелезненными песчаниками олигоцена.

К югу от сора Челкар-Тенгиз простирается песчаная равнина Приаральских Каракумов, возникшая в результате развевания разновозрастных отложений: четвертичных аллювиальных, олигоценовых, верхнезоценовых и др. Здесь выделяются три типа песчаного рельефа: 1) голые, бугристые, местами барханные пески; 2) закрепленные бугристые и кучевые пески; 3) пологоволнистые закрепленные пески. В центральной и восточной частях Приаральских Каракумов среди песчаных массивов встречаются останцы, сложенные породами палеогена.

Северное Приаралье расположено к югу от широтного отрезка долины Иргиза и его притоков Ащесай и Шетыргиз. Пониженные участки рельефа здесь заняты сорами, бессточными впадинами и песчаными массивами. С поверхности низкие участки сложены песчаниками и глинистыми отложениями эоцена и местами мела. Здесь развит инверсионный рельеф, т. е. к синклинальным зонам приурочены столовые возвышенности, а к антиклинальным — низкая равнина. Все элементы рельефа вытянуты в субмеридиональном направлении, что согласуется с тектоническим строением этой территории.

На склонах региональных ложбин, образовавшихся в результате древней эрозионной деятельности (в плиоцене) и прогибания структур, возникли крупные массивы эоловых песков: Большие Барсуки вдоль

восточного борта Челкарской мегасинклинали и Малые Барсуки вдоль восточного борта Тугузской мегасинклинали. Их происхождение связано с развеванием отложений эоцена, олигоцена и неоген-четвертичных аллювиальных образований. В пределах обоих массивов развиты главным образом мелко- и крупнобугристые пески, местами гряды, почти всюду полузакрепленные растительностью.

Столово-останцовая равнина крутым уступом обрывается к Аральскому морю. Прибрежная полоса, не расчлененная эрозией, сложена новокаспийскими отложениями.

Чаграйское плато занимает самую западную часть Северного Приаралья. Его поверхность прорезана долинами рек Тебень, Майлисай, Джиланды, берущих начало в Мугоджарах или на самом плато. Все эти реки теряются в бессточных впадинах, расположенных вдоль западного края массива Большие Барсуки. В западной части плато обрывается к долине Чеган высоким чинком до 160 *м*, который к северу снижается и затухает. Поверхность плато в соответствии с наклоном пластов полого спускается на восток и сливается с депрессией Челкаркого прогиба.

Денудационное плато Устюрт занимает юго-восточную часть описываемой территории. В пределах Казахстана находится только его западная и северная части. С поверхности плато сложено преимущественно известняками сармата, местами эоловыми и соровыми отложениями. Подножия чинков Устюрта закрыты осыпями и огромными оползнями. У самого подножия чинков распространен шлейф из мелких конусов выноса пролювия.

В северо-западной части плато расчленено слаборазвитыми долинами, в которых протекают временные соленые речки — Манаши, Сингырлау и др. В долинах развиты эрозионно-аккумулятивные террасы, которые у подножий чинков сливаются с хвалынской равниной.

В пределах Северо-Устюртского прогиба выделяются обширные субширотно ориентированные озерные котловины с солончаками. Аналогичные впадины наблюдаются на площадях Южно-Мангышлакского и Ассакеауданского прогибов. В этих низинах развиты массивы эоловых песков с бугристым и местами грядовым рельефом. Пески почти всюду закреплены растительностью.

Наиболее расчлененные участки плато разделены обширными равнинными пространствами **Центрального Устюрта,** на которых встречаются карстовые проявления — пещеры, долины, воронки и провалы.

Денудационные плато Южного Мангышлака отделяются от Устюрта Карынжарской впадиной с сорами и массивами закрепленных песков. На западе они включают плато Тюбкараган. Со всех сторон плато ограничено крутыми чинками, прорезанными оврагами. Южнее мыса Мелового, где чинки снижаются, появляются морские древнечетвертичные террасы. Самая молодая из них — Новокаспийская — образует прибрежную полосу. Однообразная поверхность центральной части плато нарушается крупными бессточными впадинами, из которых самая глубокая впадина — Карагие имеет абсолютную отметку —132 *м*.

Возраст рельефа плато Южного Мангышлака и Устюрта верхнемиоценовый. Формирование чинков происходило в период времени от верхнего миоцена до современного.

Цокольные денудационные мелкосопочные равнины охватывают значительную часть **Урало-Мугоджарской складчатой области** и возвышенности Северного и Южного Актау, представляющие **обрамления Горного Мангышлака.** Эти равнины и плато характеризуются плоскогрядовым и увалисто-холмистым рельефом.

Плоско-грядовые равнины и плато с проявлениями в рельефе отпрепарированных структурных форм расположены в центральной части Орь-Илекского водораздела, а также в Чушкакульских и Актауских горах. Орь-Илекский водораздел занимает южную часть Южно-Уральского пенеплена, сложенного интенсивно дислоцированными метаморфизованными осадочно-вулканогенными породами докембрия и палеозоя и прорванными многочисленными интрузиями.

Плоскогрядовая равнина здесь во многих местах сложена морскими отложениями мела и палеогена. Между грядами простираются широкие плоские понижения — реликты древней гидрографической сети. Речные долины, пересекающие равнину, глубоко врезаны. Прилегающий к долинам рельеф сильно расчленен; вдоль р. Урала, в верховьях Карагалы и в других местах развит приречный мелкосопочник. В приречной полосе местами встречаются плоские участки, сложенные неогеновыми породами с абс. отметками 340—360 и 300—310 *м* (Топалов, 1966).

Территория Орь-Илекского водораздела расчленена притоками Ори, Илека и Урала, в долинах которых прослеживаются пойменная и две надпойменные террасы. В пределах антиклиналей террасы имеют бо́льшую высоту, чем в синклиналях, что вызвано различными амплитудами смещения структур.

Орская депрессия расположена восточнее Орь-Илекской возвышенности в пределах Западно-Мугоджарского синклинория. На востоке она ограничена Орь-Илекским водоразделом, на севере уходит за пределы Казахстана, а на юге замыкается несколько южнее широты р. Уйсылкара. С обоих бортов депрессия ограничена региональными разломами. С поверхности она сложена довольно мощной толщей мезокайнозойских отложений, ниже которых залегают породы эффузивно-осадочного комплекса среднего палеозоя. К участкам распространения мезо-кайнозоя приурочены аккумулятивные равнины, на выходах палеозоя развиты цокольные денудационные равнины — мелкосопочник. Мелкосопочный рельеф типичен для Катынадырской антиклинали, разделяющей структуру на Орский грабен и Кредиковскую депрессию.

Поверхность равнины наклонена к востоку, в сторону долины р. Ори, имеющей в основном левые притоки, древние долины которых выполнены отложениями плиоцена. В долинах Ори и ее притоков развиты пойменные и надпойменные террасы четвертичного и позднеплиоценового возраста.

Восточно-Мугоджарская увалисто-холмистая мелкосопочная равнина (Орь-Иргизское междуречье) охватывает широкую меридиональную полосу грядово-увалистого и пологохолмистого рельефа в бассейнах правых притоков р. Иргиза. На западе равнина ограничивается денудационным уступом, а на востоке постепенно переходит в увалистую равнину Замугоджарского пенеплена. Эта равнина в структурном отношении приурочена к Мугоджарскому мегантиклинорию, сложенному гнейсами, сланцами докембрия и палеозоя, прорванными интрузиями. Субмеридиональное простирание складчатости мегантиклинория обусловило возникновение грядового рельефа, вытянутого в этом же направлении. В межгрядовых понижениях рельефа нередки плоские озерные впадины и заболоченные низины (оз. Белькопа и др.).

В Восточных Мугоджарах развита современная и древняя речная сеть. Последняя в основном охватывает верховья левых притоков Иргиза и приурочена к широким мелкосопочным понижениям с пологими склонами. Они выполнены отложениями миоцена. Речная сеть четвертичного и позднеплиоценового возраста имеет широтную ориентировку,

значительный эрозионный врез и крутые склоны долин (среднее течение рек Каинды, Талдык и др.).

На описываемой территории выявлены следующие поверхности выравнивания олигоценовая — 290—340 *м*, миоценовая — 240—300 *м* и позднеплиоценовая — 180—250 *м*.

Замугоджарский пенеплен, расположенный в Приаргизской мегасинклинали, сформирован на сложном складчатом комплексе эффузивно-осадочных метаморфизованных пород палеозоя. Слабоволнистая поверхность, с отдельными останцовыми сопками, слегка наклонена на юг и юго-восток, где она перекрывается рыхлыми осадками. В придолинных участках пенеплен слабо расчленен с развитием приречного мелкосопочника. Долины рек врезаны незначительно и часто наследуют древние (неогеновые) ложбины стока. В них установлены пойменная и две надпойменные аккумулятивные террасы.

Шошкакольские горы расположены на южном продолжении Главного Мугоджарского хребта и вытянуты почти меридионально. С востока и юга они ограничены долиной р. Чеган, с запада — равниной Урало-Эмбенского плато. Горы сложены преимущественно меловыми породами, собранными в сложные складки, выраженные в рельефе в виде пологих, вытянутых холмов. Вершины холмов бронированы горизонтами фосфоритов, песчаников и кварцитов.

Хребты Актау и Прикаратауские «долины». Хребты Актау, обрамляющие с юга и севера Горный Мангышлак, отделяются от него широкими Прикаратаускими долинами. Эти долины образовались в местах выходов неустойчивых к денудации юрских, нижнемеловых и сеноманских отложений. Внутри Прикаратауских долин на выходах глинистых пород часто образуются крупные такыры, а на песчаных — массивы эоловых песков.

Хребты Северный и Южный Актау во многих местах пересечены поперечными долинами «капами» (проходами). В Северном Актау это Енды-Капы, Кумак-Капы, Коурта-Капы и др., а в Южном Актау — ущелье Сулы-Капы, Шакырган-Капы у с. Куйбышево. По некоторым из них (Енды-Капы, Сулы-Капы) проходит весенний паводковый сток.

Низкогорный рельеф развит в Мугоджарском и Каратауском горных хребтах.

Хребет Каратау, занимающий центральную часть Мангышлака, вытянут с северо-запада на юго-восток по направлению простирания основных структур мегантиклинали. Он сложен метаморфизованными, дислоцированными породами пермо-триаса, устойчивыми к выветриванию. Общая горная цепь распадается на Восточный и Западный Каратау и Каратаушик, которые разделены между собой широкими понижениями. Горные возвышенности имеют крутые склоны и плоские вершины, на которых развита грядово-холмистая равнина, образовавшаяся в результате абразии среднесарматского моря. Амплитуда новейших поднятий здесь достигает 500 *м*.

Мугоджарский хребет состоит из группы меридионально вытянутых гряд общей протяженностью более 200 *км*. Морфологически здесь выделяются два крупных хребта — Главный Мугоджарский на западе и Жанганинский — на востоке. В структурном отношении они приурочены к южной части Западно-Мугоджарского синклинория и сложены эффузивными и отчасти осадочными метаморфизованными породами силура, девона и карбона. На юге хребты снижаются и погружаются под рыхлые осадки мезо-кайнозоя. Образование низкогорного рельефа Мугоджар обусловлено неотектоническими поднятиями.

Все эти основные хребты разделены на юге Берчогурской холмистой равниной, сложенной породами девона и карбона, а на севере — ложбиной, сложенной с поверхности неогеновыми и четвертичными породами. Описываемые хребты сильно расчленены, но их плоские вершины являются реликтами меловой поверхности выравнивания.

Эти поверхности прорезаны узкими, глубокими речными долинами широтного направления (Эмба, Шетиргиз и их притоки). Террасы в них почти отсутствуют и крутые склоны спускаются к пойме.

Часть вторая

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ, ИХ ФОРМИРОВАНИЕ И РЕЖИМ

ГЛАВА III

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ОБЩИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Подземные воды описываемой территории приурочены к различным стратиграфическим и литолого-фациальным комплексам пород, залегающих на разных глубинах и в разнообразных природно-гидрогеологических условиях. Естественно, что они отличаются большой пестротой гидродинамических, гидрогеохимических, гидротермических и других параметров.

Сложность гидрогеологических условий определяется прежде всего тем, что данная территория расположена на стыке трех крупных геологических структур: Русской платформы, Туранской плиты и Уральской горноскладчатой области.

Как показано в предыдущей главе, в геолого-структурном отношении на территории Западного Казахстана выделяются следующие крупные регионы: 1) Прикаспийская впадина; 2) Уральская горноскладчатая область; 3) Тургайская и Северо-Приаральская впадины; 4) Мангышлак-Устюртская система структур.

Прикаспийская впадина является глубокопогруженной юго-восточной частью Русской платформы, с широко развитой соляной тектоникой. Южное окончание Уральской горноскладчатой области характеризуется выходами на поверхность допалеозойских и палеозойских пород, которые имеют субмеридиональное направление основных структур. Тургайская и Северо-Приаральская впадины характеризуются относительно неглубоким залеганием палеозойского фундамента и унаследованными структурами пород платформенного чехла субмеридионального (Уральского) направления. В Мангышлак-Устюртской системе структур субширотного простирания наблюдается более глубокое залегание складчатого фундамента.

Структурные особенности Западного Казахстана достаточно четко определяют условия залегания и формирования подземных вод. Каждая из выделенных геологических структур представляет собой крупную, нередко весьма сложную гидрогеологическую структуру, причем к тектоническим впадинам приурочены артезианские бассейны (или системы артезианских бассейнов), а к складчатым областям — гидрогеологические массивы (или системы бассейнов трещинных и артезианских вод).

Таким образом, в основу выделения гидрогеологических районов I порядка в Западном Казахстане положен общепринятый структурно-гидрогеологический принцип.

В соответствии с этим принципом на описываемой территории выделены следующие четыре гидрогеологических района (артезианские бассейны, гидрогеологические массивы) I порядка; Прикаспийский,

Уралтау-Мугоджарский, Арало-Тургайский и Мангышлакско-Устюртский (рис. 31). Каждый из них характеризуется единством условий питания, формирования и стока подземных вод. Контуры гидрогеологических районов почти полностью совпадают с контурами отмеченных выше геологических структур. Исключение составляет юго-восточная граница Прикаспийского района, которая с учетом гидрогеологических особенностей, т. е. наличием мощных верхних водоносных (в основном неогеновых) толщ, занимающих обширную площадь, несколько смещена на восток и юг и проходит по чинкам Чаграйского и Устюртского плато.

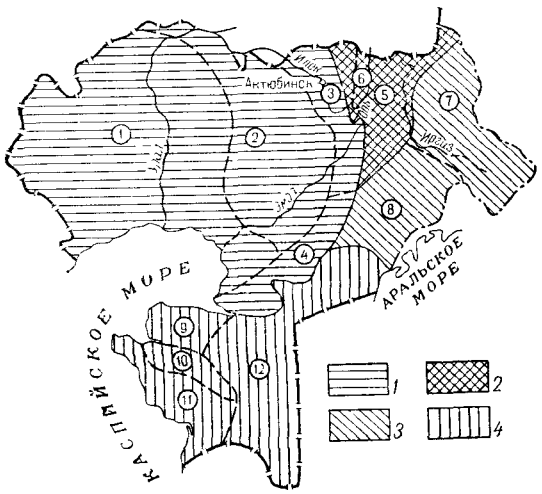


Рис 31. Схема гидрогеологического районирования Западного Казахстана (по А. В. Сотникову, Ж. С. Сыдыкову)

1 — Прикаспийский гидрогеологический район — сложный артезианский бассейн (цифры на карте в кружках): 1 — Западно-Прикаспийский, 2 — Восточно-Прикаспийский, 3 — Приуральский, 4 — Юго-Восточный

2 — Уралтау-Мугоджарский гидрогеологический район (цифры на карте в кружках): 5 — система бассейнов трещинных и межгорных впадин вод, 6 — Орский артезианский бассейн

3 — Арало-Тургайский гидрогеологический район (цифры на карте в кружках): 7 — Западно-Тургайская система артезианских бассейнов, 8—Северо-Приаральская система артезианских бассейнов

4 — Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район (цифры на карте в кружках): 9 — Северо-Мангышлакский артезианский бассейн, 10 — Центральио-Мангышлакская система бассейнов трещинных вод и межгорных впадин, 11 — Южно-Мангышлакский артезианский бассейн, 12 — *Устюртская система артезианских бассейнов*

Все выделенные гидрогеологические районы I порядка занимают обширные площади и простираются далеко за пределы Западного Казахстана. Природно - гидрогеологические условия каждого из них достаточно сложны, что обусловлено прежде всего неоднородностью их структуры. Структурные условия определяют водоразделы подземного стока (особенно в нижних гидрогеологических этажах), а также характер залегания, направление движения и формирования подземных вод. Различные части гидрогеологических районов I порядка отличаются, кроме того, и морфологически. Морфологические различия особенно четко отражаются на гидрогеологических условиях верхнего гидрогеологического этажа. Исходя из последнего обстоятельства, в пределах каждого гидрогеологического района выделены следующие гидрогеологические районы (артезианских бассейнов).

Гидрогеологические районы (артезианские бассейны и гидрогеологические массивы) I порядка	Гидрогеологические районы (бассейны артезианских и трещинных вод) II порядка
I. Прикаспийский сложный артезианский бассейн	1. Западно-Прикаспийский 2. Восточно-Прикаспийский 3. Приуральский 4. Юго-Восточный (Донгустаусский, Южно-Эмбенский)
II. Урало-Мугоджарский гидрогеологический массив	1. Горноскладчатый 2. Орский межгорный
III. Арало-Тургайский (система артезианских бассейнов)	1. Западно-Тургайский 2. Северо-Приаральский
IV. Мангышлак-Устюртский (сложная система артезианских бассейнов и бассейнов трещинных вод)	1. Северо-Мангышлакский 2. Центрально-Мангышлакский 3. Южно-Мангышлакский 4. Устюртский

Прикаспийский гидрогеологический район представляет собой сложный артезианский бассейн I порядка. Он занимает обширную северо-западную часть описываемой территории, простираясь в западном направлении далеко за пределы Казахстана (Астраханская, Волгоградская и Саратовская области, Калмыцкая АССР).

Прикаспийский артезианский бассейн охватывает Прикаспийскую впадину, Предуральский краевой прогиб, а также Актюбинский и Атжанский периклинальные прогибы. Внешние контуры бассейна довольно четко очерчены морфологически — на западе и севере возвышенностями Ергеней и Общего Сырта, на востоке склонами Южного Уралтау и Мугоджар, соответствующими Сакмарскому и Западному-Мугоджарскому тектоническим уступам, а на юго-востоке — денудационными уступами плато Чаграй и Устюрт. Поверхность территории плавно понижается в сторону Каспийского моря, у побережья которого абсолютные отметки местности понижаются до минус 29 *м*.

Рельеф внешнего обрамления впадины сравнительно хорошо расчленен, в основном грядовый, увалисто-холмистый, а внутренняя часть — плоская, слабо расчлененная многочисленными озерно-соровыми и другими мезо- и микропонижениями (лиманы, впадины, западины, хаки и др.). На фоне плоской равнины нередко встречаются одиночные распластанные возвышенности, отражающие в рельефе соляные купола. С последними связаны также образования некоторых соляных озер — Челкар, Индерское, Аралсор, Карачунгул и др. В зонах отмерших дельт рек развиты песчаные массивы (Нарынские, Тайсойганские, Каракумы и др.).

Климат района сухой, континентальный. Это определяет недостаток поверхностных вод. Исключение составляют большие транзитные реки — Волга (за пределами Казахстана) и Урал. Все остальные реки района — Большой и Малый Узени, Кушум, Булдурты, Чидерты, Калдыгайты, Уил, Сагиз, Эмба и другие — теряются в бессточных впадинах и разливах.

В геолого-структурном отношении рассматриваемая территория представляет обширную и глубокую тектоническую впадину, в центральной части которой допалеозойское складчатое основание залегает на глубине 8—16 *км* (Неволин, 1965). В пределах Западного Примугоджарья глубина залегания складчатого фундамента не превышает 1,0—1,5 *км*.

Мощный осадочный чехол впадины сложен терригенными и карбонатными отложениями палеозоя, мезозоя и кайнозоя, в составе нижней перми распространена мощная (до 300 *м* и более) толща галогенных пород.

Галогенные образования, являясь региональным водоупором, с одной стороны, делят осадочный чехол, а тем самым и весь разрез сложного артезианского бассейна на два структурно-гидрогеологических этажа: нижний — водоносных комплексов подсолевых палеозойских отложений, налегающих на докембрийский кристаллический фундамент (возможно, с коллекторами трещинных вод), и верхний — водоносных комплексов надсолевых отложений перми и мезо-кайнозоя. С другой стороны, галогенные осадки соляных куполов (до 1200 куполов) значительно усложняют структуру мезо-кайнозойского осадочного чехла надсолевого этажа и оказывают специфическое воздействие на гидродинамические и гидрогеохимические условия артезианского бассейна. Соляные купола собраны в антиклинальные поднятия, которые часто в нижних частях разреза надсолевых отложений смыкаются, образуя соляные перемычки, изолирующие друг от друга межкупольные мульды, выполненные юрскими, триасовыми и верхнепермскими образованиями. На

некоторых геофизических профилях фиксируется отсутствие соленосной толщи в основании мульд. В пределах таких межкупольных мульд образуются «гидрогеологические окна», через которые осуществляется гидравлическая связь подземных вод подсолевых и надсолевых отложений.

В описываемом районе по гидрогеологическим и геоморфологическим признакам, отражающим план структурно-тектонического строения территории, выделяются четыре гидрогеологических района (артезианских бассейна) II порядка: Западно-Прикаспийский, Восточно-Прикаспийский, Приуральский и Юго-Восточный.

Западно-Прикаспийский район занимает в основном Прикаспийскую низменность. В пределах надсолевого этажа он заключает мощные водоносные комплексы в кайнозойских, мезозойских и верхнепермских осадочных толщах. Региональным водоупором палеогеновых и отчасти верхнемеловых глин надсолевой этаж бассейна разделен на два водоносных яруса. Водоносные комплексы нижнего яруса отличаются высокими гидростатическими напорами и весьма затрудненным водообменом с поверхностью. Здесь происходит весьма медленное движение подземных вод по направлению от периферии к центру бассейна. По пути движения подземных вод осуществляется замедленная их разгрузка путем перетекания по зонам разломов из нижних горизонтов в вышележащие. Наличие зон разломов в значительной мере обеспечивается солянокупольной тектоникой.

Водоносные горизонты нижнего яруса содержат высоконапорные термальные воды высокой минерализации. При метаморфизации таких рассолов немалая роль принадлежит и поровым растворам, выжимаемым из глинистых пород под воздействием высоких гидростатических давлений.

В верхнем водоносном ярусе надсолевого этажа, в песчано-глинистых, в основном морских, осадках (четвертичных и верхненеогеновых) в условиях воздействия аридного климата формируются напорные и безнапорные воды инфильтрационного генезиса с пестрым химическим составом и чаще всего с низким содержанием микроэлементов. Водообильность водосодержащих пород верхнего яруса невелика. Производительность водопунктов не превышает десятых долей литра в 1 *сек*. Воды преимущественно соленые с минерализацией 10—50 *г/л*, сульфатные, хлоридные, натриевые. Пресные слабосолоноватые воды до 3 *г/л* аккумулируются в виде линз в эоловых песчаных массивах и местных мезо- и микропонижениях (лиманах, впадинах и западинах), а также в аллювиальных отложениях речных долин.

Восточно-Прикаспийский бассейн морфологически соответствует Урало-Эмбенскому плато и прилегающей к нему территории Общего и Зауральского Сыртов. Основной особенностью этого бассейна является прерывистость на многих участках регионального водоупора, отделяющего верхнепермско-мезозойский водонапорный ярус от неоген-четвертичного. В связи с этим условия питания и движения подземных вод здесь улучшаются. Описываемый бассейн не является замкнутым, так как сюда перетекают воды из соседних артезианских бассейнов Сыртовых, Приуральского и Юго-Восточного, непосредственно связанных с основными областями питания Русской платформы и Уралтау-Мугоджарской складчатой системы. В свою очередь воды, формирующиеся в этом бассейне, стекают в Западно-Прикаспийский бассейн. В результате этого не только верхние, но отчасти и нижние надсолевые водоносные комплексы Восточно-Прикаспийского бассейна, особенно на востоке, находятся в зоне свободного водообмена с дневной поверхностью, и в них формируются гидрокарбонатные натриевые воды, ме-

стами с повышенным содержанием хлоридов и с общей минерализацией до 3 *г/л*. На северо-востоке и востоке рассматриваемого бассейна эти воды разгружаются в виде многочисленных родников с дебитами от 1 до 25 *л/сек*. В западных частях бассейна вследствие выщелачивания инфильтрационными водами солей из галогенных пород относительно неглубоко залегающих куполов формируются хлоридные натриевые рассолы с минерализацией до 200—250 *г/л*.

Приуральский и Юго-Восточный артезианские бассейны приурочены к Актюбинскому и Атжаксинскому периклинальным прогибам и к юго-восточному обрамлению Прикаспийской впадины. Основные водоносные комплексы надсолевого яруса заключены в мергельно-меловой толще верхнего мела и терригенных осадках сеноман-альба, неокома, юры, триаса и верхней перми. В отличие от вышеописанных артезианских бассейнов здесь, особенно в наиболее восточных и юго-восточных обрамлениях бассейна, отсутствуют галогенные образования. Наиболее мощными водоносными горизонтами, помимо аллювиального, являются сеноман-альбский и отчасти юрский и пермо-триасовый. Областью питания этих горизонтов служат места выхода их на дневную поверхность. Общее юго-западное направление подземного стока нарушается на участках соляных куполов и дизъюнктивных мульд, где возникают местные движения вод от сводовых частей куполов к межкупольным мульдам. Подземные воды самых верхних водоносных комплексов (на западе альб и сеноман, а на северо-востоке пермо-триас) слабоминерализованные, в основном гидрокарбонатные кальциевые и натриевые.

Водоносные комплексы палеозойских подсолевых отложений бассейна вскрыты глубокими скважинами в сакмарско-артинских породах субмеридиональных линейных структур Актюбинского Приуралья. Галогенные породы кунгурских отложений встречаются спорадически в виде соляных и ангидрито-гипсовых линз и пропластков. К востоку они замещаются терригенными отложениями. По химическому составу воды этих водоносных комплексов хлоридные натриевые и кальциево-натриевые, метановые и азотно-метановые с общей минерализацией от 3—115 *г/л* в сакмарско-артинских до 40—270 *г/л* в каменноугольных отложениях.

В Приуральском бассейне подземные воды, пригодные для водоснабжения, приурочены к четвертичным — аллювиальным, меловым, юрским, а в восточной части бассейна, кроме того, к пермо-триасовым и отчасти к верхнепалеозойским отложениям; в Восточно-Прикаспийском и Юго-Восточном бассейнах они вскрываются в четвертичных (аллювиальных и эоловых) сеноман-альбских и отчасти в верхнемеловых породах, а в Западно-Прикаспийском бассейне — только в аллювиальных и эоловых.

В подсолевых отложениях Прикаспийского района содержатся промышленные рассолы, обогащенные йодом и другими полезными микрокомпонентами. На ряде участков они имеют бальнеологическое значение.

Уралтау-Мугоджарский гидрогеологический район (гидрогеологическая складчатая область) охватывает южную оконечность линейных складчатых структур Урала, разделяет собой две крупные системы артезианских бассейнов — Прикаспийскую на западе и Тургайскую на востоке. Морфологически район представляет разнообразную по характеру расчленения поверхности горно-островную страну (коэффициент расчлененности рельефа от 0,2 до 1,75 *км/км*^{2}) с резко континентальным климатом и относительно малым количеством атмосферных осадков (200—350 *мм/год*) при высокой испаряемости (800—900 *мм/год*).

Разнообразие форм рельефа обусловлено сложностью геоструктурного положения района. В центральной его части прослеживаются слаборасчлененные древние плато: Орь-Илекское на северо-западе и Центрально-Мугоджарское на востоке. В строении плато участвуют глубокометаморфизованные и собранные в сложные складки орто- и парагнейсы большой мощности (более 10—18 *км*), прорванные средне- и нижнепалеозойскими интрузиями. К склонам плато примыкают сильно расчлененные мелкосопочные равнины (коэффициент расчленности 1,75 *км/км*^{2}), на севере близ р. Урала и на юге переходящие в низкогорья. В строении этих равнин принимает участие мощная формация (до 5—7 *км*) осадочных и зеленокаменных вулканогенных пород среднего и отчасти нижнего палеозоя. К западу от Орь-Илекской возвышенности эта формация перекрывается столь же мощной (до 7—8 *км*) толщей молассовых, хемогенных пород и континентальных образований верхнего палеозоя и нижнего триаса. Все эти образования, особенно наиболее древние (допалеозойские и нижне-, среднепалеозойские), сложно дислоцированы, разбиты разломами и прорваны интрузиями различных размеров и генезиса.

Между массивами Южного Уралтау и Северо-Западных Мугоджар прослеживается ряд наложенных депрессий, которые объединяются под общим названием Орской. Депрессии выполнены юрскими угленосными мел-палеогеновыми песчано-карбонатными отложениями мощностью 300—400 *м*. Местами древние породы краевой зоны Уралтау-Мугоджарской складчатой области прикрыты сравнительно маломощными (до 100—150 *м*) песчаными, песчано-глинистыми и кремнисто-карбонатными отложениями юры, мела, палеогена и неогена. Долины рек выполнены четвертичными аллювиальными образованиями.

Гидрогеологический район представляет основную область питания и восполнения ресурсов подземных вод допалеозойских, палеозойских и отчасти мезозойских пород. Эти воды в свою очередь принимают существенное участие в образовании подземных вод прилегающих равнинных районов. Наличие многочисленных тектонических нарушений, мощных зон дробления и выветривания пород создает благоприятные условия для формирования в пределах Урал-Мугоджарского района значительных запасов подземных вод. Особенно обильны водой зоны дробления и интенсивного выветривания. Мощность водоносной зоны с трещинно-грунтовыми водами зависит от глубины распространения трещин в горных породах и чаще всего составляет 30—100 *м*. Только в межгорных прогибах и грабен-синклиналях, а также в линейных зонах разломов подземные воды залегают на более значительных глубинах. Водообильность пород, а также минерализация и химический состав приуроченных к ним подземных вод характеризуются большой пестротой. Это обусловлено различной интенсивностью и трещиноватостью водовмещающих пород.

К наиболее погруженной части Магнитогорского мегасинклинория на левобережье бассейна р. Ори приурочен артезианский бассейн Орской депрессии, выполненный песчано-глинистыми отложениями юры, мела и палеогена. С песчаными горизонтами этих отложений связаны напорные подземные воды, залегающие на глубинах от единиц до 100—150 *км* и более. Дебиты скважин изменяются от 0,1—0,3 до 1—2 *л/сек*, местами более, а минерализация воды достигает 3—5 *г/л*. Повышенная минерализация подземных вод наблюдается в нижних и средних горизонтах юры в южной части депрессии.

На междуречье Кзылкаина, Дубера, Ори выходят визе-намюрские известняки нижнего карбона, которые здесь образуют моноклиналь с пологим падением (16—22°) слоев на запад. В известняках содержат-

ся напорные (высота напора до 140—150 *м*) подземные воды с минерализацией от 0,9 до 5 *г/л*, преимущественно хлоридно-сульфатного магниево-натриевого состава.

Почти все водоносные комплексы района (за исключением некоторых участков Юго-Восточных Мугоджар и южной части Орской депрессии) содержат подземные воды, пригодные для водоснабжения. Среди них наиболее практическое значение имеют воды палеоген-меловых и отчасти юрских отложений Орской депрессии, а в складчатой области — воды нижнекарбоновых, девон-силурийских осадочных и вулканогенных, а также ультраосновных интрузивных пород.

Урало-Тургайский гидрогеологический район расположен на востоке и юго-востоке Западного Казахстана и охватывает юго-западную и западную окраины Тургайского прогиба, простирающегося между Мугоджарской и Центрально-Казахстанской складчатыми областями. Равнинный рельеф района осложнен на юге останцовыми возвышенностями, а на юге-востоке — крупными ложбинами стока и многочисленными озерно-соровыми понижениями.

Климат района резко континентальный. Годовое количество атмосферных осадков колеблется от 100—150 *мм* на юге до 250—320 *мм* на севере. Гидрографическая сеть развита крайне слабо; среднегодовой сток рек (Иргиза, Улькаяка и отчасти Тургая) и временных водотоков не превышает 30—35 $м^3/сек$, а модуль стока — 0,1 *л/сек* с 1 $км^2$ водосборной площади.

В геоструктурном отношении этот район охватывает крайнюю северо-западную часть обширной Туранской плиты, где глубина залегания палеозойского складчатого фундамента изменяется от десятков и первых сотен метров в Примугоджарской полосе до 1000—3000 *м* на юге района. В геологическом разрезе платформенного чехла участвуют юрские, меловые, палеогеновые и неоген-четвертичные отложения.

Складчатые структуры простираются почти в меридиональном направлении, причем структуры мезо-кайнозойского чехла отражают структурный план палеозойского фундамента, т. е. являются унаследованными. Так, крайняя западная структура — Шошкакольская мегантиклиналь — располагается на южном погружении Жамантауского антиклинория, а на южном погружении Урало-Тобольской зоны находится широкий наложенный Челкарский прогиб. Далее к востоку, как показано выше, в субмеридиональном направлении простирается Куландинская, Тасаранская (а на северном его продолжении Карашатауская), Малобарсуковская мегантиклинали, а между ними Жиланская (на севере Иргизская), Тугузская и Чокусинская мегасинклинали.

В гидрогеологическом отношении район в целом представляет систему артезианских бассейнов, в которых напорные подземные воды приурочены к песчаным отложениям морского палеогена и нижнего мела в пределах, отмеченных выше синклинальных структур, а базы напорные — к четвертичным (эоловым) и олигоценовым разнозернистым пескам (см. рис. 31).

В пределах Арало-Тургайского района можно выделить два района II порядка: северный — Западно-Тургайский и южный — Северо-Приаральский. Условная граница между ними проводится по долине Шетиргиза и низовьям Иргиза.

На площади Западно-Тургайского района напорные подземные воды развиты в четвертичных аллювиальных и эоловых отложениях и континентальных образованиях среднего и верхнего олигоцена. Воды пресные и слабосолоноватые с сухим остатком до 1—1,5 *г/л*. По составу гидрокарбонатные натриевые и кальциевые, реже сульфатные и хлоридные с повышенным содержанием щелочных металлов. В боль-

шинстве случаев они пригодны для водоснабжения. На участках, где в кровле олигоцена залегают соленосные миоценовые осадки, минерализация подземных вод возрастает до 8—10 *г/л* и более. Водоотдача песков небольшая. Они нередко глинистые и пылеватые с известковистым и железистым цементом. Коэффициент фильтрации песков колеблется от 0,1 до 7,7 *м/сутки*.

В палеозойских породах повсеместно установлены напорные воды, залегающие в северной части на глубинах 50—150 *м*, а в южной на глубинах 200—500 *м* и более. Минерализация вод колеблется в пределах 1—20 *г/л*. На отдельных участках напорные воды приурочены к отложениям эоцена и нижнего мела. Так, вблизи р. Каракай расположен Валериановский артезианский бассейн, где на глубине 41—50 *м* в верхнем эоцене встречены напорные воды, дающие самоизлив. Пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли на 2—3 *м*. Дебиты скважин составляют 0,1—3,5 *л/сек*. Минерализация вод варьирует в пределах 3—6,5 *г/л*. В пос. Иргиз, в совхозе им. Калинина, в центральной усадьбе Таупского и Нуринского совхозов скважинами вскрыты самоизливающиеся воды нижнемелового горизонта, залегающие на глубине 180—200 *м*, с минерализацией 10—35 *г/л* хлоридно-натриевого состава.

На площади Северо-Приаральского района напорные воды приурочены к эоценовым (саксаульским, тасаранским) и альбским песчаным отложениям Челкарского, Жиланского, Тугузского и Чокусинского артезианских бассейнов. В центральных частях почти всех бассейнов эти воды залегают на глубинах 80—500 *м* и более. Дебиты скважин колеблются от 1 до 10 *л/сек*, местами более, а минерализация вод изменяется от 0,5 до 15 *г/л*, чаще 1—3 *г/л* и возрастает с глубиной в направлении с севера на юг. По составу воды хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатные натриевые. Напорные, в основном слабосолоноватые, воды (до 1,5—2 *г/л*) вскрыты в эоловых песках и континентальных олигоценовых отложениях.

Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район, занимающий юго-западную часть описываемой территории, представляет собой сложную систему артезианских бассейнов. Этот район характеризуется резкими контрастами рельефа (на севере — равнина, в центре — горно-островная поверхность, а на юге и востоке—возвышенные плато), сложным геологическим строением и является одним из самых засушливых и бедных поверхностными водами районов в стране. В зависимости от геоструктурных, геоморфологических, литолого-фациальных и гидрогеологических особенностей на обширной территории района можно выделить четыре гидрогеологических района второго порядка: Северо-Мангышлакский (Бузачинский), Центрально-Мангышлакский (Горный), Южно-Мангышлакский (Степной) и Устюртский.

Северо-Мангышлакский, или Бузачинский, артезианский бассейн занимает обширную площадь п-ова Бузачи и граничит на севере и западе с Каспийским морем, на востоке — с чинками плато Устюрт, на юге — с Северным Актау. П-ов Бузачи имеет равнинную поверхность, слабо наклоненную на север и юг; абсолютные отметки поверхности достигают минус 26 *м* по периферии, поднимаясь до нуля в центральной части. В приподнятой центральной части района расположены песчаные бугристые массивы высотой до 10 *м*.

С поверхности район сложен древнечетвертичными и новокаспийскими морскими песчано-глинистыми отложениями и эоловыми песками, включающими ряд водоносных горизонтов и комплексов. Основными из них являются водоносный горизонт четвертичных эоловых песков и водоносный комплекс четвертичных морских образований. В толще эоловых песков, слагающих отдельные разобщенные между собой мелко- и

среднебугристые песчаные массивы — Кызылкумы, Увахкумы, Чульчагылкумы, Егизлак, Жилимшик, формируются пресные и слабосолоноватые воды с сухим остатком от 0,5 до 3 *г/л*. Эти воды получают питание за счет конденсации влаги из атмосферы и инфильтрации атмосферных осадков, а дренируются в соровых понижениях, располагающихся вокруг песчаных массивов.

Морские четвертичные отложения развиты повсеместно, но подземные воды распространены в них локально в линзах и прослоях песков. В центральной повышенной части района преобладают воды пресные и слабосолоноватые, а по его окраине — соленые и рассолы. Глубина залегания подземных вод в зависимости от морфологии местности колеблется от 5 до 10 *м*, иногда до 15 *м*.

Под толщей глин палеогена и верхнего мела залегают напорные подземные воды нижнемеловых отложений. Питание, движение и разгрузка подземных вод нижнего мела затруднены. Вследствие этого в нижнемеловом горизонте, особенно на севере района, формируются воды преимущественно повышенной и высокой минерализации. Некоторое опреснение этих вод наблюдается в южной части района, где водоносные горизонты меловых отложений получают питание со стороны Горного Мангышлака. Небольшие выходы мела на поверхность имеются и в северо-западной части п-ова Бузачи.

Центрально-Мангышлакский район (гидрогеологический массив) занимает центральную, наиболее возвышенную часть Мангышлака и включает небольшие разобщенные горные массивы: Каратау (Восточный и Западный Каратау и Каратаушик), Актау (Южный и Северный), а также ряд более мелких останцовых гор — Карамая, Карашек и др. Между Каратаускими и Актаускими горами располагаются крутосклонные аридно-денудационные ложбины, так называемые Прикаратауские «долины».

В геологическом строении района принимает участие мощная (свыше 7 *км*) толща метаморфизованных пород пермо-триаса Каратауских массивов, терригенные отложения юры и нижнего мела (мощность 1200—2000 *м*) Прикаратауских «долин» и Бекебашкудукской мегантиклинали и преимущественно карбонатные породы верхнего мела и палеогена (500—1000 *м*) Актауских гор.

Гидрогеологически описываемый район представляет собой местную область питания многих водоносных горизонтов. Подземные воды, пригодные для водоснабжения, развиты главным образом в отложениях пермо-триаса и сеноман-альба. В толще пермо-триаса они приурочены к верхней наиболее трещиноватой части зоны мощностью до 40—50 *м* и имеют минерализацию 0,3—0,8 *г/л*, реже более. Дебиты родников и скважин, питающихся этими водами, колеблются от десятых долей до 2—3 *л/сек*, реже до 7—10 *л/сек*. Подземные воды разнозернистых песков и песчаников верхнего альба и сеномана залегают на глубинах 10—70 *м* и имеют минерализацию 0,6—2 *г/л*. В этих отложениях вскрыты слабоминерализованные высоконапорные воды в восточной части Актауских гор на глубине 350—850 *м* с дебитами скважин от 3—5 до 25 *л/сек* (нередко скважины дают самоизлив).

Южно-Мангышлакский артезианский бассейн включает всю территорию Южного или так называемого Степного Мангышлака и п-ов Тюбкараган. Морфологически этот район представляет собой полого наклоненную в сторону Каспийского моря равнину, «бронированную» с поверхности неогеновыми известняками-ракушечниками. Характерной особенностью района являются глубокие бессточные впадины, осложняющие поверхность равнины.

Описываемый бассейн выполнен мощной (1—6 *км*) толщей осадочных пород юры, мела и более молодых отложений, залегающих на складчатых породах каратауского комплекса, — перми и триаса.

Наибольшее практическое значение имеет верхняя часть платформенного чехла, в которой подземные воды, пригодные для водоснабжения, заключены в сеноман-альбских и сарматских отложениях, а также в четвертичных эоловых песках.

В сеноман-альбских отложениях (песчаники и пески) выделяется до 3—4 регионально выдержанных водоносных горизонтов с суммарной мощностью 100—150 *м* и более. В них всюду вскрываются высоконапорные воды, местами дающие самоизлив, залегающие на глубинах 200—800 *м* и более. Производительность скважин изменяется от 5 до 42 *л/сек*. Воды с минерализацией 1—5 *г/л* распространены на участках сквозных долин, прорезающих Южный Актау и раскрывающихся в сторону глубоких впадин Южного Мангышлака. Пресные и слабосолоноватые воды (0,7—3 *г/л*) в сарматских отложениях залегают в северной и центральной частях плато на глубинах 15—40 *м*. Дебиты водопунктов составляют 0,1—3 *л/сек*, реже до 8 *л/сек*. Пресные воды (0,3—1 *г/л*) неглубокого залегания (1—25 *м*) развиты и в песчаных эоловых массивах. *Эти воды при вскрытии их скважинами дают расходы 1—8 л/сек.*

Устюртская система артезианских бассейнов занимает плато Устюрт, которое обрамлено со всех сторон крутыми обрывами (чинками) высотой до 150—210 *м*. Рельеф плато слабо расчленен и представляет собой равнину, слегка наклоненную на север, юг и запад. Поверхность плато осложнена обширным песчаным массивом Сам и соровыми понижениями Асмантай-Матай, Каратюлей и др.

Геологически верхняя, дренированная чинками часть плато сложена четвертичными образованиями сорового и эолового происхождения, известняками-ракушечниками сармата, «бронирующими» сверху плато, и отложениями тортона и палеогена.

В четвертичных эоловых песках и неогеновых известняках, широко развитых в пределах Устюрта, заключены слабоминерализованные подземные воды, пригодные для водоснабжения. Они залегают на глубине от 5—6 до 20—30 *м* и более. Мощность водоносных пород колеблется от 10 до 25 *м*, а минерализация вод нередко превышает 1—3 *г/л*. Водообильность отложений различная: дебиты водопунктов изменяются от 0,1—0,3 до 6 *л/сек*. Удельные дебиты 0,1—0,5 *л/сек*. Питание водоносных горизонтов происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих на площади распространения четвертичных — эоловых и неогеновых отложений.

Водоносные горизонты нижнемеловых и более древних отложений платформенного осадочного чехла залегают на глубинах 850—1500 *м* и более под мощной толщей глинисто-мергельных пород палеогена и верхнего мела. Вследствие этого в них заключены высоконапорные подземные воды с повышенной и высокой минерализацией. Питание глубоко залегающих водоносных комплексов осуществляется за счет глубинного подземного стока из сопредельных горных областей (Каратау, Южного Урала и др.).

В нижеследующих четырех главах приводится более подробное описание подземных вод по основным водоносным горизонтам и комплексам в границах выделенных гидрогеологических районов первого порядка (начиная сверху вниз). Некоторые водоносные отложения, как, например, озерно-соровые, по отдельным районам не описаны. Водоотдача их крайне низкая, дебиты водопунктов не превышают десятых долей литра в секунду. Минерализация этих вод, залегающих на глубине от 0,1 до 1—3 *м*, достигает 50—330 *г/л* и более.

При описании подземных вод не рассмотрены также слабопроницаемые (водоупорные) породы, разделяющие основные водоносные горизонты и комплексы. Но эти породы играют большую гидрогеологическую роль. Чаще всего они представлены глинистыми и карбонатно-глинистыми образованиями и приурочены к различным частям разрезов четвертичных, неоген-палеогеновых, верхнемеловых, аптских, неокомских, верхне-среднеюрских и пермских отложений. В Прикаспийской впадине к ним относятся гидрохимические осадки в толще нижней перми (кунгур). На различных участках отдельных гидрогеологических районов толщи слабопроницаемых образований размыты или разорваны тектоническими нарушениями, вследствие чего водоносные отложения соприкасаются по плоскостям разломов. Местами глинистые, слабопроницаемые, образования замещаются песчаными или существенно песчаными отложениями, а гидрохимические осадки на многих участках отсутствуют в разрезе (межкупольные прогибы). Все это способствует на таких участках перетеканию подземных вод из более глубоких горизонтов в верхние горизонты или на дневную поверхность и тем самым усиливает гидравлическую связь между отдельными водоносными горизонтами.

В заключение следует сказать, что в настоящей работе при описании водоносных горизонтов и комплексов приняты следующие понятия.

Категории подземных вод по степени минерализации подразделяются на (*г/л*): пресные — до 1, слабосолоноватые 1—3, солоноватые 3—5, сильносолоноватые 5—10, слабосоленые 10—15, соленые 15—35, сильносоленые 35—50 и рассолы более 50. В основу химической классификации положена схема О. А. Алекина (1946) с разделением III типа вод на два самостоятельных подтипа: IIIа и IIIб (Садыков, 1964).

Под понятием: коэффициент метаморфизации подземных вод принято отношение $\frac{r\,Na}{r\,Cl}$; коэффициент сульфатности — $\frac{r\,SO_4 \cdot 100}{r\,Cl}$; коэффициент гидрогеологической закрытости, по М. А. Гатальскому (градиент минерализации) — $\frac{M}{H}$, по В. А. Кротовой (бромный показатель) — $\frac{Br100}{H}$, хлор-бромный коэффициент — $\frac{Br}{Cl}$. Здесь знак *r* при химических символах ионов означает миллиграмм-эквивалентную их форму, *M* и *H* — сумму минерализации (*г/л*) и глубину (*м*) вскрытия подземных вод.

ГЛАВА IV

ПРИКАСПИЙСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЙОН

Описываемый район представляет собой сложный артезианский бассейн I порядка. В пределах этого бассейна можно выделить два гидрогеологических этажа: нижний, приуроченный к докунгурскому (подсолевому), и верхний — к послекунгурскому (надсолевому) комплексам. В настоящее время достаточно полно изучен верхний этаж. По характеру обводнения и общности литолого-фациального состава водосодержащих пород выделяются водоносные комплексы следующих отложений: 1) четвертичных, 2) неогеновых, 3) палеогеновых, 4) верхнемеловых (без сеномана), 5) сеноман-альбских, 6) апт-неокомских, 7) верхнеюрских, 8) средне- и нижнеюрских, 9) триас-пермских, 10) кунгурских, 11) подсолевых-нижнепермских и 12) каменноугольных и более древних пород фундамента.

Водоносный комплекс четвертичных отложений. Четвертичные отложения слагают в основном центральную и западную части района, т. е.

Прикаспийскую низменность. Они представлены континентальными (эоловыми, аллювиальными, озерными, озерно-аллювиальными) и морскими (каспийских трансгрессий) осадками.

Водоносный горизонт эоловых отложений приурочен главным образом к песчаным массивам Нарын (Волго-Уральские пески), Бийрюк-Тайсойган и Прикаспийских Каракумов. Относительно небольшие песчаные массивы с горизонтами и линзами грунтовых вод распространены в долинах Эмбы (Кокжиде, Кумжарган, Бикембай), Темира (Аккум), Уила, Сагиза (пески в верховьях и нижнем течении), Булдурты-Калдыгайты, а также в междуречье Эмба — Маннысай (пески Оймаут, Терескен, Сарыкумы). Эоловые пески образовались за счет перевевания морских и озерно-аллювиальных (междуречье Волги и Урала), аллювиальных и аллювиально-дельтовых отложений (массивы в долинах рек и Прикаспийских Каракумах). В северо-западной части самого большого Нарынского массива (Урдинские пески) развиты крупнобугристые гряды, а в остальных массивах — мелкобугристые полузакрепленные пески с участками барханов, широких долинообразных понижений — ашиков (Урдинские пески) и волнистых равнин, на которых развиты солончаки и соры.

Водовмещающие породы представлены тонко-и мелкозернистыми, нередко пылеватыми (иногда среднезернистыми) песками мощностью 2—15 *м* и реже более, но водонасыщенная их часть не превышает 8—10 *м*. Местами под эоловыми образованиями залегают песчаные слои морских озерно-аллювиальных и аллювиальных отложений.

Грунтовые воды песков со свободным зеркалом залегают на глубине 1—3 *м* в котловинах выдувания, на межбугристых и межгрядовых равнинах, в соровых понижениях до 5—15 *м* под грядами и буграми. Во всех песчаных массивах при небольшом углублении водоприемной части колодцев в водоносный слой получены дебиты 0,05—0,5 *л/сек*. На грядовых и среднебугристых участках северо-западной и северной частей массивов Нарын и Кокжиде водоотдача мелко- и среднезернистых песков составляет 0,1—0,18. Водовмещающие пески других массивов более пылеватые, имеют водоотдачу не более 0,1—0,12. Коэффициент фильтрации их составляет 1—5 *м/сутки*.

Наличие рыхлых, хорошо проницаемых песков способствует быстрому поглощению, особенно на незакрепленных участках, значительной части зимне-весенних атмосферных осадков и образованию пресных и слабосолоноватых грунтовых вод. Наименее минерализованные воды с сухим остатком преимущественно до 1, чаще 0,5 *г/л*, развиты в северной половине Нарынского массива, Тайсойгана, Булдурты-Калдыгайтинских песков, в пределах долины Эмбы, Темира и Уила. Здесь пресные воды имеют почти сплошное развитие и значительную мощность (3—10 *м*). На других же участках в песчаных массивах распространены в основном воды с минерализацией от 2 до 10 *г/л*. Пресные воды залегают здесь в виде линз, плавающих на поверхности соленых и солоноватых вод. Под сорами и солончаками минерализация воды изменяется от 10 до 50 *г/л* и более.

Пресные воды с минерализацией до 1 *г/л* по химическому составу в основном гидрокарбонатные или сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые и натриевые. Среди вод повышенной минерализации (2—10 *г/л*) преобладают хлоридно-сульфатные, хлоридные натриевые разности, нередко смешанного состава. На межбугристо-межгрядовых равнинах развиты хлоридные натриевые воды.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений распространен повсеместно в долинах Урала, Большого и Малого Узеней, Кушума, Чижей, Хобды, Илека, Уила, Сагиза, Эмбы и др. Ширина

долин в верховьях рек обычно не превышает 1—2 *км*, но при выходе рек на равнину, особенно в среднем течении (Урал, Илек, Эмба, Уил), достигает 10—15 *км* и более. Здесь выделяются пойменная, иногда две и три надпойменные террасы.

С отложениями речных долин всюду связаны грунтовые воды, залегающие в мелко- и среднезернистых песках, нередко переходящих в долинах рек Предуральского плато в гравийно-галечные разности, а в центральной части Прикаспийской низменности в более тонкозернистые, глинистые. Общая мощность водоносных отложений варьирует от 2—5 *м* в низовьях долин мелких рек и притоков до 25—30 *м* в долинах крупных рек (Урал, Илек). На отдельных переуглубленных участках долин мощность водоносных пород достигает 50—60 *м* (Илек, Урал). Возможно, в низах толщи аллювия присутствуют также нижнечетвертичные — акчагыльские континентальные отложения. Нижним водоупором служат плотные глины акчагыла или более древних отложений. Глубина зеркала грунтовых вод колеблется от 0,5—3,0 *м* на пойме до 15—20 *м* на высоких террасах.

Фильтрационные свойства водовмещающих пород изменчивы по площади и в вертикальном разрезе. Коэффициент фильтрации разнозернистых песков с гравийно-галечным материалом (среднее течение Урала и Илека) составляет 10—150 *м/сутки*, а тонко-мелкозернистых песков долин рек центральной части Прикаспийской низменности — от 0,2 до 1—3 *м/сутки*. Соответственно большей водообильностью отличаются аллювиальные отложения Илека и среднего течения Урала, где дебиты скважин варьируют от 5 до 40 *л/сек* при понижении уровня воды на 3—5 *м*. Расходы водопунктов в других долинах и балках изменяются от 1 до 8 *л/сек* при понижениях 5—9 *м*. Особенно низкие дебиты 0,5—0,2 *л/сек* наблюдаются в низовьях речных долин Прикаспийской низменности.

Минерализация и химический состав грунтовых вод довольно пестрые. В долинах Илека, Темира, в верховьях Урала, Эмбы и рек Урало-Эмбенского плато, Общего и Зауральского Сыртов подземные воды аллювиальных отложений почти повсеместно пресные с сухим остатком 0,2—1 *г/л*, а в низовьях Урала, Эмбы, Узеней и Уила — от 1 до 5 *г/л* и более. Минерализация воды увеличивается также вниз по течению. Повышенная и высокая минерализация грунтовых вод (5—15 *г/л*) устанавливается и в долинах некоторых притоков рек, где по тектоническим нарушениям разгружаются соленые воды нижележащих отложений.

По химическому составу воды в основном гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые или натриевые; солоноватые — сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые, а слабосоленые — хлоридные натриевые.

Водоносный горизонт озерных и озерно-аллювиальных отложений наиболее широко развит в западной и южной низменной частях Прикаспийского района. Водовмещающие породы представлены песками, супесями и суглинками озерно-соровых понижений мощностью не более 2—5 *м*. В них содержатся главным образом соленые воды и рассолы с минерализацией от 25—30 до 250—350 *г/л* хлоридно-натриевого и магниево-натриевого состава. В отдельных озерных впадинах, на участках тектонических разломов, грунтовые воды имеют хлоридный натриевый состав с повышенным содержанием кальция (до 10—15 *мг·экв*).

Особое положение занимают горизонты грунтовых вод в так называемых разливах, представляющих собой лиманно-дельтовые и аллювиально-дельтовые понижения со множеством речных протоков и озер.

Разливы широко развиты в междуречье Волги и Урала (Чижинско-Дюринско-Балыктинские и Камыш-Самарские разливы). Грунтовые воды в них приурочены к глинистым тонкозернистым пескам и супесям мощностью 3—8 *м*, их уровень располагается на глубинах до 3—5 *м*. Солевой состав грунтовых вод пестрый. Преобладают хлоридные натриевые воды с минерализацией 10—50 *г/л*. Только на наиболее дренированных и опресняемых участках формируются пресные и слабосолоноватые воды с сухим остатком до 3 *г/л*. Запасы вод ограниченные. Линзы пресных вод мощностью в 0,5—0,7 *м* плавают на более тяжелых соленых водах.

Водоносные горизонты морских отложений каспийских трансгрессий (послехвалынской, хвалынской, хазарской и бакинской) распространены в основном в пределах Прикаспийской низменности, включая всю территорию п-ова Бузачи и приморские зоны на Мангышлаке. Подземные воды здесь приурочены к прослоям и невыдержанным по площади линзам разнозернистых песков. Воды залегают на глубинах от 3—5 *м* в понижениях (лиманы, западины, песчаные равнины и др.) до 15—20 *м* на возвышенных участках. В присыртовых равнинах воды вскрываются на глубине 7—25 *м*.

Сильная засоленность и плохая промытость каспийских осадков, наличие многочисленных солончаков, соленых озер и соляных куполов обусловливают высокую минерализацию грунтовых вод (от 10 до 300 *г/л* и более). Пресные и слабосолоноватые воды, 1—3 *г/л*, образующиеся путем инфильтрации атмосферных осадков, залегают преимущественно по внешней окраине Прикаспийской низменности на глубинах 2—10 *м* на площади примерно 40—50 тыс. *км*^{2}. Здесь дебиты скважин не превышают 0,01—0,5 *л/сек*, а местами достигают 1—2 *л/сек* при понижении на 1—3 *м*. В центральной части низменности слабоминерализованные воды залегают в виде линз мощностью 0,2—1,5 *м* и протяженностью 0,1—2 *км*. Коэффициент фильтрации водовмещающих отложений в целом по территории изменяется от 0,2 до 5 *м/сутки*, а коэффициент водоотдачи от 0,03 до 0,11.

В распространении соленых вод и рассолов в пределах Прикаспийской низменности прослеживается определенная закономерность, зависящая от гипсометрических условий (рис. 32). Подземные воды хлоридного и сульфатно-хлоридного натриевого, магниево-натриевого и кальциево-магниево-натриевого состава характерны для участков, прилегающих к долинам Урала, Эмбы, а также для побережья Каспийского моря. Воды более пестрого состава и минерализации (5—150 *г/л*) приурочены к разливам и большим лиманам. Среди них встречаются гидрокарбонатные натриевые воды с сухим остатком до 70—80 *г/л*. На более низменных участках распространены хлоридные натриевые крепкие рассолы (100—250 *г/л*). В зоне неглубокого залегания соляных куполов в морских отложениях развиты рассолы наиболее высокой минерализации (до 300 *г/л*) хлоридного натриевого состава с повышенным содержанием кальция (до 8—12% *мг·экв*) и магния (до 10—16% *мг·экв*).

Питание грунтовых вод четвертичных отложений происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков (с октября до мая) на участках обнажения песчаных отложений или неглубокого их залегания. В речных долинах и на участках разливов, особенно на низких террасах, грунтовые воды питаются паводковыми речными водами из многочисленных речек и балок, стекающих с Сырта. В зависимости от условий питания, литологического состава пород и перекрывающих их отложений годовые амплитуды колебания уровня грунтовых вод четвертичных отложений изменяются от 0,1—0,4 *м* на водораздельных равнинах до 0,4—2,5 *м* в речных долинах и разливах.

Водоносный комплекс нерасчлененных четвертичных и объединенных верхне-нижнечетвертичных и плиоценовых отложений занимает территорию Общих Сыртов и полосу Предсыртового уступа. Подземные воды приурочены к отложениям сыртовой толщи, представленной в верх-

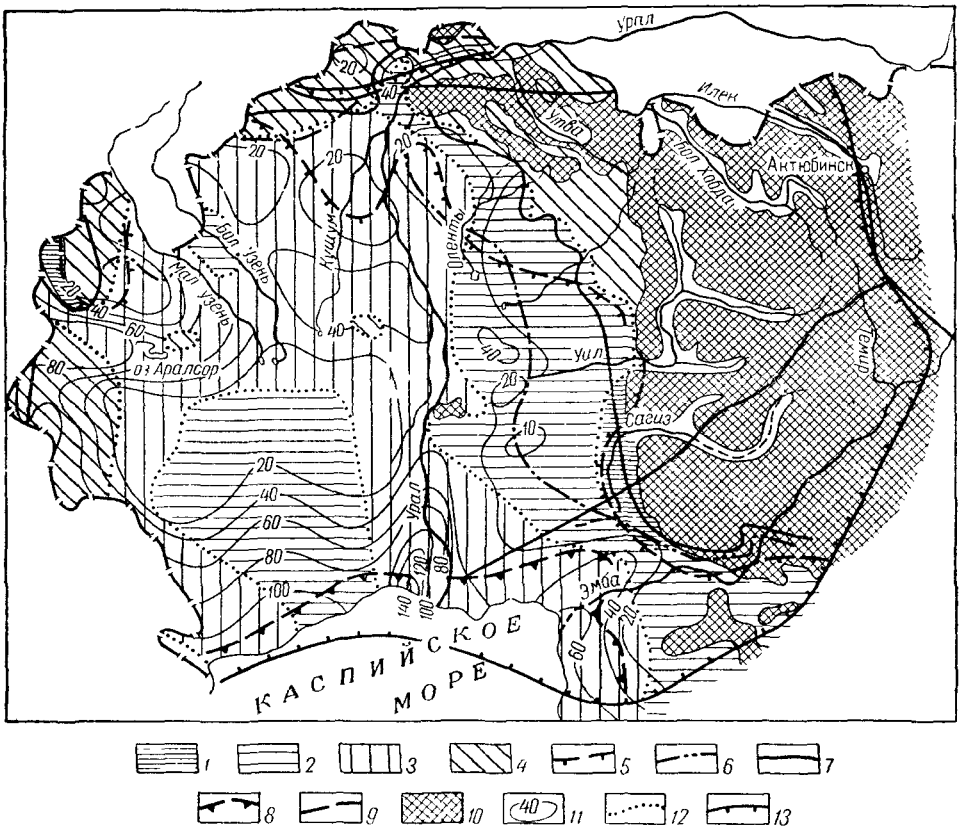


Рис. 32. Схематическая гидрогеологическая карта четвертичных отложений каспийских трансгрессий. (Составил М. П. Распопов)

Водоносные комплексы. 1 — песчано-галечниковые дельтовые и прибрежно-морские осадки, преимущественно с пресными и слабосолоноватыми водами (минерализация 0,5—3 *г/л*, реже до 10 *г/л* и выше) пестрого состава; *2* — преимущественно песчаные древнекаспийские и новокаспийские морские осадки с преобладанием в них соленых вод и слабых рассолов (1—140 *г/л*), реже пресных (1 *г/л*), преимущественно хлоридных натриевых; *3* — песчано-глинистые морские древнекаспийские осадки, преимущественно с солеными водами и слабыми рассолами (1—140 *г/л*), в сорах крепкие рассолы (более 140 *г/л*) хлоридного натриевого состава, иногда с повышенным обогащением магния, кальция, калия и микрокомпонентами. В ложбинах местного стока водораздельных морских равнин (западинах, падинах, лиманах) и в аллювиальных долинах распространены пресные и солоноватые воды с минерализацией 0,5—10 *г/л*, часто гидрокарбонатные и сульфатные натриевые и кальциевые; *4* — преимущественно глинистые морские древнекаспийские и континентальные осадки сыртовой равнины с преобладанием в них соленых вод и слабых рассолов (1—70 *г/л*), в основном хлоридного натриевого состава, часто обогащенных магнием и микрокомпонентами. В местных аккумуляторах временного стока талых вод (западинах, падинах и лиманах) и в аллювии подземные воды пестрого солевого состава с минерализацией 0,5—10 *г/л*, реже выше.

Границы максимальных морских трансгрессий: 5 — бакинской; *6* — хазарской; *7* — хвалынской; *8* — новокаспийской; *9* — объединенной бакинской, хазарской и хвалынской, *10* — области преимущественного распространения дочетвертичных отложений; *11* — изолиния равных мощностей четвертичных отложений; *12* — граница водоносного комплекса, *13* — граница распространения соляиокупольных структур

ней части легкими и средними суглинками, переходящими в тяжелые разности, а в нижней — глинами. Общая мощность сыртовых отложений изменяется от 10—20 *м* на склонах долин до 55 *м* на водоразделах. В основании сыртовой толщи залегают один или два водоносных прослоя в мелкозернистых, реже разнозернистых кварцевых песках, общей мощностью от 1—2 до 6—10 *м*. Кроме этих («подсыртовых») песков,

в отложениях Предсыртового уступа встречены прослои водоносных песков и супесей на глубине от 10—15 до 20—35 *м*. Местами сыртовые отложения полностью безводны.

В северо-восточной части Общего Сырта предсыртовые пески не имеют сплошного распространения и часто замещаются прослоями песчаных глин с прослоями дресвы, легкой щебенки и гнездами песка. Здесь подземные воды имеют спорадическое распространение. На остальной территории, где водоносный горизонт сыртовой толщи гидравлически связан с водами плиоцена, он хорошо выдержан по простиранию и местами обладает напором высотой до 5—12 *м*. Мощность водоносного горизонта незначительна и редко достигает 10 *м*. Водообильность его также невысока. Дебиты водопунктов изменяются от 0,17 до 9,6 *л/сек*, при понижениях уровня на 1,6—26,3 *м*. Коэффициент фильтрации составляет 1—2 *м/сутки*.

Химический состав и минерализация подземных вод горизонта отличаются пестротой. Величина сухого остатка в песках изменяется от 0,4—0,8 до 3 *г/л*, а в суглинках до 5—6 *г/л* и более. По химическому составу пресные воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые или натриевые, а соленые — хлоридные натриевые.

Водоносный комплекс плиоценовых отложений. Плиоценовые отложения занимают западную и центральную части Прикаспийской впадины (Прикаспийская низменность, Сыртовый и Предсыртовый районы), где они представлены в основном терригенными, а по бортам впадины — континентальными отложениями акчагыла и апшерона. В прибортовых частях впадины распространены песчаные отложения. По направлению к центру бассейна они постепенно сменяются песчано-глинистыми и глинистыми осадками.

В Калмыково-Индерском и Гурьевском районах в разрезе плиоцена присутствуют известняки-ракушечники. Мощность указанных отложений изменяется от 50—120 (на бортах впадины) до 300—450 *м* (в центральной ее части), а в отдельных прогибах (Азгирский) она увеличивается до 1000 *м*. На некоторых куполах эти отложения выклиниваются. Подземные воды, приуроченные к песчаным отложениям мощностью от 2—5 до 15 *м*, вскрываются на глубинах от 30 до 200 *м* и более.

Подземные воды в основном напорные. В пределах Общего и Зауральского Сыртов высота напоров варьирует от 8 до 100 *м*, а в Прикаспийской низменности до 150—200 *м* и более. Уровни воды в скважинах устанавливаются на глубинах от 5 до 40 *м*. Местами наблюдается самоизлив (рис. 33).

Коэффициент фильтрации водовмещающих песков изменяется от 1—5 до 70—80 *м/сутки*. Соответственно дебиты скважин, вскрывающих водоносные пески, изменяются от десятых долей до 1—2 и реже 3—5 *л/сек* при понижениях уровня воды на 1—35 *м*. На остальных участках Присыртовых равнин, где распространены разнозернистые пески с прослоями гравия и гальки, дебиты скважин достигают 8—10 *л/сек* при понижении на 6—10 *м*.

В пределах Общего и Зауральских Сыртов минерализация вод плиоценовых отложений колеблется от 0,5 до 5 *г/л*, местами достигая 8—10 *г/л*. Химический состав их изменяется от гидрокарбонатного и сульфатно-хлоридного кальциево-натриевого до хлоридного натриевого (рис. 34). В Прикаспийской низменности в отложениях плиоцена повсеместно развиты соленые воды. По направлению от окраины к центральной части низменности прослеживается закономерное увеличение минерализации подземных вод от 5—15 до 20—80 *г/л*. По химическому составу эти воды в основном хлоридные натриевые, лишь местами хлоридные магниево-или кальциево-натриевые.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений. Отложения палеогена выходят на поверхность в краевых частях Прикаспийской впадины (Общий и Зауральский Сырты, Примугоджарье, отдельные участки Урало-Эмбенского плато). Здесь отложения представлены песками, опоковыми песчаниками и опоками с прослоями глин мощностью от единиц до 100—150 *м* и более. В верхней части разреза палеогена преобладают пески, в нижней — опоки. В южной и центральной частях впадины в палеогеновой толще увеличивается мощность опоково-глинистых, песчано-глинистых и глинистых фаций, а прослои песков и песчаников уменьшаются (от 15—10 до 5—3 *м*). Общая мощность комплекса возрастает до 250—300 *м* у побережья Каспийского моря, а в бассейне Узеней — до 400—480 *м*.

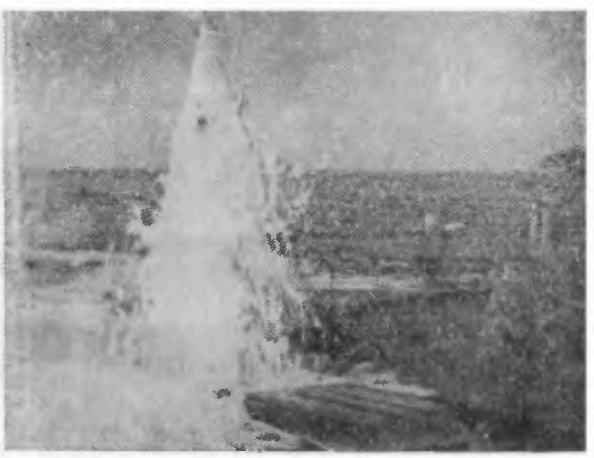


Рис. 33. Самоизлив подземных вод с выделением газа с глубины 120 *м* из неогеновых отложений в районе пос. Калмыково. (Фото А. В. Сотникова)

Гидрогеологически отложения палеогена изучены неравномерно и в целом слабо. В прибортовых частях впадин подземные воды песчано-опоковой толщи вскрыты в южной части Общего и Зауральского Сыртов, а в Актюбинском Приуралье на глубине от 20—30 до 50—70 *м*. Воды обладают некоторым напором и уровни их в скважинах устанавливаются на глубине 5—16 *м*. Дебиты изменяются от 0,5 до 1 *л/сек* при понижениях уровня на 3—5 *м*. Минерализация вод варьирует от 0,8 до 3—5 *г/л*. По составу воды преимущественно гидрокарбонатные или сульфатно-гидрокарбонатные натриевые.

На юге района, в пределах Южно-Эмбенского краевого поднятия (Буранкуль, Сарыкум, Жангызшагалы), получены хлоридные натриевые воды с минерализацией 31—90 *г/л* и повышенным содержанием микрокомпонентов.

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений. Верхнемеловые отложения в Прикаспийской впадине пользуются широким распространением. На востоке впадины они представлены преимущественно песками и песчаниками, перемежающимися с глинами и мергелями.

Мощность этих отложений изменяется от 15—70 *м* на востоке, до 120—300 *м* на Урало-Эмбенском плато и до 2000—2300 *м* в Байчунасском и Каратонском прогибах (Неволин, 1961).

Верхнемеловые отложения практически водоносны лишь в прибортовой части бассейна, где в их толще выделяются два основных водоносных горизонта: маастрихтский и сантонский. На западе и юге района они отделяются друг от друга достаточно выдержанной толщей глин, мощность от 30—150 *м* в Актюбинском Приуралье, Западном Примугоджарье и на юге Общего Сырта до 150—250 *м* и более на Южной Эмбе и междуречье Волги и Урала.

Маастрихтский водоносный горизонт широко развит в Прикаспийской впадине, занимая значительную часть водораздельных равнин бассейнов рек Хобды, Уила, Эмбы, Сагиза и южную часть Общего и За-

уральского Сыртов. На крайнем востоке, в Актюбинском Приуралье и Западном Примугоджарье этот водоносный горизонт приурочен к перемежающимся слоям песчаников и мела мощностью 10—20 *м*. В западном направлении, включая районы Южной Эмбы и северного обрамления Прикаспийской впадины, он сложен мергельно-меловой толщей, во-

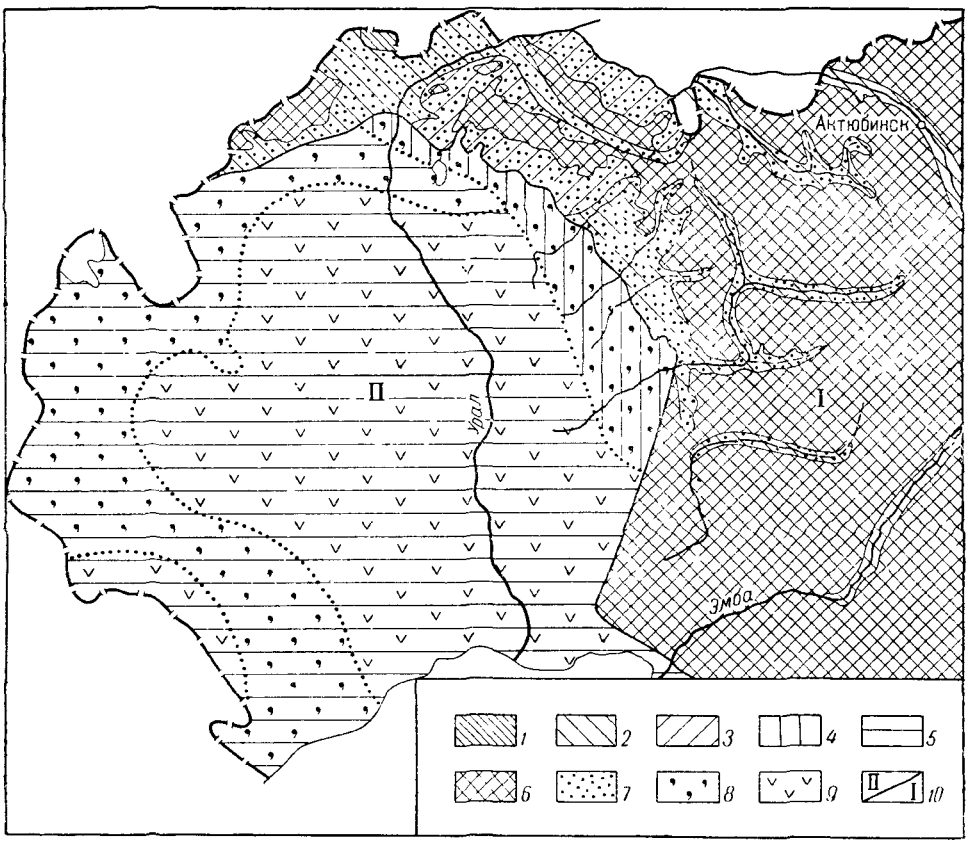


Рис. 34. Схематическая гидрогеологическая карта верхнеплиоценовых отложений Прикаспийской впадины. (Составила Г. В. Брянская)

Площади распространения водовмещающих пород верхнего плиоцена (прибортовая часть Прикаспийской впадины): *1* — нерасчлененные континентальные отложения апшеронского и четвертичного возраста в составе сыртовой толщи; *2* — континентальные озерно-аллювиальные отложения верхнего плиоцена и морские акчагыльские под четвертичными аллювиальными образованиями; *3* — континентальные и морские отложения верхнего плиоцена (акчагыл) под сыртовыми отложениями (район Прикаспийской низменности), *4* — континентальные озерно-аллювиальные и морские отложения верхнего плиоцена под хвалынскими морскими отложениями; *5* — морские отложения апшеронского и акчагыльского ярусов, под древнекаспийскими породами; *6* — площади, на которых верхнеплиоценовые отложения отсутствуют.

Минерализация (г/л) и химический состав подземных вод: 7 — от 0,2 до 5, реже до 10—15 разнообразного состава; *8* — от 5 до 15, реже до 20 хлоридного натриевого состава; *9* — от 20 до 40, местами до 60—80 хлоридного натриевого или натриевого-магниевого состава; *10* — граница между основными гидрогеологическими районами

доносность которой на отдельных участках связана с зоной активной трещиноватости пород и местным микроклиматом. Последние прослеживаются до глубин 100—150 *м*. Ниже этих глубин трещиноватость мела и мергелей обычно затухает, а сами породы становятся практически водоупорными.

На склонах некоторых долин и оврагов Урало-Эмбенского плато подземные воды маастрихтского горизонта питают восходящие источники.

На водораздельных равнинах Урало-Эмбенского плато воды мергельно-мелового горизонта вскрываются скважинами на глубинах 10—60 *м*, производительность скважин варьирует от 0,3 до 4,5 *л/сек* при понижениях уровня на 3—7 *м*. В присыртовых районах подземные воды вскрываются скважинами на глубинах 30—100 *м* и более с производительностью от 1—3 до 10—15 *л/сек*. Минерализация вод пестрая. В Актюбинском Приуралье, в Западном Примугоджарье и в Сыртовых зонах она не превышает 1—3 *г/л*. По химическому составу это смешанные гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые и натриевые воды. По направлению с севера на юг и с востока на запад сухой остаток увеличивается и уже в западной части мелового плато и на юге Общего Сырта он достигает 7—10 *г/л* и более, а на месторождениях Южно-Эмбенского нефтяного района возрастает до 50—100 *г/л* (Макат, Косчагыл) и более (Каратон, Тереньузюк, Караарна, Прорва). По данным В. П. Якуцени (1961), формула химического состава вод этого района может быть представлена в следующем виде:

$$M_{11-136}\frac{Cl\ 95—100\ SO_4\ 0—3\ HCO_3\ 0—2}{Na\ 84—93\ Ca\ 4—15\ Mg\ 1—4}.$$

Высокоминерализованные воды мергельно-мелового горизонта Южно-Эмбенского района имеют повышенное содержание.

Сантонский водоносный горизонт имеет меньшее площадное распространение, чем мергельно-меловой. Вдоль восточного борта Прикаспийской впадины, от северных границ Актюбинской области до Шошкакольской зоны, отложения этого горизонта представлены преимущественно песками и песчаниками с желваками фосфоритов и галечников в основании мощностью от 1 до 15 *м* и реже более. Здесь отложения сантона вследствие сильной песчанистости перекрывающих их пород кампана образуют вместе с верхним маастрихтским горизонтом (нередко здесь также песчаным) единый водоносный комплекс.

В бассейне рек Хобды и Темира, в верховьях Уила, Сагиза, в среднем течении Эмбы и несколько южнее, а также в районах Общего и Зауральского Сыртов и южных их обрамлений в разрезе сантонских отложений доля глинистого материала увеличивается, особенно в верхней части, при одновременном сокращении мощности песчаных разностей. К западу и юго-западу, т. е. по направлению к внутренним частям впадины, отложения сантона обогащаются карбонатным материалом (и глинистым) и практически становятся безводными. Водоносными являются лишь небольшие по мощности (1—5 *м*) прослои и линзы песков.

В разрезе сантонских отложений подземные воды вскрываются на различных глубинах на склонах долин и оврагов. Из водоносных песчаных отложений выходят нисходящие родники. Воды эти вскрываются неглубокими (2—5 *м*) колодцами производительностью от десятых долей до 1—2 *л/сек*. На водораздельных равнинах глубина залегания вод возрастает от 15—20 *м* (ст. Токмансай и Кандагач) до 50 *м* (ст. Курсай) и они характеризуются напором высотой 7—15 *м*, производительностью скважин 0,1—1 *л/сек* (Шевцов, 1954), минерализация вод изменяется от 0,1—0,4 (на склонах долин) до 0,8—1 *г/л* и реже более. Формула химического состава воды сантонского горизонта (по Сыдыкову и Сотникову, 1958) следующая:

$$M_{0,1-1,2}\frac{HCO_3\ 15—72\ SO_4\ 7—36\ Cl\ 5—59}{Ca\ 28—66\ Na\ 27—58\ Mg\ 10—17}.$$

По мере движения на запад и юго-запад водоносный горизонт сантона погружается и вскрывается скважинами на глубинах от 80—100 *м* в Западном Примугоджарье и в северо-восточной части Южно-Эмбен-

ского поднятия до 250—360 *м* в Донгустауском бассейне (Сотников и Бурак, 1961), 502—504 *м* в Тугаракчане (Якуцени, 1981). Дебиты скважин здесь обычно не превышают 0,5—1,5 *л/сек*, а при самоизливе иногда достигают 7 *л/сек* (Жолуткульская скважина в Донгустауском бассейне).

Одновременно с погружением водоносных пластов увеличивается минерализация вод до 3—5 *г/л* в западной части Урало-Эмбенского пла-

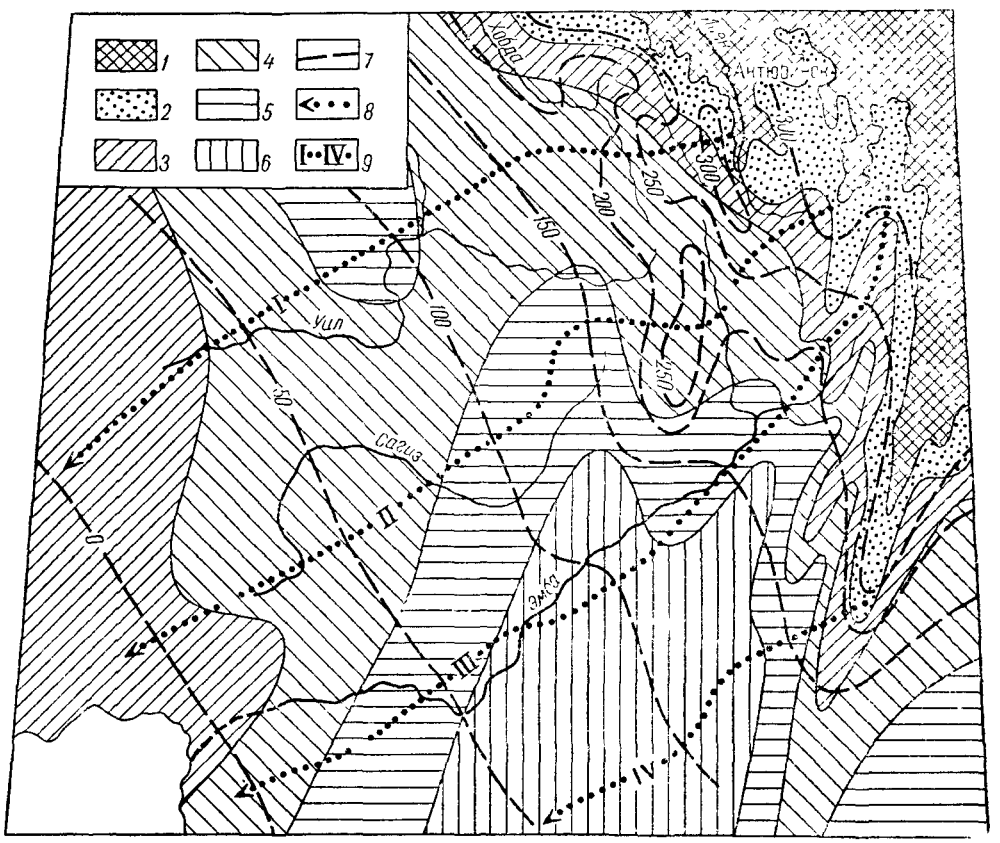


Рис. 35. Схематическая карта гидроизопьез и мощности сеноман-альбского водоносного комплекса восточной части Прикаспийской впадины (составил Ж. С. Садыков)

1 — область отсутствия нижнемеловых отложений
Суммарная мощность нижнемеловых водоносных горизонтов (м): 2 — менее 25; *3* — от 25 до 50; *4* — от 50 до 100; *5* — от 100 до 150; 6 — более 150, *7* — гидроизопьезы сеноман-альбского водоносного комплекса; *8* — направление и линия тока подземных вод сеноман-альбского комплекса; *9* — номера линии токов подземных вод

то (воды гидрокарбонатно-хлоридные натриевые) и до 10—11 *г/л* в районах Донгустау и Тугаракчан (воды хлоридные натриевые). В последнем случае в воде обнаружены различные микрокомпоненты.

Сеноман-альбский водоносный комплекс представлен преимущественно песчаными и песчано-глинистыми отложениями мощностью от 15—20 *м* на востоке и северо-востоке впадины до 250—400 *м* на западе и юге (рис. 35). Гидрогеологически наибольший интерес представляют песчаный и в меньшей степени песчано-глинистый комплексы.

Песчаный комплекс сеноман-альба занимает широкую полосу в Актюбинском Приуралье и в восточной части Урало-Эмбенского плато, протягиваясь на юге до обширного Донгустауского артезианского бас-

сейна, а на севере и северо-западе до бассейнов рек Утвы и Хобды. Здесь подземные воды приурочены к неравномернозернистым кварцевым, кварц-глауконитовым пескам и песчаникам с маломощными прослоями глин, галечников и конгломератов с фосфоритовыми желваками. Местами глинистыми прослоями песчаный комплекс расчленяется на ряд гидравлически связанных между собой водоносных горизонтов.

Сеноман-альбские отложения в северных и центральных частях восточного обрамления впадины выходят на дневную поверхность или перекрываются маломощными слоями песчаных и супесчаных отложений. Здесь располагаются области питания водоносного комплекса. Подземные воды часто дренированы долинами и оврагами. Некоторые родники, сливаясь между собой, образуют, особенно летом, основной сток рек Илека, Хобды, Эмбы, Сагиза, Уила, Темира и их притоков. На севере и в центральной части района воды сеномана и альба залегают сравнительно неглубоко. Минерализация вод при их неглубоком залегании не превышает 0,1 и редко 0,8—1 *г/л* (в среднем 0,2—0,5 *г/л*). По составу они в большинстве своем гидрокарбонатные натриевые или кальциевые.

На большой части территории вследствие погружения водовмещающих песчаных пород на значительную глубину подземные воды приобретают напор. На северо-востоке (Актюбинское Приуралье) они заключены в дизъюнктивных мульдах, являющихся небольшими (от 5—10 $км^2$ до 150—200 $км^2$) локальными участками опускания (на глубину 100—150 *м*) меловых и юрских отложений. Каждая из таких мульд представляет небольшой артезианский бассейн, содержащий значительные ресурсы пресных вод. В последние годы гидрогеологическими, геофизическими исследованиями и буровыми работами здесь установлено несколько десятков дизъюнктивных мульд. Наиболее полно из них изучены Сарбулакская, Новоукраинская, Прилекская и Кандагачская.

Минерализация подземных вод мульд изменяется от 0,1 до 0,6 *г/л*, достигая в среднем 0,3—0,4 *г/л*. Химический состав их преимущественно гидрокарбонатный натриевый, реже кальциевый.

Более обширные площади распространения напорых подземных вод песчаного комплекса выявлены на юго-востоке Прикаспийской впадины, где выделяются два артезианских бассейна: Примугоджарский и Донгустауский.

Примугоджарский бассейн представляет пологий синклинальный прогиб, меридионально вытянутый примерно на 130 *км* от Бакайской структуры вдоль Западных Мугоджар. На западе граница его проходит по Кокпектинской мегантиклинали, а южная, условно, по небольшой седловине в верховье речки Атжаксы, образовавшейся в результате сближения осей Намазтауского и Шошкакольского поднятий. Наибольшая глубина синклинального прогиба по кровле альба изменяется от 85—90 *м* в северной его части до 150—180 *м* на юге. Подземные воды приурочены к мелко- и среднезернистым глинистым пескам среднего и верхнего альба мощностью 30—75 *м*. Они вскрыты на Изембетовской, Кандыкульской, Каиршактыкульской и Кокпектинской структурах, а также на ст. Эмба на глубине 30—50 *м*. В центральной части бассейна, по геофизическим данным, подземные воды залегают в пределах глубин от 170—180 (на севере) до 230—250 *м* (на юге).

Поскольку в бассейне от размыва сохранилась в основном нижняя часть водоносного комплекса, представленная мелкозернистыми глинистыми песками с низкой водообильностью, дебиты скважин обычно не превышают 2—2,5 *л/сек* при понижениях на 20—35 *м*. Этим же объясняется и сравнительно повышенная минерализация подземных вод, которая изменяется от 0,96 до 2,2 *г/л*. По химическому составу здесь преобладают хлоридные (сульфатные) натриевые воды (табл. 7).

Таблица 7

Химический состав подземных вод сеноман-альбского водоносиого горизонта восточной и юго-восточной частей Прикаспийской впадиины

Компоненты	Восточный борт Прикаспийской впадины	Дизъюнктивные мульды	Примугоджарский прогиб	Донгустауский бассейн			
				северо-восточная и восточная части	северо-западная часть	юго-западная и западная части	Урало-Эмбенское плато
Сухой остаток	0,26	0,3	1,47	1,98	2,88	3,3	1,9
	0,07—0,81	0,12—0,6	0,96—2,17	1,25—3,45	0,3—4,2	1,7—5,48	0,23—5,34
Хлор	0,03	0,47	0,4	0,61	0,98	1,2	0,51
	0,02—0,06	0,05—0,2	0,08—0,61	0,33—1	0,05—1,6	0,49—2,45	0,02—1,92
Сульфат	0,03	0,05	0,44	0,53	0,7	0,75	0,44
	0,01—0,07	0,01—0,14	0,24—0,69	0,35—0,73	0,04—1,1	0,37—1,5	0,02—1,22
Гидрокарбонат	0,19	0,15	0,23	0,39	0,19	0,26	0,25
	0,07—0,4	0,08—0,41	0,12—0,28	0,13—0,47	0,08—0,27	0,2—0,35	0,08—0,53
Щелочи	0,04	0,05	0,24	0,58	0,6	0,78	0,41
	0,01—0,08	0,01—0,11	0,08—0,43	0,37—0,94	0,04—0,85	0,47—1,12	0,04—1,26
Кальций	0,035	0,03	0,13	0,09	0,23	0,16	0,12
	0,02—0,07	0,01—0,09	0,05—0,22	0,01—0,24	0,02—0,41	0,02—0,38	0—0,38
Магний	0,16	0,14	0,06	0,07	0,98	0,14	0,05
	0—0,03	0,003—0,04	0,02—0,12	0—0,17	0,01—0,19	0,04—0,32	0,04—1,26

Примечание. В числителе — среднее содержание компонентов (*г/л*), в знаменателе — пределы содержания компонентов (*г/л*).

Донгустауский бассейн протягивается на запад и юго-запад от Шошкакольской мегантиклинали. В Примугоджарской полосе бассейна подземные воды залегают неглубоко, а местами выходят в виде родников. Далее на запад и юго-запад они погружаются на глубину до 550 *м* и более. По мере погружения водоносного пласта гидравлический напор вод возрастает, пьезометрический уровень устанавливается на высоте 25—30 *м* над поверхностью земли (рис. 36—39). Самоизлив в скважинах не наблюдается лишь в Примугоджарье — в зоне близкого залегания водоносных отложений к поверхности. Мощность последних изменяется от 60 до 150 *м*. Добиты скважин при самоизливе достигают 30—32 *л/сек* и более.

При удалении от Мугоджар в южном и юго-западном направлении минерализация подземных вод возрастает от 0,2—0,7 *г/л* вблизи Шошкакольской мегантиклинали до 3—4 *г/л* на западе. В областях питания эти воды гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Дальнейшая метаморфизация состава подземных вод имеет разную направленность на юго-западном и западном погружениях бассейна. Это обстоятельство позволило выделить две гидрогеохимические зоны: одну вдоль осевой части погружающейся Шошкакольской мегантиклинали и вторую — западнее последней. Минерализация подземных вод первой зоны, несмотря на сравнительно большую глубину их залегания (до 450—500 *м*), меньше, чем второй; даже в наиболее удаленных от области питания участках она не превышает 2,5—2,7 *г/л*. Здесь в основном распространены хлоридные натриевые воды первого типа. Во второй зоне нарастание происходит более интенсивно, вследствие чего в центральной и западных частях бассейна она достигает 3—3,5 *г/л*. Здесь в составе вод также преобладают

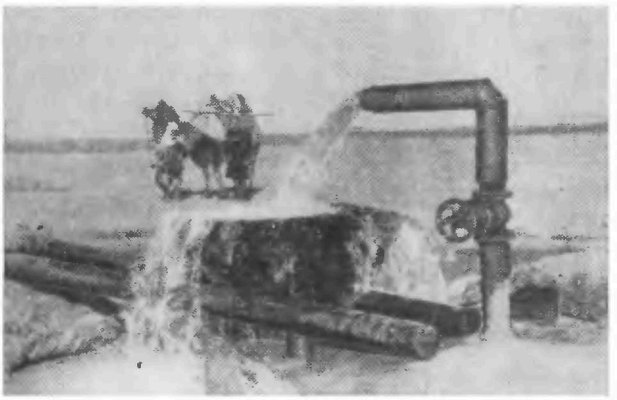


Рис. 36. Донгустауский артезианский бассейн (участок Актумсук). Фото А. В. Сотникова



Рис. 37. Донгустау. Самоизлив воды из скважины с глубины 300 *м*. Альб. Дебит 20 *л/сек*. (Фото А. В. Сотникова)



Рис. 38. Донгустау. Временный водопойный пункт у артезианской скважины. Устье зацементировано, установлен водорегулятор. (Фото А. В. Сотникова)

хлориды и щелочи. Но в отличие от первой зоны, где содержание щелочей всегда больше хлоридов, накопление хлорида в водах идет интенсивнее, чем натрия. В результате в той части бассейна, которая обращена в сторону Шошкакольских гор, образуются хлоридные натриевые воды II типа, а на юго-западе — хлоридные натриевые воды III типа.

Песчано-глинистый комплекс сеномана и альба распространен на большей части Урало-Эмбенского плато, на юге сыртовых областей, в Южно-Эмбенской нефтеносной области и на обширной территории междуречья Волги и Урала. Мощность комплекса изменяется от 50—100 до



Рис. 39. Донгустау. Арык у артезианской скважины для полива орошаемого участка проса. (Фото А. В. Сотникова)

350—380 *м* в Байчунасском и до 400—420 *м* в Каратонском прогибах. На большей части междуречья Волги — Урала она колеблется от 50—75 до 200—220 *м* и только в Новоузеньском прогибе достигает 280—320 *м*.

Подземные воды приурочены к кварц-глауконитовым мелкозернистым пескам и песчаникам, нередко глинистым, занимающим в основном нижнюю и верхнюю части разрезов сеномана и верхнего альба. В этих песчаных отложениях содержится несколько водоносных горизонтов, мощность которых изменяется от 10 до 100 *м*.

На Урало-Эмбенском плато и в районах Южно-Эмбенских нефтяных месторождений подземные воды сеноман-альбского комплекса залегают на глубине от 20—150 до 400—700 *м* и более (Байчунасский и Каратонский прогибы). Почти повсеместно воды напорные и при их вскрытии на востоке плато и в пределах существующих нефтяных промыслов пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 3—25 *м* ниже устья скважин, а в остальных частях рассматриваемой территории дают самоизливы. Проницаемость водовмещающих пород, по имеющимся данным, варьирует от 500 до 5000 *мд* (в среднем 800—1200 *мд*). Общая пористость водоносных песков изменяется от 18 до 30%, эффективная — 15—25%, дебиты скважин 5—25 *л/сек* при понижениях уровня воды на 2—8 *м*.

Минерализация воды здесь относительно невысокая и изменяется от 0,2 до 5,3 *г/л*. Формула химического состава воды имеет следующий вид:

$$M_{1,9}\ \frac{Cl\,56\ SO_4\,29\ HCO_3\,15}{Na\,61\ Ca\,22\ Mg\,17}.$$

На площади Южно-Эмбенского артезианского бассейна по степени минерализации и химическому составу (Колпаков и Джангирьянц, 1959) выделяются три гидрогеологические зоны.

Первая зона располагается в восточной части Южно-Эмбенского района, где развиты соляные купола Есекджал, Биекджал, Мунайли, Улькентюбе, Ушкан, Кумшете, Коныспай и антиклинальные структуры Южно-Эмбенского поднятия — Жанасу, Туресай и Тугаракчан (Восточный).

Здесь расположены подземные воды с минерализацией от 2 до 8 *г/кг* со следующей формулой химического состава:

$$M_{2-8}\ \frac{Cl\,54—84\ SO_4\,30\ HCO_3\,6—16}{Na\,90—95\ Ca\,2—10\ Mg\,0—30}.$$

По химическому составу воды в основном хлоридно-сульфатные и хлоридные натриевые I типа. В составе растворенных в воде газов преобладает азот (42—99%). В зависимости от глубины вскрытия температура изменяется от 14 до 30° С, а дебиты фонтанирующих скважин от 2,5—25 *л/сек*. Воды эти могут быть отнесены к минеральным — лечебным.

Вторая зона протягивается к западу от первой и охватывает соляно-купольные структуры Карачунгул, Майбулак и Тугаракчан (Западный). Здесь развиты в основном слабосоленые, хлоридные натриевые воды II и IIIа типов. Формула химического состава имеет следующий вид:

$$M_{8-15}\ \frac{Cl\,85—97\ SO_4\,5—12\ HCO_3\,2—4}{Na\,92—95\ Ca\,4—5\ Mg\,2—3}.$$

В составе растворенных газов имеется азот и метан в одинаковых количествах (27—66%). Эти воды также обладают бальнеологическим свойством.

Третья зона протягивается еще западнее и охватывает соляно-купольные структуры Тюлюс, Азнагул, Буранкуль, Кошкимбет, Каратон, Тажигали, Тереньузюк, Кульсары, Южный Саргамыс и др. Здесь разбиты высокоминерализованные хлоридные натриевые воды IIIб типа с минерализацией 15—25 *г/кг* следующего состава:

$$M_{15-160}\ \frac{Cl\,92—100\ SO_4\,1—7\ HCO_3\,0—1}{Na\,83—97\ Ca\,1—12\ Mg\,1—6}.$$

Минерализация подземных вод песчано-глинистого комплекса увеличивается на север и северо-запад от Южно-Эмбенского поднятия в сторону центральной части впадины. Так, например, если в районах Жанасу, Биекджал и Есекджал сухой остаток в воде составляет 2,6—4,5 *г/л*, то в пределах нефтяных месторождений Кошкар, Искене, Байчунас и Корсак он достигает 85—204 *г/л*. Минерализация вод увеличивается с глубиной.

Водоносные комплексы апт-неокомских отложений. Под мощной толщей (50—150 *м*) преимущественно глинистых образований нижнего и отчасти среднего альба залегают терригенные морские и континентальные (на востоке) отложения апта и неокома, содержащие водоносные горизонты. Выделяются аптский и неокомский водоносные горизонты.

Аптский водоносный горизонт приурочен к разнозернистым пескам с галькой мощностью 30—50 *м*.

Подземные воды вскрываются на глубинах от 15—30 *м* в восточной части Прикаспийской впадины до 100—325 *м* на куполах и до 670—

700 *м* на крыльях куполов и в межкупольных прогибах. При вскрытии скважинами пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах от 5—10 до 40 *м* ниже устья скважины. Вблизи Южно-Эмбенского поднятия скважины самоизливаются.

В связи с неоднородностью литологического состава водовмещающих пород (проницаемость 120—100 *мд*, эффективная пористость 15—28%) дебиты скважин варьируют от 0,3—0,5 до 6—10 *л/сек*.

В районе Актюбинского Приуралья, Западного Примугоджарья и в сводовых частях многих куполов Урало-Эмбенского плато вследствие хорошей дренированности подземные воды имеют невысокую минерализацию (0,35—11 *г/л*) и преимущественно гидрокарбонатный натриевый состав. При более глубоком их залегании (100—200 *м*) они становятся сульфатными (или хлоридными) натриевыми с минерализацией до 2—3 *г/л*.

В связи с погружением водоносного горизонта в западном направлении ухудшаются условия водообмена, увеличивается содержание глинистых фракций в водосодержащих породах. В восточной части Урало-Эмбенского нефтяного района эти воды хлоридные натриевые с минерализацией 70—75 *г/л* (ур. Алимбай). Далее к западу и к югу минерализация вод возрастает до 80—100 *г/л* — на промысле Кошкар, до 110—185 *г/л* на большинстве нефтяных месторождений и до 200—295 *г/л* — в Байчунас-Тентяксорском прогибе.

В составе свободного газа в подземных водах нефтепромыслового района (Якуцени, 1961) преобладают углеводороды (от 80 до 98%), среди них метан (70—90%). Содержание углекислоты в воде колеблется от 1,5 до 3,8%, азота — 0,5 до 17,4%. Тяжелые инертные газы составляют 0,013—0,05% при содержании их легких разностей 0,001—0,007%.

Неокомский водоносный горизонт связан с песками, залегающими в основании отложений баррема, и многочисленными песчаными прослоями — в отложениях готерива и отчасти валанжина. Пески представлены мелко- и среднезернистыми разностями, их общая мощность варьирует от 10—15 до 50—60 *м* при эффективной пористости от 15 до 28%, проницаемости от 80 до 500 *мд*, а на северо-востоке до 1000—1500 *мд*.

Подземные воды почти всюду напорные и залегают на глубинах от 40—70 *м* на северо-востоке впадины и до 700—750 *м* в сводовых частях некоторых соляных куполов. Пьезометрические уровни вод устанавливаются на глубинах 5—70 *м* от дневной поверхности.

В связи с ухудшением коллекторских свойств водовмещающих пород по направлению с северо-востока на юго-запад дебиты скважин уменьшаются от 10—3 до 0,5—0,1 *л/сек* при понижениях уровня воды на 5—16 *м*. В том же направлении увеличивается и минерализация воды.

В Актюбинском Приуралье и прилегающих к нему районах подземные воды неокомского комплекса, вскрытые на глубинах 40—120 *м* (реже до 400 *м*), имеют минерализацию от 0,35 до 1,1 *г/л* и преимущественно гидрокарбонатный (или хлоридный) натриевый состав:

$$M_{0,35-1,1}\,\frac{HCO_3\ 24—61\ Cl\ 13—51\ SO_4\ 18—28}{Na\ 52—90\ Ca\ 4—43\ Mg\ 5—16}.$$

В Западном Примугоджарье и на междуречье Эмба — Уил в связи с увеличением глинистости водовмещающих песков минерализация вод заметно возрастает до 1,2—3,7 *г/л*:

$$M_{1,2-3,7}\,\frac{Cl\ 37—77\ SO_4\ 5—64\ HCO_3\ 2—28}{Na\ 50—86\ Ca\ 1—50\ Mg\ 0—19}.$$

В Прикаспийской впадине минерализация подземных вод данного комплекса возрастает по направлению с востока на запад и с глубиной. От Актюбинского Приуралья до водораздельных равнин рек Хобда — Уил и Уил — Темир сухой остаток в воде колеблется от 0,35 до 3,6 *г/л*. Далее к западу, с погружением водоносного комплекса на глубину, минерализация вод увеличивается до 10—60 *г/л* в районах структур Кинжалы, Шубаркудук, Нугайты, а в промысловой части Южно-Эмбенского района — до 80—260 *г/л*. При этом менее минерализованные рассолы (80—169 *г/л*) отмечены в пределах Танатар-Жантерекского поднятия (нефтяные структуры Макат, Комсомольск, Южный Кошкар и др.).

Минерализация подземных вод уменьшается в направлении к Южно-Эмбенскому поднятию (45—140 *г/л*), где на многих куполах неокомские отложения разбиты тектоническими разломами на отдельные блоки. Как видно из табл. 8, минерализация вод различна в пределах одного и того же купола.

Таблица 8

Измененне минерализации подземных вод неокомского горизонта с глубиной на структурах Макат и Байчунас

Купол	Глубина залегания неокомских отложений, *м*	Минерализация подземных вод, *г/л*
Северный Макат	26—30	80—87
	50—80	100—110
Байчунас (Северо-западное поле)	70—80	140—160
	100—145	170—183
	367—373	210

В составе газов преобладают метан (83—96%), тяжелые углеводороды от 3,4 до 15%.

Верхнеюрский водоносный комплекс. Осадки верхней юры в центральной части Прикаспийской впадины глинистые и карбонатные. Только на восточном борту впадины, в непосредственной близости к Уральской складчатой области, юрские отложения представлены грубообломочными образованиями прибрежно-морских и континентальных фаций. Вследствие этого водоносные комплексы в различных частях впадины неодинаковы.

В Актюбинском Приуралье подземные воды приурочены к песчано-галечным и песчаным отложениям мощностью до 25—30 *м*. Они залегают на глубинах 5—15 *м* в антиклинальных зонах и 40—50 *м* — в синклинальных прогибах. Дебит скважин не более 1 *л/сек* при понижениях уровня на 2—5 *м*. Наиболее водообильны трещиноватые известняки и песчаники, имеющие ограниченное распространение.

Подземные воды, особенно залегающие неглубоко, имеют невысокую минерализацию — 0,2—1,5 *г/л*, гидрокарбонатный кальциевый, реже гидрокарбонатный натриевый состав, иногда с повышенным содержанием сульфатов магния (в мергелях). Формула химического состава имеет следующий вид:

$$M_{0,2-1,5}\ \frac{HCO_3\ 43—75\ SO_4\ 3—55\ Cl\ 2—27}{Ca\ 28—41\ Na\ 16—40\ Mg\ 15—22}.$$

По мере удаления от областей сноса к центру впадины минерализация вод увеличивается от 5—10 до 50—100 *г/л* и в этом же направлении

изменяется их солевой состав от сульфатного натриевого и магниевого до сульфатно-хлоридного натриевого и, наконец, до хлоридного натриевого.

В Южно-Эмбенском нефтеносном районе подземные воды верхнеюрского комплекса распространены повсеместно (Якуцени, 1961). Опробование их произведено на структурах Сагиз, Кульсары, Ушкан и Буранкуль.

Нарастание минерализации вод в отложениях верхней юры происходит в направлении от Южно-Эмбенского поднятия (Буранкуль) к центру впадины (Сагиз).

Средне-нижнеюрский водоносный комплекс. Нижне- и среднеюрские отложения широко развиты на описываемой территории. К западу от субмеридионального течения р. Урала они представлены преимущественно глинистыми, а к востоку песчано-глинистыми отложениями общей мощностью от десятков до 650—700 *м*.

В Актюбинском Приуралье выделяются три выдержанных водоносных горизонта: один в нижнеюрских и два в среднеюрских отложениях. Они представлены разнозернистыми песками с прослоями галечников, конгломератов и песчаников, мощность каждого из них от 10—15 до 50—65 *м*. Эти горизонты разделены между собой не выдержанным по простиранию и мощности (5—15 *м*) слоем глин с прослоями песков.

В междуречье Илек—Буртя и водораздельной части бассейна р. Илека водоносные горизонты отложений нижней и средней юры нередко дренированы овражно-балочной сетью и питают родники с расходами 0,3—0,9 *л/сек*.

В мульдах подземные воды юрских отложений вскрыты на глубинах от 250—280 *м* и более. В этих случаях они обладают напором до 150—250 *м*.

По данным треста «Актюбнефтеразведка» (Дальян, 1962, 1965; Сыдыков, 1966), полная пористость водовмещающих песков данного комплекса составляет 24—27% при открытой пористости 21—25%, а проницаемость изменяется от 500 до 6000 *мд*. Дебиты скважин при понижении уровня воды до 15—17 *м* достигают 5—9 *л/сек*. По данным Е. П. Силивря и З. П. Варламовой (1951), водопритоки из водоносных горизонтов среднеюрского водоносного комплекса в отдельные неглубокие (10—25 *м*) разведочные шахты в Яйсанской, Харьковской, Первомайской мульдах и на Курашасайском месторождении (Васильева и Макеев, 1959) составляли 3—12 *л/сек* при максимальном водопритоке до 50—70 *л/сек*.

Подземные воды данного комплекса при неглубоком залегании имеют невысокую минерализацию от 0,1 до 1,5 *г/л* и преимущественно гидрокарбонатный кальциево-натриевый состав. При погружении водоносных пластов минерализация возрастает до 3—5 *г/л*, а состав воды становится более однородным — хлоридным натриевым. На отдельных участках, где водоносные отложения комплекса залегают на гипсовых породах кунгура или зонах тектонических нарушений, минерализация как грунтовых, так и напорных вод увеличивается до 10—14 *г/л*.

В Западном Примугоджарье водоносные отложения континентальной средней юры развиты в верховьях р. Кумжарган и в районе ст. Эмба. Они заполняют углубление в палеозойском фундаменте по восточным склонам Кокпектинской и Каиршактыкульской структур почти до широты ст. Мугоджар. К западу от названной зоны среднеюрские осадки имеют почти сплошное развитие. Всюду водоносность их связана с верхней частью комплекса, соответствующей верхней части угленосной (песчано-глинистой) свиты. Водовмещающие породы сложены мелко- и среднезернистыми, нередко глинистыми песками и песчани-

ками, неравномерно перемежающимися с глинами и прослоями угля. Суммарная мощность водовмещающих песков изменяется от 5—10 *м* на востоке до 35—40 *м* на западе Западного Примугоджарья.

Ввиду повышенной глинистости пород водообильность их невысокая. Дебиты скважин не превышают 1 *л/сек*, а минерализация воды составляет 3—3,5 *г/л* на севере и 8—10 *г/л* — на юге.

В Прикаспийской низменности водоносный комплекс средне- и нижнеюрских отложений представлен в наиболее полном объеме, в его составе выделяются три выдержанных водоносных горизонта, приуроченных к песчано-глинистой и лингуловой (песчаной) свитам средней юры. Отдельные маломощные водоносные слои имеются также и в песчаных горизонтах нижней и особенно верхней угленосных свит средней юры.

Водоносный горизонт песчаной свиты средней юры (нижнего бата), наиболее выдержанный и мощный, широко развит в Прикаспийской впадине. Он представлен преимущественно мелкозернистыми песками с прослоями песчаников, алевролитов и глин с пропластками бурого угля. Мощность горизонтов изменяется от 15—20 *м* на востоке до 100—130 *м* на западе и юго-западе. Открытая пористость водовмещающих песков в восточной части впадины колеблется от 18 до 35% (в среднем 32%), а проницаемость достигает 1800 *мд*. В Кенкияке отдельные скважины, вскрывшие эти пески, имеют дебит от 5 до 6,5 *л/сек* при небольших понижениях уровня воды. В промысловом районе Южной Эмбы дебиты скважин колеблются от 0,1 до 12,4 *л/сек*, причем наибольшие дебиты установлены в пределах Танатар-Жантерекского поднятия (Южный Кошкар), где они составляют 2,4—12,4 *л/сек*, а минимальные — в Байчунас-Тентяксорском прогибе (Искине и Тентяксор) — 0,07—0,6 *л/сек*.

Подземные воды данного горизонта на соляных куполах вскрыты на различных глубинах: в Кенкияк-Мортукском районе 270—380 *м*, на площади Шубаркудук-Джаксымайских структур 300—510 *м*, на Копинской площади 250—650 *м*, на площади Танатар-Жантерекского поднятия (Макат, Доссор, Сагиз, Жангельды, Алимбай, Бекбеке, Жолдыбай, Кошкар и др.) 70—510 *м*, в Байчунас-Тентяксорском прогибе от 160 до 800 *м* и более, в Каратонском прогибе на глубинах 1000—1220 *м* и в районе Южно-Эмбенского поднятия (Тюлюс, Мунайли, Буранкуль) до 2300 *м*. Пьезометрический уровень воды устанавливается на глубинах 20—50 *м* от поверхности. На отдельных участках Южной Эмбы уровень воды в скважинах устанавливается вблизи устья скважин или даже выше его на 0,1—0,3 *м* (Тюлюс, Мунайли, Тереньузюк).

Минерализация подземных вод горизонта изменяется в широких пределах как в самой впадине, так и на отдельных структурах. На востоке, в районе Мортукской и Кенкияк-Кокжидинской структурах, она не превышает 6,5—17 *г/л*, западнее и юго-западнее, в районах Джаксымайской, Шубуркудукской и Акжарской структур, составляет 35—55 *г/л*. На отдельных участках, вблизи водо-нефтяного контакта или зон разломов, вскрываются воды с аномально высокой минерализацией. Так, на Копинской площади она достигает 208 *г/л*, в промысловой части Южной Эмбы, в пределах Танатар-Жантерекского поднятия 120—220 *г/л*. На больших глубинах, в пределах последнего (Буранкуль, 2100—2300 *м*) минерализация воды достигает 188—248 *г/л*. Во всех указанных районах подземные воды горизонта среднеюрских песков являются хлоридными натриевыми с закономерным увеличением содержания кальция в западном направлении.

Водоносный горизонт песчано-глинистой свиты средней юры (нижнего байоса) прослеживается к западу от меридиана Кенкиякского месторождения и представлен разнозернистыми

песками, алевролитами и песчаниками, перемежающимися с глинами. Мощность отдельных водоносных слоев и линз в песчано-глинистой свите варьирует от 3 до 35 *м*. Открытая пористость водовмещающих пород песчаных отложений данного горизонта на восточном борту впадины составляет 18—34% при величине проницаемости в среднем 460 *мд*. В западном направлении коллекторские свойства этих пород ухудшаются и средняя величина проницаемости составляет 240 *мд* в районе купола Копа (Садыков, 1966).

Подземные воды описываемого горизонта вскрываются на глубинах от 250 до 450 *м* на восточном борту Прикаспийской впадины. В пределах Танатар-Жантерекского поднятия они залегают на глубинах 275—930 *м*. Воды всюду напорные, пьезометрический уровень устанавливается от 5 до 60 *м* ниже поверхности, местами скважины дают самоизлив (Кошкимбет, Тюлюс, Ушкан).

Минерализация подземных вод изменяется в направлении от окраин к центру впадин и при приближении к контуру нефтегазоносности месторождений, а иногда и к зонам разломов. Так, на восточном борту Прикаспийской впадины за контуром нефтегазоносности подземные воды имеют минерализацию 7—9 *г/л* при хлоридном натриевом составе II типа, а вблизи нефтяных залежей — 37—117 *г/л* при хлоридном натриевом составе IIIб типа. Рассолы такого химического состава вскрываются всюду на западе в междуречье Урала, Эмбы и южнее Эмбы, причем наблюдается уменьшение минерализации воды от локальных прогибов к поднятиям и в частности в сторону Южно-Эмбенского поднятия. Так, в пределах Танатар-Жантерекского поднятия (Доссор, Макат, Сагиз, Жолдыбай, Кошкар и др.) величина минерализации рассолов составляет 184—230 *г/л* вблизи зон разломов 250—260 *г/л*). В соседнем Байчунас-Тентяксорском прогибе отмечается рост этой величины от 230—240 *г/л* (Байчунас) до 300—308 *г/л* (Искине). Южнее, в районе структур Кульсары и Косчагыл, она уменьшается до 240—200 *г/л*, а в сторону Южно-Эмбенского поднятия (Мунайли, Ушкан) до 200—173 *г/л*, тогда как в Каратонском прогибе зафиксированы рассолы с минерализацией до 240—247 *г/л*.

Водоносный горизонт песчаниково-галечниковой свиты нижней юры является водообильным и представлен разнозернистыми песками и песчаниками с прослоями галечников, конгломератов и углистых глин. Мощность горизонта увеличивается с востока на запад от 20—61 *м* (Кенкияк) до 100—130 *м* (Южная Эмба). Подземные воды занимают в основном краевые части куполов и междукупольные зоны. Однако они вскрыты скважинами только в краевых частях куполов на глубине от 325—460 *м* на востоке (Кенкияк, Кокжиде) до 510—580 *м* на западе и юго-западе. В межкупольных прогибах подземные воды залегают на большой глубине; по сейсмическим данным, между куполами Иттасай I и Иттасай II залегание подземных вод фиксируется на глубинах 700—810 *м*. Воды всюду напорные, пьезометрические их уровни устанавливаются на 15—40 *м* ниже поверхности земли, местами в скважинах отмечен самоизлив (Карачунгул, Тюлюс). Дебиты скважин, вскрывающих эти отложения, составляют 3—10 *л/сек*.

По имеющимся данным, минерализация подземных вод нижнеюрского горизонта увеличивается от окраин впадины к ее центру. На восточном борту впадины она изменяется: от 10—60 *г/л* (Кенкияк-Кокжидинский район) до 75—100 *г/л* (Джаксымай-Шубаркудукский район), а в промысловой части Южной Эмбы увеличивается от 108—115 *г/л* южнее Эмбы (Тюлюс, Карачунгул) до 195—223 *г/л* севернее (Камыскуль, Кошкар). По составу воды хлоридные натриевые, на востоке они относятся к IIIа типу, а на западе — к IIIб типу.

Рассматривая воды средне-нижнеюрского комплекса в целом, следует отметить, что солянокупольная тектоника и сильная нарушенность водовмещающих пород, особенно в центральной части Прикаспийской впадины, осложняют общую картину изменения минерализации вод по площади. Так, в Байчунасе сухой остаток в воде на восточном участке составляет 200—237 *г/л* (глубина 530—550 *м*), на южном 185—228 *г/л* (глубина 170—360 *м*) и на северо-западном 170—174 *г/л* (глубина 230—232 *м*). На восточном и западном участках Комсомольского месторождения он соответственно равен 158 *г/л* (глубина 220 *м*) и 155 *г/л* (глубина 901 *м*). Минерализация воды возрастает с глубиной. Так, в Сагизе при глубине 520—575 *м* она достигает 192 *г/л*, на глубинах 780—817 *м* — соответственно 215 и 254 *г/л* В Ушкане в отложениях байоса (глубина 893 *м*) и бата (глубина 754 *м*) минерализация воды соответственно равна 180 и 153 *г/л*.

Подземные воды среднеюрских водоносных горизонтов в той или иной степени обогащены различными микроэлементами. Содержание их возрастает в направлении наиболее погруженных частей впадины.

Основными компонентами газового состава подземных вод описываемого комплекса в промысловом районе Южной Эмбы являются углеводороды, преимущественно метан. Содержание последнего изменяется от 54 до 99%, а высших гомологов метана — от 0 до 62,5%.

Нижне-верхнетриасовый — верхнепермский водоносный комплекс. На рассматриваемой территории широко развиты красноцветные, преимущественно терригенные лагунно-континентальные отложения, объединяющиеся до недавнего времени под общим названием пермо-триасовых, которые в последние годы расчленены на ряд литологических толщ. Мощность их достигает 400—500 *м* на куполах и 2500—3000 *м* в междукупольных понижениях. В направлении с востока на запад эти породы становятся более глинистыми, а в междуречье Волга — Урал карбонатными.

В Актюбинском Приуралье эти отложения более полно представлены в западной части района. Основные водоносные горизонты приурочены к нижней Курайлинской песчаной и нижней курашасайской песчано-галечной свитам верхнего триаса, песчано-конгломератовой толще нижнего триаса, верхней (татарский ярус) и нижней (казанский) известняково-песчаниковой толщам верхней перми (Сыдыков, 1966). В остальных толщах водоносны лишь отдельные небольшие пласты и слои песчаников и известняков.

Нижний курайлинский водоносный горизонт представлен мелко- и разнозернистыми каолинизированными песками и песчаниками, содержащими (Дальян, 1962) до четырех водоносных горизонтов мощностью 9—18 *м* каждый. Верхние из них дренируются долинами рек и овражно-балочной сетью, на склонах которых нередко выходят родники с расходом не более 0,1 *л/сек*. На отдельных участках левобережья р. Илека дебиты скважин, вскрывающих эти воды на глубинах 30—145 *м*, изменяются от 0,3 до 6 *л/сек*. Подземные воды данного горизонта в основном гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией не более 0,7—0,9 *г/л*, которая повышается до 1,1—1,8 *г/л* на тех участках, где водоносный горизонт контактирует с гидрохимическими осадками кунгура по тектоническим нарушениям или плоскостям размыва (ст. Курайли, пос. Драгомировка).

Нижний курашасайский водоносный горизонт представлен мелко- и среднезернистыми песками и рыхлыми песчаниками с мелкой галькой в основании и рыхлыми песчаниками на востоке Мощность горизонта изменяется от первых десятков до 100—120 *м* В пределах Курашасая подземные воды вскрыты скважинами на глубинах 14—

110 *м* и при понижении уровня воды на 15—30 *м*, из них получен расход 2,5—4 *л/сек* (Маккавеев, Бухарин, 1947). Общий водоприток в горные выработки Курашасайского месторождения составил 42—50 *л/сек* (Васильева, Макеев, 1959).

Водообильность вод увеличивается к востоку и северо-востоку. В частности одна из скважин, вскрывшая напорную воду курашасайского горизонта на ст. Яйсан на глубине 50 *м*, дала дебит 10 *л/сек* при понижении уровня на 4 *м*. Воды с минерализацией 0,5—1 *г/л* имеют пестрый химический состав.

Песчано-конгломератовый водоносный горизонт нижнего триаса наиболее мощный в данном комплексе. Он сложен песчаниками, конгломератами с прослоями глин и известняков общей мощностью до 800 *м*. Общая и эффективная пористость водовмещающих пород составляет в верхней части горизонта соответственно 22—23 и 20—26%, а в нижней 7—16 и 6—13% при изменении проницаемости от 100 до 275 *мд*.

В восточной части Актюбинского Приуралья, где водовмещающие породы обнажены или залегают неглубоко, подземные воды дренируются речной и овражной сетью или вскрываются скважинами на глубинах 25—140 *м*. Дебиты родников колеблются от десятых долей до 2,6 *л/сек*, а в скважинах при понижении уровня воды до 11,5 *м* получены расходы 0,3—6,2 *л/сек*. На этих глубинах воды в основном пресные гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0,2—1,1 *г/л*. На некоторых участках в связи с гипсоносностью водовмещающих пород образуются сульфатные натриевые воды II типа с сухим остатком 1,2—2 *г/л*. В западных районах Актюбинского Приуралья подземные воды песчаниково-конгломератового горизонта погружаются на значительную глубину (670—1400 *м* и более), в связи с чем минерализация их резко возрастает.

Нижний и верхний известняково-песчаниковые водоносные горизонты верхней перми подходят близко к дневной поверхности в восточной части Актюбинского Приуралья, где они дренируются родниками с дебитом 1,5 *л/сек*. По направлению к западу водоносные горизонты погружаются на значительную глубину и вскрываются на Джусинской структуре на глубинах 1900—1980 *м*, а на Западно-Актюбинской — 1240—2020 *м*. Минерализация вод превышает 3 *г/л*, а по составу они в основном сульфатные кальциевые. При глубоком их залегании (1200—1600 *м*) подземные воды становятся высокоминерализованными (169—195 *г/л*) хлоридными натриевыми IIIб типа.

На восточном борту Прикаспийской впадины, так же как и на остальной ее территории, пермо-триасовые отложения не выходят на дневную поверхность. Их водоносность изучена на отдельных нефтегазоносных структурах (Кенкияк, Кокжиде, Мортук, Иттасай, Акжар, Копа, Кумсай, Шубаркудук, Джаксымай и др.).

В разрезе пермо-триасовых отложений выделено несколько водоносных горизонтов (Сыдыков, 1961; Дальян, 1964). Основные из них сосредоточены в верхах верхней перми (татарский ярус), а также в нижней и верхней частях нижнего триаса.

Верхняя толща нижнетриасового водоносного горизонта вскрыта скважинами на периклинальных обрамлениях Кенкиякской структуры, на Мортукской, Кокжидинской, Шубаркудукской, Джаксымайской, Копинской и других площадях на глубинах от 300 до 570 *м*. В межкупольном прогибе Коздысай-Кенкияк она залегает на глубине 700—750 *м*, а западнее — на 850—900 *м*. Водовмещающие породы представлены мелко- и среднезернистыми песками с прослоями известняков, конгломератов и глинистых песчаников, образующих несколько

водоносных пачек и слоев мощностью от 8 до 25—30 *м* каждая. Эффективная пористость их на Кенкияке в среднем составляет около 21%, на Копинской структуре — 17%.

Подземные воды этого горизонта обладают значительным напором; пьезометрический уровень устанавливается на глубинах 10—15 *м* ниже устья скважин. Продолжительные пробные откачки показали дебиты 2,5—5 *л/сек* на площади Кенкияк и 0,3—0,5 *л/сек* на площади Копа.

Минерализация подземных вод в целом возрастает с востока на запад. На востоке (Кокжидинская и Кенкиякская структуры), на глубинах 380—560 *м* она изменяется от 23 до 78 *г/л* и более. На западе (Шубаркудук) при меньших глубинах вскрытия подземных вод (260—290 *м*) она колеблется от 32 до 70 *г/л*, а в соседней Джаксымайской структуре на несколько больших глубинах (480—578 *м*) достигает 77—99 *г/л*. На крайнем западе (Копа) на глубинах 445—470 *м* вскрываются воды с минерализацией 176—182 *г/л*. По составу воды хлоридные натриевые IIIа типа — на востоке и IIIб — на западе.

Нижняя толща нижнетриасового водоносного горизонта более полно изучена в Мортук-Кенкиякском районе и на структурах Шубаркудук и Джаксымай. Она представлена чередованием мелко- и среднегалечных конгломератов и гравелитов, разнозернистых песков и песчаников, алевролитов и известковистых глин. Мощность отдельных водоносных пачек и слоев в горизонте изменяется от 8 до 28 *м*. Пористость водосодержащих пород уменьшается с востока на запад, общая и открытая пористость составляет на востоке (Кенкияк-Мортукский район) 10—28%, а на западе (Копинская площадь) 9—25%.

Глубина залегания водоносного горизонта изменяется от 240—350 до 700—920 *м*, причем на площади отдельных структур она увеличивается по направлению от сводовых частей к периферии, в частности в Кенкияк-Мортукском районе от 365—400 до 650—750 *м*. Далее при переходе от куполов к межкупольным прогибам глубина залегания подземных вод еще более возрастает. Подземные воды напорные, их пьезометрические уровни устанавливаются на глубинах 25—60 *м* от устья скважин. Дебиты скважин при понижениях на 2—50 *м* изменяются от 2,5 на Кенкиякской площади до 0,3—0,4 *л/сек* на Копинской.

Минерализация вод данного горизонта варьирует от 25—45 *г/л* в северной и восточной частях района (Аккумская и Мортукская площади) до 112—160 *г/л* на северо-западе и до 196—240 *г/л* на юго-западе района. Вблизи тектонических разломов воды имеют высокую минерализацию — 180—210 *г/л* (Кенкияк) и 160—275 *г/л* (Шубаркудук). По химическому составу они хлоридные натриевые IIIб типа. Минерализация воды увеличивается также и с глубиной. Так, на площади Кокжидинской структуры на глубинах 544—588, 595—600 и 730—734 *м* она составляет соответственно 77,5, 92,3 и 103,2 *г/л*.

В Южно-Эмбенском промысловом районе наибольшей водообильностью отличаются отложения песчано-галечниковой и песчаниково-конгломератовой свит верхнего и нижнего триаса, которые рассматриваются как единый водоносный комплекс, представленный мелко- и среднезернистыми песчаниками и песками с линзами мелкогалечного конгломерата и галькой суммарной мощностью до 70—100 *м*. Общая мощность остальных маломощных, слабоводообильных прослоев песков и песчаников достигает 50—60 *м*. Число и мощность песчаных прослоев уменьшается к югу, в направлении Южно-Эмбенского поднятия, где мощность отдельных водоносных пластов и даже самого мощного верхнетриасового сокращается до 10—15 *м*.

Общая пористость водовмещающих пород достигает 24—35% при сильной изменчивости их проницаемости от 110 до 1420 *мд*. Средняя проницаемость (Якуцени, 1961) пород песчано-галечниковой свиты составляет 400—600 *мд*. Дебиты скважин достигают 1—2 *л/сек* (местами при самоизливе дают 5 *л/сек*).

Глубина залегания кровли водоносного комплекса по району в целом изменяется от 150—600 *м* на куполах до 1150—2430 *м* (Дангар) и более в межкупольных зонах. Подземные воды комплекса напорные с пьезометрической поверхностью на глубинах от нескольких метров до 50—150 *м* ниже устья скважин, а на юго-востоке выше поверхности земли.

Минерализация подземных вод (при постоянном хлоридном натриевом составе IIIб типа) различна даже в пределах одной солянокупольной структуры, что определяется глубиной вскрытия водоносного горизонта, близостью к штоку соли и степенью гидрогеологической закрытости структур, но в целом наблюдается некоторое уменьшение минерализации к югу, в сторону Южно-Эмбенского поднятия. Так, если севернее р. Эмбы минерализация вод не бывает ниже 240—260 *г/л*, то южнее Эмбы, даже на больших глубинах, она не превышает 200—230 *г/л*.

Рост минерализации воды с глубиной отмечен на многих структурах. Например, в Сагизе на глубинах 108—218 *м* она составляет 253 *г/л*, а на глубине 1157—1167 *м* не превышает 329 *г/л*. На Алтынкуле воды, залегающие на глубине 561—563 *м*, имеют минерализацию 226 *г/л*, а на глубине 707—710 *м* — 248 *г/л* и т. д.

Концентрация солей в воде находится в зависимости от близости водоносного горизонта к соляному штоку, в связи с чем в пределах отдельных куполов на одной и той же глубине вскрываются воды различной минерализации. Так, на Северном Макате, на глубинах 527—542 *м* сухой остаток вод пермо-триаса достигает 327 *г/л*, а на Юго-Восточном Макате на таких же глубинах составляет 238—290 *г/л*.

В составе свободных газов большое значение имеют углеводороды, особенно метан, содержание которого изменяется от 57% в Буранкуле до 72—75% в Кульсарах и до 85—96% в Макате.

Водоносный комплекс сульфатно-терригенных пород кунгурского яруса нижней перми. Подземные воды в кунгурских отложениях залегают среди галогенной толщи или в сульфатно-терригенных породах.

В Актюбинском Приуралье отложения кунгурского яруса обнажаются на востоке вдоль западных крыльев Александровской, Белогорской, Жилянской, Борлинской антиклиналей и несколько севернее. На остальных структурах они вскрыты скважинами.

Подземные воды приурочены к песчаникам, алевролитам и отчасти к карбонатно-сульфатным породам. На востоке они образуют единый водоносный комплекс, а на западе расчленяются на ряд водоносных горизонтов и пластов, занимающих главным образом нижнюю и верхнюю части разреза. Водоносные горизонты вскрыты скважинами на восточном крыле Петропавловской антиклинали на глубине 80—90 *м*, в сводовой части Подгорненской структуры на 230—340 *м* и на структурах, расположенных западнее, на глубине 700—900 *м* и более.

Подземные воды глубоких слоев кунгурского комплекса обладают большим напором, который обеспечивает самоизлив скважин в западной части Актюбинского Приуралья. Дебиты водопунктов на востоке не превышают 2—3 *л/сек*, а одна из скважин на Биштамакской площади при вскрытии сульфатно-терригенной пачки дала самоизлив с дебитом

3,5 *л/сек*. Общая пористость этих пород составляет 18—20%, открытая — 15—18% при изменении проницаемости от 50 до 120 *мд*.

В восточной части Актюбинского Приуралья подземные воды имеют минерализацию от 1 до 4 *г/л*. К западу отмечается быстрое нарастание минерализации (150—230 *г/л*) при хлоридном натриевом составе IIIб типа и низком содержании гидрокарбонатов и сульфатов.

В Прикаспийской низменности, как уже отмечено, подземные воды приурочены к терригенно-сульфатной толще (кепрок). На одной из восточных солянокупольных структур (Жилансай) хлоридные натриевые рассолы с минерализацией 182 *г/л* вскрыты на глубине 125 *м*. Дебиты скважин составляют 1,5 *л/сек* и более. Минерализация вод варьирует от 20,8 до 320 *г/л* при изменении химического состава от хлоридных натриевых II типа до IIIб типа. В них содержится калий от 60 до 820 *мг/л*, сероводород от 5 до 350 *мг/л* и т. д.

Водоносный комплекс терригенных пород подсолевых отложений нижней перми. Водоносные горизонты, заключенные в однотипных, ритмично перемежающихся молассовых отложениях подсолевой толщи нижней перми, изучены лишь в Актюбинском Приуралье, где они представлены песчаниками, алевролитами, конгломератами, гравелитами и известняками. Мощность этих горизонтов изменяется от 8 до 10 *м*. Открытая пористость песчаных образований колеблется от 3,7 до 22%, а проницаемость от единиц до 400 *мд*, но преобладают породы со средним значением пористости (5—15%) и проницаемости 10—100 *мд*. Особенно высокими являются коллекторские свойства этих пород в восточной части Актюбинского Приуралья, преимущественно на участках древних конусов выноса грубообломочного материала (Киинский, Актастинский, Айдарлашинский, Дамбарский, Сагурсайский). Проницаемость песчаных коллекторов на этих участках в 6—9 раз больше, чем на участках, расположенных вне зон древних конусов выноса.

На востоке, в пределах Александровско-Белогорской линии структур, где водовмещающие отложения выходят на дневную поверхность, подземные воды безнапорные. Они свободно выклиниваются в виде нисходящих родников у подножия меридиональновытянутых гряд и на склонах долин или вскрываются колодцами и скважинами на глубине 10—15 *м* в понижениях рельефа. Дебиты родников и колодцев, в зависимости от расчлененности рельефа, литологического состава пород и глубины вскрытия водоносных пород изменяются от десятых долей до 2—3,5 *л/сек* при удельных дебитах 0,5—0,7 *л/сек*.

К западу от линии Александровско-Белогорской структуры нижнепермские отложения погружаются, и приуроченные к ним подземные воды приобретают напорный характер. Напорные воды получены при бурении скважин на Петропавловской, Борлинской, Жилянской, Подгорненской, Джусинской, Актюбинско-Биштамакской, Георгиевской и Драгомировской структурах, где в толще подсолевых отложений нижней перми установлены водоносные горизонты и линзы.

На Петропавловской площади, по каротажным данным, выделяется до восьми водоносных горизонтов. Наиболее мощный из них приурочен к толще гравелитов и разнозернистых песчаников, залегающих на кровле сакмарского яруса. Этот горизонт вскрывается в сводовой части структуры и на ее крыльях. Мощность его колеблется от 15 до 60 *м*. Выше, на глубинах от 600 *м* в центральной части до 700—1250 *м* на крыльях структуры в мелко- и среднезернистых песчаниках артинского яруса прослеживается наиболее выдержанный водоносный горизонт мощностью до 40 *м*, а выше его залегают еще три горизонта. Пластовые воды в этих горизонтах приурочены к разнозернистым песчаникам и конгломератам с прослоями гравелитов и аргиллитов.

Западнее, в районе Жилянской антиклинальной структуры, в артинских отложениях выделяются еще два выдержанных водоносных горизонта мощностью до 75—80 *м*, залегающие в интервале глубин 60—120 *м*. Нижележащие горизонты вскрываются на глубинах от 70 до 1650 *м*.

Воды глубоких горизонтов нижнепермских терригенных отложений являются повсеместно высоконапорными и к западу от третьей (Жилянской) структуры. При опробовании интервала 483—531 *м* был получен фонтан воды с расходом 18 *л/сек*.

В восточных районах, где нижнепермские терригенные отложения выходят на дневную поверхность или залегают неглубоко, в них формируются пресные и слабосолоноватые воды с минерализацией от 0,5—1 до 3 *г/л*. По химическому составу среди них преобладают кальциевые и натриевые воды II типа различного анионного состава.

На самых западных структурах Актюбинского Приуралья, на площади Актюбинско-Биштамакской и Георгиевской антиклиналей, даже в верхних горизонтах нижнепермского водоносного комплекса, погруженных на глубину 1800—3100 *м*, заключены воды с минерализацией 80—215 *г/л*.

Одновременно с нарастанием минерализации и изменением гидрохимического типа пластовых вод по направлению с запада на восток и с глубиной в том же направлении увеличивается содержание в водах микрокомпонентов.

Водоносные комплексы каменноугольных отложений. Породы складчатого фундамента вскрыты единичными скважинами в восточных и южных частях Прикаспийского района. Так, в Актюбинском Приуралье подземные воды верхнекарбоновых отложений встречены на крайнем востоке района, на площади Александровской антиклинали, на глубинах 525—1100 *м*. Западнее, на сводах Петропавловской и Жилянской структур, водоносные горизонты соответственно залегают на глубинах 2330—2350 *м* и 1640—2650 *м*. На Жилянской площади минерализация подземных вод, по данным интерпретации электрокаротажа, достигает 33 *г/л*.

На Южно-Эмбенском поднятии водоносные горизонты вскрыты в разрезе угленосной терригенной толщи нижнего и среднего карбона на глубине более 1000 *м*. Дебиты скважин колеблются от 0,02 до 10 *л/сек*, составляя в среднем 0,5—1 *л/сек*. Химический состав вод зависит от глубины залегания, степени закрытости структур и изменяется в широких пределах. В скважинах по западному и северному обрамлению Южно-Эмбенского поднятия преобладает минерализация вод от 5 до 270 *г/л* с высоким содержанием микроэлементов. Воды метановые и азотно-метановые, хлоридные натриевые и хлоридные кальциево-натриевые.

На площади Туресай каменноугольные отложения вскрыты на глубинах 2110—2960 *м*. Водовмещающими породами являются толщи известняков и песчаников с прослоями конгломератов. Воды хлоридные натриевые с минерализацией 159—186 *г/л*.

В разрезе Уральской опорной скважины этот каменноугольный комплекс представлен верхними и средними отделами. Верхний отдел (в интервале 2700—2936 *м*) сложен известняками с прослоями доломитов. Он содержит воды с минерализацией 154—195 *г/л* и высокой концентрацией микрокомпонентов. В среднем отделе (интервал 3096—3240 *м*) водоносными являются известняки с прослоями песчаников и доломитов. Вода в них хлоридная с минерализацией 136—186 *г/л* и высоким содержанием микрокомпонентов.

ГЛАВА V

УРАЛТАУ-МУГОДЖАРСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЙОН

Описываемый район представляет собой гидрогеологическую складчатую область, в пределах которой выделяются основные водоносные горизонты и комплексы: в четвертичных, палеогеновых, меловых, среднеюрских, палеозойских и докембрийских образованиях.

Водоносные горизонты аллювиальных отложений речных долин. В Уралтау-Мугоджарской складчатой области берет начало множество рек; к аллювиальным отложениям некоторых речных долин приурочен более или менее мощный водоносный горизонт, заключенный в разнозернистых песках, нередко гравелистых или глинистых. По условиям питания грунтовых вод и характеру водовмещающих отложений здесь можно различить водоносные горизонты: а) аккумулятивных и б) структурно-аккумулятивных террас.

В аллювиальных отложениях аккумулятивных террас в долинах рек Ори, Уйсылкара (нижнее и среднее течения) и их некоторых притоков грунтовые воды тесно связаны с поверхностными водами; они питают реку или питаются речными водами. Положение уровня грунтовых вод определяется режимом уровней воды в руслах рек, а глубина его залегания зависит от гипсометрии террас, но не превышает 15—18 *м*. Мощность аллювиальных отложений в речных долинах варьирует от 4—5 до 20 *м* и лишь в отдельных локальных углублениях достигает 30 *м*. Дебиты водопунктов, вскрывающих грунтовые воды на поймах и надпойменных террасах, превышают 1 *л/сек*, а местами достигают 2,5 *л/сек* (р. Орь). К северу от описываемого района, в г. Орске, в скважинах, вскрывших аллювиальный водоносный горизонт мощностью 25—35 *м*, получены дебиты 5—10 *л/сек* при понижении уровня воды на 3—5 *м*. По данным А. В. Сотникова (1945), производительность аллювиального потока р. Ори на небольшом участке долины у г. Орска составляет 55 *л/сек*. Наиболее водообильны отложения нижних террас, особенно в прирусловой полосе. С удалением от рек производительность водопунктов снижается.

В аллювиальных отложениях структурно-аккумулятивных террас в верховьях долин рек Жаксы-Карагалы, Уйсылкара, Мамыт, Кзылкаин, Катынадыр — в пределах Орь-Илекского водораздела, а также рек Шидер, Баксай, Карабутак, Кайракты, Талдык, Каинды, Аулие — в Мугоджарах подземные воды большей частью отсутствуют. Они вскрываются лишь на участках расширения речных долин, где наблюдаются скопления песчано-галечного материала мощностью 5—15 *м*.

Дебиты скважин и колодцев на таких участках долин изменяются от 0,3—0,5 до 1—3 *л/сек* при понижении уровня воды от 0,2 до 2 *м*. В долине р. Джарлыбутак (левый приток р. Уйсылкара) при откачках из скважин, заложенных на пойме, получены расходы от 3 до 15 *л/сек* при понижении уровня воды на 0,8—1,5 *м* (Ильин, 1940). Коэффициент фильтрации водовмещающих пород изменяется здесь от 65 до 500 *м/сутки*.

В верхнем течении р. Жаксы-Карагалы коэффициент фильтрации аллювиальных галечных образований мощностью до 23 *м* достигает 400—440 *м/сутки* (Зейберлих и Фроленкова, 1953).

Грунтовые воды аллювиальных отложений района преимущественно пресные с минерализацией от 0,2 до 1,2 *г/л*, только в низовьях долин Мамыта, Кзылкаина, Катынадыра и Ори распространены солоноватые воды (3—5 *г/л*). Особенно низкая минерализация грунтовых вод отмечается в верховьях долины Жаксы-Карагалы. По химическому составу

грунтовые воды неоднотипны, но наибольшим распространением пользуются гидрокарбонатные кальциевые (или натриевые) воды II или I типа. Лишь на участках развития подземных вод повышенной минерализации встречаются сульфатные или хлоридные натриевые воды II или III типа.

Грунтовые воды аллювиальных отложений питаются атмосферными осадками, а весиой, в паводковый период, и речными водами. Летом и затем вплоть до следующего паводка, когда реки пересыхают или образуют отдельные плесы, подземные воды дренируются руслами рек. В этой, наиболее подвижной части речных долин заключены пресные гидрокарбонатные натриевые или кальциево-натриевые воды. Такими водами являются грунтовые воды р. Мамыт. Их химический состав выражен следующей формулой:

$$M_{0,82}\ \frac{HCO_3\ 41\ Cl\ 34\ SO_4\ 25}{Na\ 59\ Ca\ 22\ Mg\ 19}.$$

В прибортовых частях долин грунтовые воды аллювиальных отложений нередко подпитываются трещинными водами коренных палеозойских осадочных и изверженных пород. В этом случае химический состав подземных вод аллювия нередко отражает химический состав водовмещающих пород. Так, например, на участках притока в аллювий трещинных вод из ультраосновных или основных пород (Орь-Илекский водораздел) грунтовые воды аллювиальных отложений пресные гидрокарбонатные магниевые, кальциевые, магниевые II типа. Состав этих вод характеризуется следующей формулой:

$$M_{0,34-0,42}\ \frac{HCO_3\ 83—90\ SO_4\ 0{,}6—10\ Cl\ 4—7}{Mg\ 40—68\ Ca\ 22\ Na\ 10—38}.$$

На участках подпитывания аллювиального водоносного горизонта водами гранитов или гранито-гнейсов (Мугоджары) аллювиальные воды преобретают преимущественно гидрокарбонатно-натриевый состав I типа. Таковы, в частности, воды аллювиальных отложений правобережья р. Ори в среднем ее течении.

$$M_{0,5-0,63}\ \frac{HCO_3\ 59—81\ SO_4\ 9—18\ Cl\ 7—15}{Na\ 52—65\ Ca\ 11—26\ Mg\ 22—24}.$$

Водоносный комплекс палеогеновых и меловых отложений. Континентальные и прибрежно-морские образования меловой и палеогеновой систем на площади Тагило-Магнитогорского прогиба (Восточный склон Орь-Илекского водораздела) выполняют некоторые грабены (Кайрактинский, Кзылжарский и др.), причем эти образования залегают на породах палеозойского фундамента. В толще меловых и палеогеновых пород выделяются три водоносных горизонта: 1) в палеоцен-эоценовых; 2) в кампан-маастрихтских 3) в апт-альбских отложениях, которые разделены между собой водоупорными слоями.

Эоцен-палеоценовый водоносный горизонт широко развит в Кайрактинской депрессии и представлен прибрежно-морскими отложениями: глауконит-кварцевыми и опоковыми песчаниками, глинами и гравийно-галечным материалом общей мощностью от 8 до 77 *м*. Из них на долю водоносных образований приходится 4—27 *м*. Коэффициент фильтрации водосодержащих пород изменяется от 3 до 7,4 *м/сутки*. Воды в основном безнапорные и залегают на глубине 3—25 *м*. На склонах долин и вдоль тектонического разлома, ограничивающего Орскую депрессию с востока, выходит несколько родников. Дебиты водопунктов изменяются от 0,1 до 3,4 *л/сек* при понижениях уровня на 0,5—6,3 *м*.

Минерализация вод эоцен-палеоценового горизонта изменяется от 0,1 до 1 *г/л* при содержании отдельных компонентов (*мг/л*): хлора 20—142, сульфатов 27—146, гидрокарбонатов 25—284, щелочей 6—227, кальция 9—36, магния 4—32. Преобладают хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды, химический состав которых выражен формулой:

$$M_{0,4-0,7}\ \frac{Cl\ 19—38\ HCO_3\ 11—57\ SO_4\ 25—38}{Na\ 46—90\ Ca\ 14—29\ Mg\ 4—25}.$$

Кампан-маастрихтский водоносный горизонт почти повсеместно развит в названных выше депрессиях. На большей части территории он перекрыт отложениями палеогена и обнажается только на западе и юге района. Литологически горизонт представлен известняками-ракушняками и известковистыми глинами в верхней (маастрихт) и кварц-глауконитовыми песками с гравием и галькой в нижней (кампан) частях. Общая мощность глин, песков и ракушняков изменяется от 11 до 61 *м*.

Кровля водоносного горизонта залегает на глубине от 15 до 70 *м*. Воды напорные, пьезометрические, уровни поднимаются над кровлей на 1—56 *м*. В восточной части депрессий, где напор воды наибольший, скважины самоизливают при пьезометрах от 2,6 до 6,3 *м* над поверхностью земли. Вне зоны самоизлива уровни вод устанавливаются на глубине до 45 *м*. Дебиты скважин изменяются от 0,4 до 10—15 *л/сек* при понижениях уровня воды на 1,5—27 *м* и удельных дебитах от 0,1 до 2 *л/сек*.

По данным откачек, коэффициент фильтрации водовмещающих отложений изменяется в следующих пределах (*м/сутки*): известняки-ракушняки от 0,1 до 31,3, пески от 0,3 до 1,7 и песчано-гравийные отложения от 41 до 66. Радиус влияния достигает 3—4 *км*.

Минерализация воды изменяется от 0,2 до 1,5 *г/л*, но чаще не превышает 1 *г/л*. Содержание отдельных компонентов находится в пределах (*мг/л*): хлоридов 3—258, сульфатов 6—235, гидрокарбонатов 180—610, щелочей 30—225, кальция 24—86, магния 9—48. Химический состав подземных вод кампан-маастрихтского горизонта выражается следующей формулой:

$$M_{0,3-0,9}\ \frac{HCO_3\ 47—63\ Cl\ 21—47\ SO_4\ 15—26}{Ca\ 29—54\ Na\ 28—60\ Mg\ 11—37}.$$

В зависимости от источника питания подземных вод преобладают гидрокарбонатные магниево-кальциевые или хлоридные натриевые воды II или III типа.

Альб-аитский водоносный горизонт, залегающий в основании палеоген-мелового комплекса, с резким несогласием ложится на различные горизонты выветрелых палеозойских пород. Глубина его залегания колеблется от 15—30 *м* на севере до 100 *м* в центральных частях депрессий. Апт-альбские отложения представлены галечниками, гравелитами, песками с обломками палеозойских пород в нижней и прослоями глин в верхней частях общей мощностью от 8 до 48 *м*. Из них на долю водоносных отложений приходится не более 5—30 *м*. Коэффициент фильтрации отложений не превышает 1,2—2,0 *м/сутки*.

Подземные воды данного горизонта напорные, в долине р. Сазды они самоизливают, а на других участках высота напора изменяется от 16 до 60 *м*, уровень воды устанавливается на глубине 0—24 *м*. Дебиты

скважин колеблются от 1,3 до 2,5 *л/сек* при понижениях уровня воды на 3—25 *м* и удельных дебитах 0,22 *л/сек*.

Минерализация воды изменяется от 0,2 до 1.1 *г/л* при содержании отдельных компонентов в следующих пределах (*мг/л*): хлора 5—295, сульфатов 5—245, гидрокарбонатов 110—326, щелочей 8—162, кальция 22—104, магния 8—62.

По химическому составу преобладают гидрокарбонатные (или хлоридные при повышенной минерализации), натриевые (реже кальциевые) воды I или II типа. Наиболее типичный состав вод апт-альбского горизонта выражен формулой

$$M_{0,3-0,7}\ \frac{HCO_3\ 32-94\ Cl\ 4-39\ SO_4\ 2-29}{Na\ 18-71\ Ca\ 14-58\ Mg\ 15-24}.$$

Ресурсы подземных вод палеоген-мелового комплекса формируются за счет инфильтрации атмосферных осадков на площадях выходов водовмещающих толщ на поверхность, а на закрытых участках за счет подпитывания водами палеозойских пород.

Водоносный комплекс угленосных отложений средней юры, приуроченный в основном к нижней и верхней частям разреза среднеюрских отложений, широко распространен в Орской группе прогибов, на левобережье р. Ори. Он состоит из трех более или менее выдержанных водоносных горизонтов: надугленосного, угленосного и подугленосного (рис. 40).

Надугленосный водоносный горизонт распространен в Орском и отчасти Кайрактинском прогибах и представлен мелкоразнозернистыми песками, которые во внутренней части структур переходят в алевролиты, а в краевой части содержат включения гальки. Мощность отдельных водоносных пачек составляет 2—12 *м*, а суммарная мощность достигает 30—32 *м*.

Глубина подземных вод в зависимости от мощности перекрывающих образований изменяется от 5 до 40 *м*. Воды ненапорные, реже слабонапорные. Зеркало вод имеет небольшой уклон (в среднем 0,001) на северо-восток, в сторону долины р. Ори. Дебиты скважин при понижении уровня воды на 1,5—28 *м* изменяются от 0,01 до 2,2 *л/сек* при удельных дебитах 0,006—0,3 *л/сек*. Значение этих величин уменьшается по направлению от окраин прогибов к их центральным частям.

Надугленосный горизонт содержит воды с минерализацией от 0,25—1 *г/л* (преимущественно гидрокарбонатного натриевого состава I типа) до слабосолоноватых с минерализацией 2—3,7 *г/л* (хлоридного натриевого состава II типа). При этом пресные воды характерны для прибортовых, а слабосолоноватые — для внутренних частей прогибов.

Угленосный водоносный горизонт приурочен к отдельным песчаным слоям угленосной мамытской свиты, залегающим в различных частях ее разреза. Мощность отдельных слоев водоносных песков и слабосцементированных песчаников не превышает 1,5—7 *м*, а суммарная составляет 20—25 *м*.

В зависимости от их положения в разрезе и от того, какие водоносные пачки или слои пройдены и опробованы скважинами, глубина вскрытия подземных вод изменяется от 48 до 105 *м*, а пьезометрический уровень — от 1,0 до 24 *м*. Дебиты скважин низкие, от сотых долей до 1—1,6 *л/сек*, при понижении уровня воды на 5—33 *м*, а удельные дебиты обычно не превышают 0,1 *л/сек* и лишь редко составляют 0,25 *л/сек*. Повышенные дебиты скважин характерны для краевых частей впадины, а низкие — для центральной.

Минерализация вод варьирует от 0,36 до 5,5 *г/л* (табл. 9). Наиболее пресные воды (0,36—1,16 *г/л*) вскрыты в восточной части Орского прогиба, где они в основном гидрокарбонатные натриевые I типа. К западу минерализация воды возрастает до 5,5 *г/л* и состав ее становится хлоридным натриевым.

Подугленосный водоносный горизонт распространен почти на всей площади бассейнов левых притоков р. Ори, однако вскрыт он немногими скважинами. Водоносный горизонт заключен в пластах и отдельных слоях разнозернистых песков, песчаников и алевролитов с базальным конгломератом в основании. Мощность отдельных водоносных пластов составляет 5—25 *м*. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород 0,3—11,6 *м/сутки*.

В краевых частях Орской впадины, вблизи выходов подугленосной толщи, этот горизонт отсутствует, а в краевых обрамлениях Кредиковского прогиба он вскрыт на глубине 15—110 *м*.

В зонах погружения подугленосного горизоита подземные воды напорные, в понижениях рельефа они дают самоизлив, а на водоразделах их уровень устанавливается на 1—25 *м* ниже устья. Пьезометрическая поверхность вод снижается к внутренней части Орского и Кредиковскго бассейиов и в целом по направлению на северо-восток. Уклон пьезометрической поверхности в среднем составляет 0,00124.

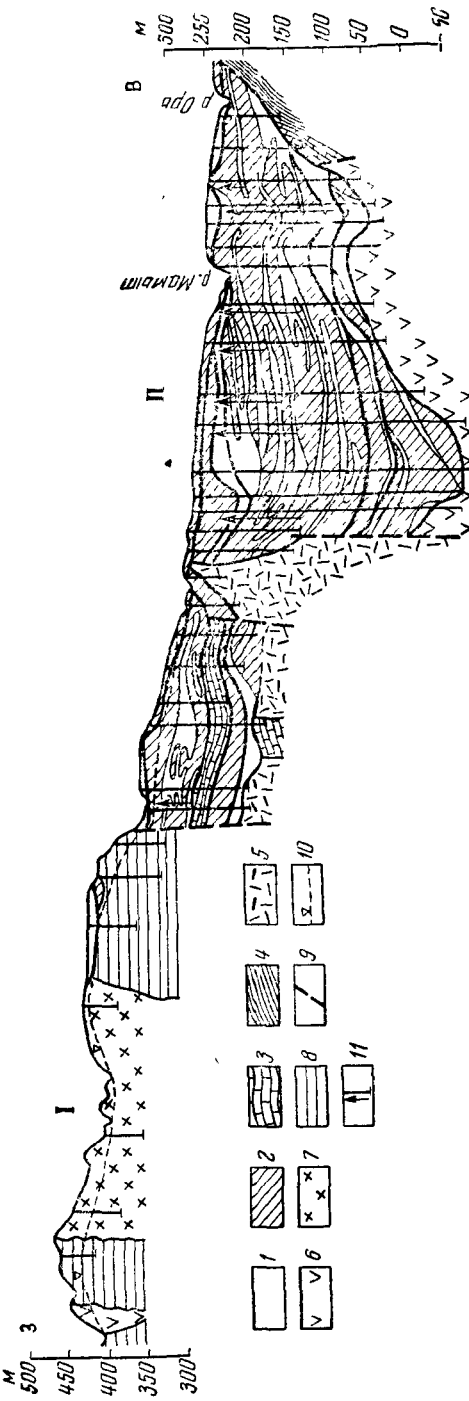


Рис. 40. Гидрогеологический профиль через Кемпирсайский ультрабазитовый массив (I) и Орскую депрессию (II). (Составил И. Э. Зенберлих)

1 — водоносные пески и песчаники, *2* — слабоводопроницаемые глинистые образования, *3* — известняки; *4* — глинистые сланцы, песчаники и известняки (C_1t); *5* — эффузивы и сланцы (D_2zl); *6* — эффузивные породы (S_2), *7* — ультраосновные породы (D_2); *8* — метаморфические породы (О и Cm); *9* — линии разлома; *10* — уровень подземных вод, *11* — скважина (стрелкой показана величина напора)

Дебиты скважин в зависимости от литологического состава пород варьируют от десятых долей до 5 *л/сек* при понижении уровня воды на

Таблица 9

Химический состав подземных вод юрских отложений левобережья р. Ори

Компоненты	Водоносные горизонты		
	Подугленосный	Угленосный	Надугленосный
Сухой остаток	2145* 271—6595	2230 364—5470	1355 249—3080
Хлор	856 20—3286	835 66—1200	278 0—704
Сульфат	360 31—806	513 81—1200	278 0—704
Гидрокарбонат	230 43—372	312 227—420	325 152—481
Щелочи	498 61—1680	450 124—1058	304 51—1133
Кальций	122 13—388	145 19—355	100 12—204
Магний	80 4—236	108 4—338	45 1—100

* В табл. 9—10 в числителе дано среднее содержание компонента, а в знаменателе — пределы колебания содержания компонентов в *мг/л*.

1—15 *м*, а удельные дебиты скважин колеблются от 0,02 до 9,3 *л/сек*. Значение последних заметно уменьшается от краевых частей прогибов к их центру. Так, например, если на западном и восточном бортах Орского и Кредиковского прогибов удельные дебиты скважин достигают 0,66—1 *л/сек*, то в 10—15 *км* от бортов они уменьшаются до 0,3—0,08 *л/сек*. Самые низкие удельные дебиты (0,017—0,022 *л/сек*) отмечаются во внутренней части прогибов.

Минерализация подземных вод описываемого горизонта изменяется от 0,27 до 6,6 *г/л* (см. табл. 6). В прибортовых частях указанных прогибов воды пресные с минерализацией не более 0,8—1 *г/л*, преимущественно гидрокарбонатные натриевые I типа. Наименее минерализованные воды (0,27—0,63 *г/л*) вскрываются в восточной части Орского прогиба. В центральной части прогиба минерализация подземных вод возрастает до 4 *г/л*, а химический состав преобразуется в хлоридный натриевый. Аналогичная направленность в изменении химического состава вод наблюдается и на юге в Кредиковском прогибе. На восточном и юго-восточном его обрамлении развиты пресные воды с минерализацией не более 1 *г/л*, а к западу — солоноватые до 5,3—6,6 *г/л*.

Приведенные данные показывают, что среди рассматриваемых водоносных горизонтов средней юры на левобережье р. Ори наиболее водоносным является подугленосный горизонт с удельными дебитами скважин до 0,9—1 *л/сек* (реже до 9 *л/сек*), а наименее водообильным — горизонт угленосной свиты (удельные дебиты 0,1 *л/сек*). Промежуточное положение по водообильности занимает надугленосный водоносный горизонт с удельным дебитом скважин 0,2—0,3 *л/сек*. Выявляется некоторая закономерность в распределении минерализации и химического состава подземных вод. В краевых частях Орского бассейна, где среднеюрские водоносные отложения на левобережье р. Ори выходят на по-

верхность, они получают питание за счет атмосферных осадков. На отдельных участках среднеюрский водоносный горизонт через гидрогеологические окна подпитывается пресными трещинными водами ультраосновных пород Кимперсайского массива. На таких участках воды среднеюрского водоносного горизонта приобретают специфический химический состав, отличающийся от состава вод на основной площади артезианского бассейна. В западной части бассейна, в зоне влияния трещинных вод ультраосновных пород, подземные воды среднеюрского комплекса по составу гидрокарбонатные (или хлоридные) магниевые и характеризуются нижеследующей формулой химического состава:

$$M_{0,54-1,9}\ \frac{HCO_3\ 12-43\ Cl\ 34-57\ SO_4\ 23-35}{Mg\ 26-42\ Na\ 34-57\ Ca\ 17-30}\ .$$

В восточной части бассейна, в зоне влияния вод кислых интрузивов, в среднеюрском комплексе формируются гидрокарбонатные(или хлоридные) натриевые воды

$$M_{0,27-1,05}\ \frac{HCO_3\ 33-71\ Cl\ 12-51\ SO_4\ 16-37}{Na\ 64-85\ Ca\ 13-19\ Mg\ 4-20}\ .$$

Разгрузка напорных подземных вод юрских отложений происходит в долине р. Ори, вследствие чего в аллювии появляются участки с солеными водами. Частично воды описываемого горизонта дренируются карбоновыми известняками.

Водоносный комплекс осадочных пород нижнего карбона — верхнего девона. Осадочные породы верхнего девона и нижнего карбона в различных частях Уралтау-Мугоджарской складчатой области залегают несогласно на различных горизонтах нижележащих осадочно-вулканогенных и метаморфических пород. Отложения верхнего девона — нижнего карбона в различных зонах Уралтау-Мугоджарской области представлены различными формациями органогенно-кремнистых образований. Эти различия отражаются на водоносности пород, а также на степени минерализации и химическом составе приуроченных к ним подземных вод.

Зона Зилаирского мегасинклинория и районов левобережья р. Ори. В разрезе отложений верхнего девона — нижнего карбона выделяются две осадочные толщи, содержащие подземные воды: а) известняковая нижнего карбона с подчиненными слоями глинисто-углистых сланцев и песчаников; б) песчаная верхнего девона — нижнего карбона, состоящая из разнозернистых песчаников и конгломератов с подчиненными слоями известняков, глинистых сланцев и каменных углей.

Водоносный горизонт известняков нижнего карбона (намюр — визе) изучен на левобережье р. Ори, где известняки образуют Кредиковский синклинальный прогиб шириной до 80 *км*, к которому приурочен небольшой артезианский бассейн. Здесь, на северном и восточном обрамлениях Кредиковского прогиба, подземные воды намюр-визейского горизонта вскрыты рядом скважин на глубине от 10 до 153 *м*. Вскрытая мощность водоносных горизонтов изменяется от 5 до 37 *м*, глубина залегания водовмещающей толщи, по геологическим данным, достигает 300—350 *м*, а мощность — 100—150 *м*.

Подземные воды обладают значительным напором (от 28 до 142 *м*), местами скважины дают самоизлив. Пьезометрический уровень вод изменяется от +6 над поверхностью земли до 14 *м* ниже ее. Некоторые скважины и родники обладают значительными расходами. Так, расход восходящего родника в северной части Кредиковского прогиба достигает 7 *л/сек*. В краевых частях прогибов дебиты скважин, вскрывших

подземные воды визейских известняков, в краевых частях прогибов, варьируют от десятых долей до 20—23 *л/сек* при понижении уровня на 1—12,5 *м*. Некоторые скважины, вскрывшие воды известняков в районе пос. Кзылжар (левый берег р. Ори), первоначально дали самоизлив с расходом 50—60 *л/сек*, но через год расход понизился до 25—28 *л/сек*. По наблюдению З. Варламовой (1956), на участках обнажения визейских известняков некоторые речки (Акжар) теряют свои воды, а другие (Ащибулак и др.), наоборот, после выхода из зоны развития известняков увеличивают свои расходы. В первом случае подземные воды известняков питаются речными водами, а во втором — происходит разгрузка карстовых вод в речных долинах. Водообильность известняков на различных участках неодинакова. Наиболее водообильны карстующиеся известняки на участках, прилегающих к долине р. Ори. Доломитизированные, кремнистые и глинистые разности известняков слабо водообильны, менее трещиноваты и, следовательно, менее водообильны. Они слагают центральную часть артезианского бассейна. Коэффициенты фильтрации различных типов намюр-визейских известняков, по данным откачек из скважин, изменяются от 1,4 до 446 *м/сутки*.

Минерализация подземных вод известняков изменяется от 0,8—0,9 *г/л* (в краевых частях бассейна) до 1,7—2 *г/л* — в некотором удалении от них (табл. 10). В центральной части бассейна подземные воды бурением не вскрыты, но, очевидно, минерализация их должна возрасти. Почти во всех случаях в известняках визе-намюра формируются хлоридные натриевые воды III типа.

Таблица 10

Химический состав подземных вод осадочных пород (верхний девон — нижний карбон) Уралтау-Мугоджарской области (*мг/л*)

Компоненты	Водоносные горизонты				
	Глинисто-кремнистый	Песчаниково-конгломератовый	Известняковый	Песчано-карбонатный	Песчано-глинистый и песчаниковый
Сухой остаток	877 385—1490	696 220—2100	1440 875—1710	365 265—550	875 500—2000
Хлор	205 46—4405	133 30—960	520 250—595	37 14—80	152 30—640
Сульфат	210 45—640	118 15—455	203 105—280	90 40—140	222 85—440
Гидрокарбонат	355 140—505	260 80—381	250 195—295	210 115—295	385 275—445
Натрий+калий	173 —	120 25—705	314 155—380	67 10—155	175 35—540
Кальций	95 35—215	57 84—170	101 45—120	45 25—70	85 65—100
Магний	38 10—130	30 2—110	58 35—80	15 10—20	43 20—75

Водоносный горизонт песчаниково-конгломератовых пород турне и верхнего девона развит на значительной части западного и восточного бортов Орь-Илекского водораздела. Здесь наблюдаются благоприятные условия инфильтрации атмосферных

осадков и накопления подземных вод. Последние нередко выклиниваются в виде родников на восточном склоне водораздела (в районе пос. Анастасьевки) и вскрываются неглубокими (1—4 *м*) колодцами и скважинами на глубине от 25 до 135 *м* (бассейны рек Кзылкаин и Дубер-сай).

Расходы родников, выходящих из песчаниково-конгломератовой толщи, в зависимости от тектонического положения, места их выхода и литологии водовмещающих пород колеблются от 0,12—0,4 (родники Зилаирской зоны) до 0,8—2,2 *л/сек* (район пос. Анастасьевки). Некоторые скважины, вскрывающие на левом берегу среднего течения р. Ори на глубине от 26 до 131 *м* различные водоносные пачки рассматриваемого горизонта, встретили воды с высотой напора от 18 до 130 *м* (Варламова, 1955).

Расходы скважин изменяются от 0,17 до 1 *л/сек* при понижении уровня на 0,7—14,5 *м*.

Минерализация вод изменяется от 0,25 до 2,1 *г/л* (см. табл. 10). Более пресные воды с минерализацией до 1,5 *г/л* вскрываются на западном и восточном склонах Орь-Илекского водораздела, в местах обнажения водовмещающих пород. В пределах Орской группы прогибов, где описываемый водоносный горизонт залегает под более молодыми отложениями, минерализация воды возрастает до 2,1 *г/л* и более.

Пресные подземные воды с минерализацией до 1—1,7 *г/л* имеют гидрокарбонатно-натриевый или кальциевый состав I или II типа. При возрастании минерализации (более 1,7 *г/л*) формируются в основном хлоридные воды III типа и редко (в угленосных пачках) образуются сульфатные натриевые воды II типа.

Водоносный горизонт кремнисто-глинистой толщи верхнего девона. Породы верхнего девона, особенно в тех местах, где выклиниваются песчаные прослои, либо практически неводопроницаемы, либо очень слабо водообильны. В районе пос. Ленинского и ниже Карагалинских ворот дебиты родников, выходящих из песчаниковых и конгломератовых слоев верхнедевонской толщи (мощностью 3—20 *м*), крайне незначительны (от 0,05 до 0,11 *л/сек*). Аналогичные условия отмечаются и в верховьях рек Шандаша, Мамыт, Кзылкаин и Дубер-сай, где из таких же пород выходят родники с расходами от тысячных долей до 0,05 *л/сек*. Только в долинах рек Алимбет и Кия дебиты отдельных родников составляют 0,2—0,25 *л/сек*.

Подземные воды здесь формируются в зоне активного водообмена и обладают низкой минерализацией от 0,3—0,4 до 1,5 *г/л* (см. табл. 10). Наиболее пресные из них по составу гидрокарбонатные натриевые или кальциево-натриевые I и II типа. При минерализации более 1,3—1,4 *г/л* формируются жесткие хлоридные натриевые воды III типа.

Бакайская синклиналь. В пределах Бакайской синклинали отмечается иной гидрогеологический разрез, чем в зоне Зилаирского мегасинклинория и на левобережье р. Ори. Водоносными здесь являются: а) песчаниковая толща нижнего карбона и б) глинисто-кремнистая толща среднего-верхнего девона.

Водоносный горизонт песчаниковой толщи нижнего карбона распространен лишь в южной погруженной части Бакайской синклинали. Подземные воды здесь приурочены к известковистым граувакковым песчаникам с прослоями мелкогалечных конгломератов. Южнее, в пределах Актюбинского совхоза, воды этого горизонта вскрыты скважиной на глубине 117 *м* с дебитом 0,4 *л/сек* и минерализацией 0,3 *г/л* (Дальян, 1957).

Водоносный горизонт глинисто-кремнистой толщи среднего-верхнего девона распространен на всей площади Ба-

кайской синклинали, но изучен только в ее краевой части, где воды этой толщи выходят в виде маломощных нисходящих родников с расходами 0,1—0,15 *л/сек*. Минерализация вод невысокая, не более 0,7—1 *г/л*. По составу воды в основном гидрокарбонатные натриевые I типа.

Берчогурская синклиналь. В разрезе этой синклинали выделяются три водоносных горизонта, приуроченные к карбонатным, песчано-глинистым угленосным и карбонатно-терригенным породам.

Водоносный горизонт карбонатных пород нижнего карбона слагает в основном южную закрытую часть мульды, вследствие чего подземные воды здесь слабо изучены. Карбонатные породы обнажаются лишь на небольшой площади вдоль восточного, приподнятого блока меридионального тектонического нарушения. Здесь из этих пород выходят два родника с дебитом 10—12 *л/сек*. Воды пресные с минерализацией 0,25—0,3 *г/л* гидрокарбонатного кальциевого состава II типа.

$$M_{0,25-0,3}\ \frac{HCO_3\ 68-69\ SO_4\ 18-19\ Cl\ 13-14}{Ca\ 46-55\ Mg\ 26-28\ Na\ 17-28}.$$

Водоносный горизонт песчано-глинистых (угленосных) пород развит на всей площади северной части синклинали и сложен переслаивающими песчаниками и аргиллитами с прослоями каменных углей и известняков. Сложная перемежаемость различных литологических разностей и тектоническая нарушенность пород обусловили пестроту их водообильности. Так, например, в пос. Шахтинске общий водоприток в отдельные горные выработки в некоторых случаях не превышают 3 *л/сек*, а в других достигает 15—16 *л/сек*.

В отдельных разведочных скважинах величина удельного дебита составляет 0,08—0,11 *л/сек*.

Минерализация вод угленосной толщи горизонта изменяется от 0,5 до 2 *г/л*. Воды повсеместно жесткие, гидрокарбонатные кальциевые, при повышенной минерализации — хлоридные натриевые.

Водоносный горизонт карбонатно-терригенных пород верхнего девона на Берчогурской синклинали приурочен к массивным органогенным известнякам, песчаникам и конгломератам. По краям синклинали из этих отложений выходят пресные родники с минерализацией воды 0,055—0,27 *г/л* и расходом от десятых долей до 10 *л/сек*. Эти родники характеризуют водоносность лишь самой верхней части горизонта.

Западный склон Мугоджар. Вдоль западного склона Главного Мугоджарского хребта узкой полосой протягиваются выходы песчано-конгломератовых пород верхнего девона, где они выполняют грабен, ограниченный с запада и востока линейными взбросами. Эти породы представлены разнозернистыми песчаниками, конгломератами и алевролитами с прослоями известняков, глинистых и кремнистых сланцев. Вся эта толща обводнена, и из нее выходит много нисходящих родников с расходами от 0,05 до 5 *л/сек*. В западном направлении песчано-конгломератовая толща испытывает погружение и подземные воды приобретают напор, вскрываясь скважинами на глубинах 30—80 *м* и более.

По химическому составу воды пресные с минерализацией 0,22—0,88 *мг/л*.

Питание подземных вод песчано-конгломератовой толщи происходит за счет атмосферных осадков, речных вод и подтока подземных вод из нижележащих водоносных горизонтов.

Водоносный комплекс осадочно-вулканогенных пород среднего палеозоя. Осадочно-вулканогенная толща среднего палеозоя развита в основном в трех структурно-тектонических зонах Уралтау-Мугоджарской

складчатой области: Зилаирской, Западно-Мугоджарской (Магнитогорской) и Прииргизской, где породы этой толщи обнажены или залегают под небольшим покровом молодых образований. К зоне открытой трещиноватости осадочно-вулканогенных пород приурочены подземные воды.

Следует отметить большое разнообразие петрографического состава пород среднепалеозойского комплекса в различных структурных зонах.

В Зилаирской зоне в низах комплекса преобладают глинистые сланцы с подчиненными слоями песчаников и карбонатных пород, в средней части — вулканогенные породы, а в верхней — конгломерат-песчаники, кремнистые породы, известняки, различные эффузивы и их туфы. Общая мощность пород достигает здесь 5—6 км. В Западно-Мугоджарской зоне развиты в основном вулканогенные породы (диабазы, спилиты, различные порфиры и их туфы) и тесно ассоциирующиеся с ними глинисто-кремнистые сланцы и яшмы мощностью до 7,5—8 *км*. В Прииргизской зоне распространены в основном кислые эффузивы и туфогенные образования с большим количеством прослоев песчаников и сланцев.

Различен также и возраст этих пород. В Зилаирской зоне, отличающейся наиболее глубоким и древним заложением фундамента, распространены породы ордовик-нижнедевонского возраста; в Западно-Мугоджарской зоне, занимающей по времени заложения фундамента промежуточное положение (верхнесилурийско-среднедевонские), и в наименее опущенной Прииргизской зоне — нижнекарбоновые (визейские).

Рассмотренные фациально-петрографические и возрастные различия пород оказывают влияние на их водообильность, а также на минерализацию и химический состав приуроченных к ним подземных вод.

Водоносный комплекс ордовик-нижнедевонских вулканогенно-осадочных пород Зилаирской зоны отличается наибольшей водообильностью. Подземные воды здесь связаны с верхней трещиноватой зоной мощностью 50—60 *м*.

Дебиты отдельных родников и колодцев, питающихся этими водами, варьируют от сотых долей до 1—5 *л/сек* (левый берег р. Урала). В районе пос. Ленинского расход отдельных скважин составлял 2—3,5 *л/сек* при понижении уровня воды на 2—7 *м*.

Значительные дебиты имеют родники зон тектонических трещин, выходящие из конгломератов, песчаников и известняков.

На участках, занимающих высокое гипсометрическое положение, водоносные толщи достаточно хорошо промыты и дренированы. В них содержатся трещинные воды невысокой минерализации от 0,08 до 1,1 *г/л*. Чаще всего встречаются воды с минерализацией 0,3—0,45 *г/л*. Лишь в местах выхода подземных вод из-под засоленных глинистых образований делювия минерализация вод увеличивается до 1,3—1,4 *г/л*.

Химический состав подземных вод вулканогенно-осадочных пород не отличается разнообразием. Наиболее развиты гидрокарбонатные кальциевые воды, иногда натриевые II или I типа. В зоне контакта эффузивной толщи с основными и ультраосновными интрузивами среди катионов в подземных водах преобладает магний. При минерализации более 1 *г/л* воды становятся хлоридными натриевыми I или II типа. Очень редки сульфатные воды различного катионного состава (табл. 11). Средний химический состав подземных вод данного комплекса в Зилаирской зоне, по данным 127 химических анализов, выражается формулой

$$M_{0,5}\,\frac{HCO_3\,59\;SO_4\,21\;Cl\,20}{Ca\,39\;Mg\,33\;Na\,28}.$$

Таблица 11

Химический состав подземных вод осадочно-вулканогеиных пород Уралтау-Мугоджарской гидрогеологической складчатой области (*мг/л*) *

Компоненты	Основные геоструктурные зоны		
	Зилаирская	Западно-мугоджарская	Прииргизская
Сухой остаток	490 / 83—1090	615 / 100—1800	1720 / 180—6320
Хлор	52 / 8—177	76 / 2—572	483 / 18—1880
Сульфат	76 / 22—212	119 / 5—920	474 / 23—1960
Гидрокарбонат	270 / 47—463	370 / 50—730	305 / 150—370
Щелочи	50 / 3—206	165 / 11—480	500 / 27—1527
Кальций	50 / 11—97	55 / 11—370	56 / 6—276
Магний	29 / 5—58	13 / 2—58	32 / 4—232

* В табл. с 11—13 в числителе приводятся средние значения, а в знаменателе — крайние.

Водоносный комплекс среднедевонских — верхнесилурийских осадочно-вулканогенных пород Западно-Мугоджарской зоны. Подземные трещинно-грунтовые воды приурочены к верхней трещиноватой зоне вулканогенных пород с подчиненными слоями конгломератов и известняков. Мощность зоны максимальной водообильности этих пород не превышает 50—60 *м*. В зависимости от характера трещиноватости пород и дренированности рельефа расходы водопунктов варьируют от сотых долей до 1,3 *л/сек*. Дебиты отдельных родников в зонах тектонических дроблений и контактов различных петрографических разностей пород достигают 5 *л/сек*. Нередко такие родники, сливаясь между собой, образуют речки с постоянным стоком (притоки рек Эмбы — Жанай, Кундузды, Аулие; притоки р. Иргиза — Каинды, Карасай, Сарлыбай, Шуулдак и др.). Об общей водообильности осадочно-вулканогенных пород Западно-Мугоджарской зоны в целом можно судить по величине модуля подземного стока, который составляет здесь 0,7 *л/сек* с 1 $км^2$ площади водоносного комплекса.

Сильная расчлененность рельефа, хорошая промытость водовмещающих пород при почти полном отсутствии засоленного глинистого покрова (особенно в низкогорной части зоны) обусловливают повсеместное распространение пресных подземных вод с минерализацией от 0,1 до 1 *г/л*. Только в северной части этой зоны развит мелкосопочник и выровненные участки распространения зеленокаменных пород перекрыты глинистыми неоген-древнечетвертичными образованиями. По данным специальных гидрогеохимических исследований (Сыдыков, Давлетгалиева, 1961—1964), установлено, что в вулканогенных породах Западно-Мугоджарской зоны преобладают гидрокарбонатные натриевые воды I типа. Средний химический состав этих вод выражается следующей формулой:

$$M_{0,6}\ \frac{HCO_3\ 57\ SO_4\ 23\ Cl\ 20}{Na\ 64\ Ca\ 26\ Mg\ 10}.$$

В меньшей степени здесь распространены гидрокарбонатные кальциевые воды II, а иногда III типа. Еще реже встречаются сульфатные и хлоридные натриевые воды II и III типа. В отдельных местах установлены гидрокарбонатные магниево-натриевые и сульфатные кальциево-магниевые воды.

Водоносный комплекс визейских осадочно-вулканогенных пород Прииргизской зоны. Визейские осадочно-вулканогенные породы, как уже было отмечено, в большинстве случаев перекрыты более молодыми, нередко глинистыми, образованиями. В зависимости от мощности последних подземные трещинные или трещинно-карстовые воды визейского комплекса вскрываются скважинами на глубине от 10 до 100 *м*, а уровни устанавливаются на глубине 3—20 *м* и ниже поверхности земли. Высота напора достигает 75—85 *м*.

Там, где водовмещающие породы являются кислыми вулканогенными слаботрещиноватыми, заметных выходов подземных вод не наблюдается. На месторождениях Шагарши и Бенкола дебиты скважин колеблются от 0,08 до 0,21 *л/сек* при понижении уровня на 2—28 *м*, а удельные дебиты — от 0,008 до 0,04 *л/сек*.

Минерализация трещинных и трещинно-карстовых вод визейского комплекса в Прииргизской зоне неодинакова, так как формирование их происходит в различных условиях. Наиболее пресные воды независимо от состава и типа водовмещающих пород залегают там, где осадочно-вулканогенные породы обнажены или перекрыты песчаными отложениями континентального олигоцена. На таких участках минерализация вод не превышает 0,2—1 *г/л* (см. табл. 11).По составу воды гидрокарбонатные, иногда хлоридные, натриевые I типа. В местах перекрытия визейского водоносного комплекса глинистыми образованиями неогена в нем формируются воды повышенной минерализации от слабосолоноватых (1—3 *г/л*) до соленых (5—35 *г/л*) хлоридного натриевого состава II или III типа.

Несмотря на некоторое сходство петрографического состава водовмещающих пород всех трех зеленокаменных структурно-тектонических зон, их гидрогеологические условия различны. Эти различия прежде всего обусловливаются неодинаковой общей водообильностью пород. В Зилаирской зоне, на площади распространения эффузивных разностей зеленокаменных пород, при интенсивном и глубоком расчленении рельефа величина подземного стока составляет в среднем около 2,32 *л/сек·км*^{2}, а в Прииргизской зоне — 0,154 *л/сек·км*^{2}. Такое различие в величине модуля подземного стока зависит от характера расчленения рельефа и климатических условий. Немалое влияние на величину модуля оказывает и возраст вулканогенных пород, так как во многих случаях от него зависит степень трещиноватости, а следовательно, и обводненности отдельных зон. Естественно, что самые древние вулканогенные породы более длительное время подвергались воздействию тектонических движений и процессов выветривания и это способствовало образованию в них трещин. Поэтому наиболее древние вулканогенные образования Зилаирской зоны (в основном ордовик — силур) в большей степени трещиноваты и водообильны, чем породы Западно-Мугоджарской зоны (в основном верхний силур). Трещиноватость и водообильность вулканогенных пород Прииргизской зоны (нижний карбон) в свою очередь ниже, чем Западно-Мугоджарской.

Подземные воды указанных трех зон отличаются также и по химическому составу. В Зилаирской зоне формируются преимущественно

гидрокарбонатные кальциевые, реже натриевые II или переходного I—II типа. В Западно-Мугоджарской и Прииргизской зонах преобладают гидрокарбонатные натриевые воды I типа.

Водоносный комплекс метаморфических пород нижнего палеозоя и докембрия. Метаморфические образования нижнего палеозоя — докембрия слагают Уралтауское поднятие и выходят на дневную поверхность на южном продолжении последнего, в долине р. Аксу и на ряде участков Прииргизья. На значительной части площади северо-западного борта Тургайской впадины эти породы лежат неглубоко, а на остальной территории погружаются на большую глубину, перекрываясь толщей молодых образований.

Среди указанного комплекса пород самыми древними и наиболее глубоко метаморфизованными являются гнейсы, гранито-гнейсы, кварциты, габброиды, превращенные в амфиболиты, и хлорит-серицитовые сланцы докембрия мощностью до 18—20 *км*, развитые на Восточно-Уральском поднятии. На них резко несогласно с большим стратиграфическим перерывом залегают породы докембрия и нижнего ордовика, представленные кварцитами, кристаллическими и кремнисто-глинистыми сланцами, рассланцованными вулканогенными образованиями с подчиненными слоями песчаников, алевролитов, конгломератов и аргиллитов. Эти породы мощностью до 10 *см* распространены на крыльях Восточно-Уральского и Центрально-Уральского поднятий. Весь этот метаморфический комплекс пород сильно дислоцирован и характеризуется проявлением сложной линейной складчатости.

Водоносность метаморфических пород связана в основном с верхней трещиноватой зоной выветривания пород и зонами тектонических разломов. К последним приурочены родники у подножия возвышенностей и на склонах долин. Подземные воды вскрываются колодцами и скважинами, на глубине от единиц до 100—200 *м* обладают напором высотой в 30—35 *м* над кровлей водоносной зоны. Мощность последней определяется глубиной развития активной трещиноватости пород, которая распространяется, по данным бурения, на глубине до 50—70 *м* и особенно интенсивно развита на интервалах 20—40 *м*. В зонах разломов трещины распространены до глубины 250—600 *м*.

Водообильность метаморфической толщи чрезвычайно пестрая, что обусловлено характером и степенью трещиноватости пород. Наибольшей водообильностью отличаются зоны дробления и зоны тектонических контактов различных генетических типов пород. При прочих равных условиях наиболее трещиноваты породы, развитые в долинах рек и других понижениях рельефа, и наименее трещиноваты — на водоразделах.

На водоразделах максимальной трещиноватостью отличаются обнаженные масивы пород. Дебиты родников в пределах Тагило-Магнитогорского прогиба и Центрально-Уральского поднятия изменяются от сотых долей до 0,3 *л/сек*. Расходы колодцев и скважин составляют 0,15—0,35 *л/сек* при понижении уровня воды до 10 *м*.

Наиболее водообильны трещиноватые кристаллические сланцы, кварциты и гранито-гнейсы, широко развитые в пределах Восточно-Уральского поднятия. С ними связано большинство зафиксированных родников. В скважинах, заложенных в гранито-гнейсах и кристаллических сланцах на юго-востоке поднятия, на глубине 40—50 *м* вскрыты трещинно-грунтовые воды с расходами 0,6—1 *л/сек*. Отдельные скважины на западном борту Тургайского прогиба, вскрывшие подземные воды в аналогичных породах на глубине 40—80 *м*, имели расходы 1,6—4,2 *л/сек* при понижении уровня до 2—20 *м*.

На водораздельных равнинах, лишенных глинистых покровов, вблизи эрозионных врезов, минерализация трещинно-грунтовых вод мета-

морфического комплекса изменяется от 0,2—0,3 до 1,5—2 *г/л*, редко достигая 3 *г/л*.

Количество свободной углекислоты в воде превышает 15—35 *мг/л*, а pH=7—8,4. Увеличение минерализации вод данного комплекса до 5—6 *г/л* и реже до 30—57 *г/л* наблюдается на участках развития глинистого покрова (район оз. Карашатау-Айке).

Таблица 12

Химический состав трещинно-грунтовых вод метаморфнческой толщи Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области (*мг/л*)

Компоненты	Структурно-тектонические зоны		
	Центрально-Уральская	Восточно-Уральская	Прииргизская
Сухой остаток	1315 / 280—3860	950 / 280—1860	1710 / 360—5690
Хлор	410 / 38—1270	245 / 50—840	750 / 55—2880
Сульфат	255 / 27—770	115 / 6—220	200 / 63—600
Гидрокарбонат	260 / 43—410	335 / 146—890	165 / 98—334
Щелочи	290 / 30—840	245 / 80—610	310 / 44—1300
Кальций	100 / 46—188	60 / 18—240	150 / 49—528
Магний	60 / 5—148	15 / 0—44	90 / 12—327

Как видно из приведенной таблицы, наиболее благоприятные условия для формирования пресных вод метаморфического комплекса пород устанавливаются на Восточно-Уральском поднятии, где покров более молодых глинистых образований слабо развит или отсутствует. Здесь средняя минерализация подземных вод составляет около 0,95 *г/л* (табл. 12), а их химический состав выражается следующей формулой:

$$M_{0,95}\,\frac{Cl\,47\ HCO_3\,37\ SO_4\,16}{Na\,73\ Ca\,19\ Mg\,8}.$$

Более минерализованы подземные воды в Прииргизском мегасинклинории, где они прикрыты значительной толщей молодых глинистых образований. Средняя минерализация и химический состав этих вод выражается следующей формулой:

$$M_{1,51}\,\frac{Cl\,75\ SO_4\,15\ HCO_3\,10}{Na\,47\ Mg\,27\ Ca\,26}.$$

По химическому составу и минерализации воды Центрально-Уральского поднятия занимают промежуточное положение между водами двух указанных выше структур:

$$M_{1,31}\,\frac{Cl\,55\ SO_4\,15\ HCO_3\,10}{Na\,55\ Mg\,23\ Ca\,22}.$$

Существенное влияние на формирование состава подземных вод данного комплекса оказывает также состав водовмещающих пород. К хорошо обнаженным гнейсам, гранито-гнейсам и кварцитам приурочены главным образом гидрокарбонатные натриевые воды I типа. В метаморфических сланцах Центрально-Уральского поднятия преобладающим развитием пользуются гидрокарбонатные кальциево- или магниево-натриевые воды II типа. С увеличением мощности покрова независимо от петрографического состава водосодержащих пород подземные воды с минерализацией 1—3 *г/л* (реже до 5 *г/л*) имеют довольно пестрый химический состав (гидрокарбонатно-хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридные натриевые, II типа), воды с минерализацией более 3—5 *г/л* — в основном хлоридного натриевого состава III типа. Иногда под влиянием выщелачивания гипсоносных образований неогенового покрова формируются гидрокарбонатно-сульфатные или хлоридно-сульфатные воды.

Водоносный комплекс интрузивных пород. Разнообразные по возрасту и петрографическому составу интрузивные породы широко представлены во всех структурно-тектонических зонах Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области. Самые древние интрузивные породы сильно метаморфизованы, изменены, превращены в ортогнейсы и составляют единый комплекс с парагнейсами. Водоносность их уже описана при характеристике метаморфической толщи.

Здесь приводятся сведения о водоносности интрузивов среднего палеозоя, являющихся глубинными аналогами рассмотренной выше вулканогенной толщи.

Среди них наиболее широкое развитие получили малые и средние интрузии верхнекаледонского (силур-девонского) возраста. Они распространены во всех структурно-тектонических зонах, но широко представлены в зоне Центрально-Уральского поднятия интрузиями ультраосновного и основного состава. Среди ультраосновных пород преобладают дуниты, пироксениты, превращенные в серпентиниты, слагающие крупный Кимперсайский ультрабазитовый массив площадью более 1000 *км*^{2}. На площади Восточно-Уральского поднятия широко распространены кислые интрузивы—гранитоиды силур-девонские и нижнекарбоновые.

Все интрузивные тела секутся различного рода тектоническими трещинами и трещинами выветривания, которые распространяются до глубины 60—70 *м* от кровли древних водовмещающих пород. Повсеместно с ними связаны подземные воды, циркулирующие на глубине 45—50 *м* и нередко выклинивающиеся в виде родников на склонах возвышенностей, речных долин и оврагов. Степень и характер трещиноватости интрузивных пород в зависимости от их структуры и тектоники района их распространения довольно различны. Поэтому в разных геоструктурных зонах водообильность их неоднородна.

Ультраосновные породы Центрально-Уральской зоны отличаются наибольшей водообильностью среди интрузивных пород Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области, что связано в основном с тектоническими особенностями района. Кимперсайский и другие ультраосновные массивы, расположенные в осевой части Центрально-Уральского антиклинория, ограниченного с боков крупными глубинными разломами, испытали неоднократные глыбовые подвижки. Наряду с этим серпентинизация оливина способствует увеличению объема породы в 1,8 раза. В результате проявления перечисленных эндогенных и экзогенных процессов ультраосновные породы обладают сильной трещиноватостью.

Подземные воды выходят из них в виде нисходящих источников на склонах хребтов, в речных долинах и оврагах, или же вскрываются неглубокими (5—7 *м*) колодцами. В районе Кимперсайских ультрабази-

тов и на других участках они вскрыты также скважинами на глубине 50—600 *м*. Одна из таких скважин у ст. Никельтау, вскрывшая воду в сильнотрещиноватой зоне серпентинитов, дала расходы 0,194 *л/сек* при понижении уровня воды на 3,75 *м* и 1,5 *л/сек* при понижении на 9,5 *м*. Суммарные расходы трех эксплуатационных скважин в пос. Хромтау составляют 3,2 *л/сек*. Водоотлив из карьеров Хромтау достигает 42—46 *л/сек*, а из карьеров Кимперсая 50—70 *л/сек*. Расходы отдельных родников в районе Кимперсая составляют 0,2—3,2 *л/сек*. Особенно водообильны западные и восточные периферии ультраосновных массивов, где проходит серия тектонических разломов. Здесь отдельные источники дают от 3 до 7 *л/сек*. Суммарный расход воды существующих горных выработок в ультраосновных массивах Кимперсайского и Хромтауского месторождений в летний период составляет 105 *л/сек*, что дает возможность определить ориентировочную величину модуля подземного стока в 1,3 *л/сек* с 1 *км*^{2}.

Основные породы Центрально-Уральской зоны обнажаются на большой площади, но водоносность их значительно меньше. Расходы родников здесь не превышают 0,1—0,2 *л/сек*. Аналогичные породы имеют локальное развитие и в Мугоджарах, но сравнительно малые площади распространения не позволяют рассмотреть их отдельно от основной массы осадочно-вулканогенных или метаморфических пород.

Кислые интрузивные породы (гранитоиды) широко распространены в Западно-Мугоджарской, Прииргизской и в Восточно-Уральской зонах. Среди них довольно значительной водообильностью отличаются мелкозернистые ортоклазовые граниты, диориты и диорит-порфириты. Более древние породы имеют раннегерцинский возраст. К ним относятся мелкозернистые габброиды, приуроченные к зоне глубинного разлома и также обладающие несколько повышенной водообильностью. Расходы родников, выходящих из этих пород, колеблются от сотых и десятых долей до 1—1,5 *л/сек* и реже более. В частности, в верховьях речек Акпансай, Актасты, Есекджал, Борли и Туресай из этих пород выходят крупные родники.

Более молодые позднегерцинские порфировидные граниты и связанные с ними щелочные сиениты Восточно-Уральской и Прииргизской зон имеют низкую водообильность. Расходы родников здесь обычно не превышают 0,1—0,2 *л/сек* и лишь один из родников в юго-восточной части крупного Кайрактинского гранитного массива, приуроченный к тектоническому контакту метаморфических гранитных пород, имеет расход около 0,5 *л/сек*.

Низкую производительность имели и скважины, вскрывшие трещинные воды в крупно- и среднезернистых гранитах, гранодиоритах и сиенитах юго-восточной части Кайрактинского массива на глубине 26—60 *м*. Расходы большинства из них составляют 0,03—0,32 *л/сек* при понижении уровня воды на 5—26 *м*. Только скважины, пройденные вблизи контактов гранитоидов с туфогенными образованиями силур-девона, имели дебит 1,2—1,4 *л/сек* при понижении уровня воды на 1,7—3,0 *м*. Аналогичные данные были получены при бурении скважин и в Прииргизской зоне (Дальян, 1956).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что водообильность интрузивных пород, так же как и эффузивных их аналогов, зависит от возраста. Наиболее водообильны каледонские ультраосновные и подчиненные им основные породы Уралтауской зоны. Среди гранитных массивов значительной водообильностью обладают более древние раннегерцинские гранитоиды, распространенные в Тагило-Магнитогорском прогибе, тогда как более молодые позднегерцинские гранитоиды Восточно-

Уральской и Прииргизской структурно-тектонических зон слабо водоносны.

Трещинно-грунтовые воды интрузивных пород в пределах мелкосопочника, а также в низкогорьях Мугоджар и Южного Уралтау имеют невысокую минерализацию (0,1—0,8 *г/л*). При этом минерализация вод тем меньше, чем выше в рельефе залегают водоносные породы, т. е. чем сильнее они дренированы, лучше раскрыты и более проницаемы для атмосферных осадков. На площадях слаборасчлененных и слабодренированных водораздельных равнин, перекрытых довольно мощными глинистыми отложениями, минерализация воды возрастает до 1,5—2,0 *г/л* (табл. 13).

Таблица 13

Химический состав подземных вод интрузивных массивов Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области (*мг/л*)

Компоненты	Южный Уралтау		Мугоджары	
	Ультраосновные породы	Основные породы	Гранитоиды	Габброиды
Сухой остаток	530 193—1260	560 265—1271	880 100—2445	540 214—1170
Хлор	98 7—376	113 13—348	284 7—918	72 10—421
Сульфат	86 9—197	41 10—128	140 17—369	48 10—104
Гидрокарбонат	278 125—695	280 134—549	274 49—451	272 122—571
Натрий+калий	87 5—270	65 17—331	253 17—648	105 12—295
Кальций	22 9—56	40 6—100	47 7—107	46 16—124
Магний	55 16—88	48 10—92	32 2—86	10 3—28

В предгорных равнинах, особенно в Прииргизской зоне, где интрузивы перекрыты гипсоносными и соленосными глинами миоцена мощностью до 30—70 *м*, трещинные воды приобретают напор, местами дают самоизлив, и минерализация их возрастает до 2,5, достигая иногда 7—10 *г/л*. Химический состав подземных вод во многом определяется петрографическим составом водовмещающих пород. Особенно ярко эта зависимость выражена на раскрытых, хорошо дренированных участках залегания интрузивных пород, где минерализация подземных вод не превышает 0,7—0,8 *г/л*. Преобладающими компонентами химического состава пресных вод, развитых в зоне распространения ультраосновных пород Центрально-Уральского поднятия, являются гидрокарбонаты и магний. В этих условиях образуются гидрокарбонатные магниевые воды, преимущественно II типа. Средние данные химического состава этих вод выражаются следующей формулой:

$$M_{0,53}\,\frac{HCO_3\,50\ Cl\,30\ SO_4\,20}{Mg\,50\ Na\,38\ Ca\,12}\,.$$

Слабоминерализованные воды на участках развития гранитоидов имеют иной тип минерализации; преобладающими их компонентами являются гидрокарбонаты и щелочи, способствующие образованию гидрокарбонатных или хлоридных натриевых вод I типа. Только в наиболее пресных водах гранитоидов или вблизи контактов последних с массивами основных пород содержание кальция заметно возрастает, что способствует преобразованию широко распространенного I типа вод во II и даже замещению натрия кальцием с образованием гидрокарбонатных кальциевых вод. Средний состав наиболее пресных подземных вод гранитоидов Западно-Мугоджарской и Восточно-Уральской структурных зон может характеризоваться по результатам 78 анализов по следующей формуле:

$$M_{0,43}\frac{HCO_3\,44\ Cl\,40\ SO_4\,16}{Na\,60\ Ca\,25\ Mg\,15}.$$

В Центрально-Уральской зоне, где наибольшим развитием пользуются ультраосновные породы, подземные воды, выходящие из габброидов в соседстве с ультраосновными породами, имеют преимущественно гидрокарбонатный магниевый состав II типа:

$$M_{0,56}\frac{HCO_3\,53\ Cl\,37\ SO_4\,10}{Mg\,46\ Na\,31\ Ca\,23}.$$

В Мугоджарах, где широко распространены гранитоиды, подземные воды в основном пресные, гидрокарбонатные натриевые I типа. Воды родников Западно-Мугоджарской зоны, выклинивающихся на площадях выхода габброидов, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Такой состав подземных вод наиболее типичен для габброидов. Химический состав воды родника, выходящего южнее г. Жанатау, следующий:

$$M_{0,42}\frac{HCO_3\,65\ SO_4\,30}{Ca\,63\ Mg\,28}.$$

В зоне затрудненного водообмена, независимо от петрографического состава водовмещающих пород, образуются хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые воды повышенной минерализации.

ГЛАВА VI

АРАЛО-ТУРГАЙСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЙОН

В пределах описываемого района, представляющего собой систему артезианских бассейнов, выделяются водоносные горизонты и комплексы в отложениях: 1) четвертичных, 2) неогеновых, 3) палеогеновых, 4) меловых и 5) палеозойских.

Водоносные горизонты четвертичных отложений. Четвертичные отложения в рассматриваемом районе представлены преимущественно аллювием речных долин и эоловыми образованиями песчаных массивов, которые территориально разобщены и содержат самостоятельные водоносные горизонты грунтовых вод.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений наиболее широко развит в долинах рек Иргиза, Улькаяка и Тургая, где грунтовые воды носят преимущественно ненапорный характер и залегают в разнозернистых, нередко глинистых песках, иногда с гравием и галькой, а также в супесях и суглинках низкой и высокой пойм и надпойменных террас. На поймах они залегают на глубинах 0,2—5 *м*, а на

надпойменных террасах 10—15 *м*. Мощность водовмещающих отложений возрастает от 5 до 30 *м* в направлении с севера на юг. В этом же направлении увеличивается и содержание в них глинистых фракций.

Как по производительности, так и по качеству воды аллювиального горизонта отличаются значительной пестротой не только в разных долинах, но и в пределах одной и той же реки. Дебиты водопунктов в зависимости от литологического состава водовмещающих отложений изменяются от 0,003—0,1 *л/сек* в низовьях долин и на верхних надпойменных террасах до 0,5—1 *л/сек* в нижней части I надпойменной террасы и на поймах (понижение уровня 3—12 *м*). Максимальный расход скважин, вскрывших воды аллювия в долине р. Иргиза, у пос. Карабутак, на глубине 24,6 *м*, составляет 4,5 *л/сек* при понижении уровня на 3,2 *м*. Минерализация воды здесь не превышает 1,3 *г/л*.

На всей площади развития аллювиального водоносного горизонта минерализация грунтовых вод характеризуется пестротой; сухой остаток изменяется от 4 до 90 *г/л*, увеличиваясь вниз по движению грунтового потока. В верховьях долин Иргиза, Улькаяка и Жантая преобладают воды с минерализацией до 1 *г/л*, а в среднем их течении — до 2 *г/л*. В низовьях долин и на участках, где водовмещающие породы представлены глинистыми образованиями, а также в местах неглубокого залегания грунтовых вод (менее 1—1,5 *м*) последние обычно достигают концентрации рассолов. Отмеченная закономерность в распределении минерализации грунтовых вод аллювиальных отложений речных долин выдерживается не во всех случаях. Так, например, в нижнем и среднем течениях Иргиза, Улькаяка и Тургая наряду с солеными встречены пресные и слабосолоноватые воды, залегающие на небольших участках, где существует водообмен с речными паводковыми водами или наблюдается подток пресных вод со стороны эоловых массивов и песчаных образований континентального олигоцена.

Как показано в табл. 14, минерализация грунтовых вод аллювиальных отложений в долинах перечисленных рек обычно увеличивается и с глубиной.

Таблица 14

Изменение минерализации грунтовых вод в зависимости от глубины

Речная долина	Глубина залегания грунтовых вод, *м*	Минерализация воды, *г/л*
Низовье долины Иргиза в районе Тауп, I надпойменная терраса	3,2	50,9
Низовье долины Улькаяка	3,0	15,9
То же	13,0	21,5

Грунтовые воды аллювиальных отложений вскрыты также и в долинах небольших речек Северного Приаралья (Каульджур, Шетиргиз, Майлисай и др.) и сухих балок, по которым весной проходит поток талых вод, а летом остаются редкие плесы. Грунтовые воды здесь залегают в прослоях и линзах разнозернистых песков, в супесях и суглинках на глубинах 3—10 *м*. Водообильность водосодержащих пород не-

высокая. Дебиты водопунктов не превышают 0,1—0,3 *л/сек* при понижении уровня воды на 3—5 *м*, а минерализация воды изменяется от 0,2 до 20 *г/л*.

По химическому составу пресные воды аллювия обычно гидрокарбонатные натриевые и кальциевые, хлоридные, кальциево-магниевые; солоноватые приобретают гидрокарбонатно-хлоридный натриево-кальциевый состав, а состав соленых вод и рассолов — хлоридный натриевый и хлоридный натриево-магниевый.

Особое место среди аллювиальных отложений занимают осадки древнего Тургая, протягивающиеся широкой полосой от Челкар-Тенгизской впадины до Аральского моря. Это сильно уплотненные и засоленные пески с прослоями глин до 7—10 *м*, обладающие низкой водоотдачей. Грунтовые воды в них развиты спорадически, дебиты водопунктов не превышают 0,05—0,1 *л/сек*. Минерализация грунтовых вод повышенная — изменяется в пределах 3—10 *г/л*, иногда достигает 30—40 *г/л*. Солоноватые гидрокарбонатно-сульфатные натриевые воды встречаются в виде отдельных линз на фоне широко развитых соленых хлоридных или сульфатных, натриевых вод.

Основным источником питания аллювиального водоносного горизонта являются паводковый сток и атмосферные осадки. Меньшее значение имеет поступление в аллювий подземных вод эоловых песчаных массивов и отложений континентального олигоцена и палеозойских пород. В верхней части долин Улькаяка и Иргиза, где аллювий лежит на породах палеозоя или континентального олигоцена, в нем содержатся преимущественно пресные воды. На тех участках, где долины рек пересекают засоленные чеганские и эоценовые глины, в аллювиальных отложениях формируются воды повышенной минерализации.

Водоносный горизонт эоловых песчаных массивов широко распространен в южной части района. Среди песчаных массивов значительные площади занимают Большие и Малые Барсуки; своей северной частью в пределы района входит песчаный массив Приаральских Каракумов; к низовьям Тургая и Иргиза приурочены небольшие массивы — Тауп, Тосым, Аяккумы, Мамыт и другие, образовавшиеся за счет развевания аллювиальных отложений речных долин, а также олигоценовых и саксаульских песчаных пород.

Наиболее хорошо изучен массив Большие Барсуки, грунтовые воды которого широко используются для водоснабжения сельских населенных пунктов, г. Челкара, компрессорных станций газопровода Бухара — Урал.

По данным Приаральской сельскохозяйственной опытной станции и Челкарской гидрогеологической партии, в районе г. Челкара водовмещающие пески относятся к категории мелкозернистых (содержание фракции 0,05—0,25 *мм* достигает 60—95%) со значительным включением среднезернистых фракций (до 14—15%). В южной части массива на участке Аяккумов содержание среднезернистых фракций (0,25—0,5 *мм*) в песках с глубиной увеличивается от 20 до 75% и они переходят в среднезернистые. Мощность водовмещающих песков изменяется от нескольких метров на окраинах массива до 25—30 *м* в центральной части (Яншин, 1953). Нередко в обводненных песках встречаются прослойки глин и суглинков, способствующие образованию местного напора воды и расчленяющие водоносную толщу на несколько водоносных прослоев. Несмотря на это, вся песчаная толща гидравлически представляет собой единый водоносный горизонт, залегающий в зависимости от рельефа местности на глубине от 1—3 до 25 *м*. Зеркало грунтовых вод до некоторой степени повторяет очертания рельефа.

Водоупором водоносного горизонта в различных местах служат глинистые отложения неогена и палеогена.

Водоносность песчаных отложений значительна, удельные дебиты скважин колеблются от десятых долей до 0,8—1,2 *л/сек* в северной части массива Большие Барсуки (табл. 15).

Таблица 15

Расходы водопунктов в песчаных массивах Большие и Малые Барсуки

Название и местонахождение водопункта	Понижение уровня, *м*	Дебит, *л сек*	
		общий	удельный
Скв. 3, к северо-востоку от г Челкара (Бол Барсуки)	7,5	3,0	0,4
Скв. 4, там же	7,5	5,7	0,76
Скв. 6, там же	6,5	4,45	0,69
Скв. 7 там же	8,7	10,0	1,21
Скв. 9, там же	7,0	4,45	0,64
Скв. 139, в районе г Жаксыкоянкулак	0,72	0,11	0,15
Колодец 524, пос Аяккум	0,73	0,39	0,52
Колодец 90, северо-восточная часть Малых Барсуков	0,54	0,31	0,57
Колодец 267, там же	0,57	0,26	0,45
Колодец 277, центральная часть Малых Барсуков	1,0	0,5	0,5
Колодец 206, южная часть Малых Барсуков	0,9	0,2	0,22
Колодец 217, севернее разъезда Курлук	0,2	0,03	0,15
Колодец 822, там же	0,4	0,1	0,25
Скв 8 к северо-востоку от г Челкара	9,5	9,17	0,97

По окраинам массива, а также на участках незакрепленных песков наблюдается снижение удельного дебита до тысячных и сотых долей литра в секунду, что связано с изменением литологического состава водовмещающих пород (повышение содержания в песках глинистых фракций). Коэффициенты фильтрации песков на различных участках варьируют от 0,8 до 7,6 *м/сутки*

По степени минерализации и химическому составу подземные воды песчаных отложений массива Большие Барсуки отличаются пестротой. Пресные воды с минерализацией до 1 *г/л* обычно развиты среди развеваемых песков, не закрепленных растительностью

В результате обработки химических анализов 230 проб воды песчаного массива получены следующие данные почти половина исследованных проб показали наличие пресных вод с минерализацией до 1 *г/л*, в одной трети проб установлены слабосолоноватые воды (1—3 *г/л*)

По анионному составу среди исследованных вод преобладают гидрокарбонатные и сульфатные, а по химическому — воды II типа

Пресные воды обычно имеют гидрокарбонатный натриевый и кальциевый состав, а соленые — хлоридно-сульфатный и хлоридный натриевый

Источником питания грунтовых вод массива, особенно в весенний и осенний периоды служат атмосферные осадки. Вследствие этого уровень грунтовых вод эоловых песков, как показывают данные Приаральской опытной станции (Гаель, 1950), испытывает сезонные колебания Наивысший подъем (1—1,5 *м*) уровня наблюдается весной во время таяния снега, осенью во время выпадения обильных дождей уровень

поднимается на 12—25 *см*, летом снижается до 0,1—1 *м*, а зимой — до 0,1—0,25 *м*. Амплитуда колебания уровня воды зависит от рельефа местности и водоносности года. Так, по данным А. Г. Гаеля (1950), в засушливый год высота инфильтрационного подъема на участке чиевника составляет 8 *см*, а в водный год — 73 *см*.

В песчаном массиве Малые Барсуки грунтовые воды приурочены к желтовато-серым мелкозернистым пескам, содержание песчаной фракции которой (0,5—0,25 *мм*) достигает 80—95%. Грунтовые воды залегают на глубине 0,5—10 *м*. Годовая амплитуда колебания уровня составляет 0,7—1,2 *м* Снижение уровня идет за счет испарения, транспирации растительностью и подземного стока в прилегающие соровые понижения (Тентяксор, Карашиген, Давлетяр и др.).

Удельные дебиты колодцев и скважин, вскрывающих грунтовые воды, изменяются от сотых долей до 0,7—0,6 *л/сек*, а коэффициенты фильтрации водовмещающих песков от 0,85 до 1,22 *м/сутки*.

Значительно меньшие площади занимают песчаные массивы Приаральских Каракумов, Тауп, Тосым (низовье долины р. Иргиза), Каратозган (долина р. Тургая), Мамыт (долина р. Каракая) и Аякумы (долина р. Улькаяка). Все они сложены мелкозернистыми хорошо отсортированными песками с повышенным содержанием глинистых частиц к подошве слоя Краевая часть массивов покрыта растительностью, которая наиболее широко развита на Тосыме и Каратозгане. Мощность водоносного горизонта песков изменяется от 5—10 *м* (Приаральские Каракумы) до 10—15 *м* (Тауп и Мамыт), дебиты водопунктов — от сотых долей до 0,5—1 *л/сек* (Каракумы, Мамыт).

Уровни грунтовых вод, залегающих в песках, варьируют в пределах 1—10 *м*, уменьшаясь к окраинам массивов и межбугристым понижениям. Движение подземных вод направлено в сторону рек, а также к соровым понижениям.

Пресные воды (до 1 *г/л*) образуются на участках развевания песков Мамыт и Аякумы в результате просачивания атмосферных осадков. В Приаральских Каракумах распространены воды с минерализацией 0,5—1,5 *г/л*. Песчаные массивы Тауп, Тосым и Каратозган содержат воды более повышенной минерализации (1,5—5 *г/л*), которая с глубиной возрастает до 10—40 *г/л*. Слабосолоноватые воды здесь развиты в виде отдельных линз, плавающих на соленых водах, и обычно приурочены к массивам незакрепленных и слабозакрепленных песков. На окраинах песчаных массивов, в соровых понижениях, отмечается развитие соленых вод и рассолов.

По химическому составу среди пресных и слабосолоноватых вод преобладают гидрокарбонатные и гидрокарбонатные-сульфатные кальциево-натриевые, а среди высокоминерализованных — хлоридно-сульфатные и хлоридные натриевые.

Водоносный комплекс неогеновых отложений. Неогеновые отложения распространены в виде небольших разрозненных участков в западной части Иргиз-Тургайского междуречья и на юго-западе Северного Приаралья

Водоносный горизонт нерасчлененных неогеновых отложений развит восточнее меридионального отрезка долины Иргиза, а также вдоль Мугоджар. Он приурочен к мелкозернистым пескам с прослоями песчаных глин общей мощностью от 10—20 *м*. Глубина залегания воды изменяется от 4—6 в долинах до 10—15 *м* на склонах водоразделов. Водоносный горизонт нередко гидравлически связан с водами нижележащих отложений континентального олигоцена и палеозоя. Вдоль Мугоджар породы неогена обводнены лишь спорадически.

Водоносность неогеновых песков незначительна, дебиты колодцев и скважин в них не превышают 0,1—0,5 *л/сек*. Воды преимущественно пресные с сухим остатком до 1 *г/л*. По составу они гидрокарбонатные натриево-кальциевые и хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые.

Повышение минерализации наблюдается на участках неглубокого залегания подземных вод, где вследствие капиллярного подъема и усиленного их испарения происходит концентрация солей в горизонте

Водоносный *горизонт гельветских отложений* распространен в южной части Челкарского артезианского бассейна (в Кошкаратинской мульде). Водовмещающие породы представлены разнозернистыми, чаще мелкозернистыми кварцевыми песками, которые выходят на поверхность на Предустюртской равнине, а на Северном Устюрте перекрыты глинами тортонского яруса и залегают на глубине до 120 *м*. На площади выхода этих отложений к ним приурочены грунтовые воды, залегающие на глубине 4—12 *м*. В наиболее прогнутой части Кошкаратинской мульды эти воды приобретают напор высотой до 80 *м*, при глубине пьезометрического уровня на 25—43 *м* ниже поверхности земли. Дебиты скважин, вскрывших гельветский горизонт в зоне его погружения, изменяются от 0,3 до 1,6 *л/сек* при удельных дебитах 0,03—0,1 *л/сек*. Коэффициенты фильтрации песков, по данным откачек, составляют 1,4—1,9 *м/сутки*

В области питания описываемый горизонт содержит пресные (до 1 *г/л*) и слабосолоноватые (1—3 *г/л*) воды В Кошкаратинской мульде минерализация вод изменяется от 3,9 до 10,6 *г/л*, а химический состав этих вод характеризуется следующей формулой,

$$M_{3,9-10,6}\,\frac{SO_4\,38—71\ Cl\,24—60}{Na\,60—83\ Mg\,8—24\ Ca\,9—16}\ .$$

Основными зонами питания гельветского водоносного горизонта являются эоловые песчаные массивы Кошкарата и Кыздаршикан Движение подземных вод направлено с севера на юг к центру Кошкаратинской мульды. Разгрузка вод осуществляется путем перетекания в нижележащие водоносные горизонты.

Водоносный *горизонт аральских отложений* распространен в Кошкаратинской мульде и Тюлькубайской синклинали Северного Приаралья, а также на отдельных участках западного борта Тургая. Он обладает напором лишь в юго-западной части Кошкаратинской мульды, где перекрывается глинистыми отложениями верхней части аральской свиты и низов гельветского яруса На отдельных участках песчаные породы аральской свиты непосредственно перекрыты песками гельветского яруса и тогда приуроченные к ним водоносные горизонты взаимосвязаны.

Водовмещающие отложения аральской свиты представлены мелкозернистыми алевритистыми кварцевыми песками мощностью от 5 до 30 *м*. Максимальная глубина залегания их кровли в Кошкаратинской мульде достигает 100 *м*, подошвы— 130 *м*, а глубина залегания пьезометрического уровня воды варьирует от 15 до 60 *м* ниже поверхности земли. Дебиты скважин изменяются от 0,1 до 0,9 *л/сек* при удельных дебитах 0,03—0,19 *л/сек*.

Наблюдается резкое возрастание минерализации воды от бортов (2,3—5,7 *г/л*) к центру Кошкаратинской мульды (53,51 *г/л*). В том же направлении соответственно изменяется и химический состав от сульфатно-хлоридного натриевого до хлоридного натриевого. Подземные воды аральских песков и на других участках имеют высокую минерализацию — от 15—20 до 90—120 *г/л* и местами более.

Питание аральского водоносного горизонта на участках, где он является первым от поверхности, происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка его осуществляется путем подземного стока в Аральское море и Северо-Устюртский прогиб, а также испарения с поверхности соров, дренирующих этот горизонт.

Водоносный комплекс средне-верхнеолигоценовых отложений. Континентальные отложения среднего и верхнего олигоцена распространены почти повсеместно. Литологически водоносный комплекс представлен преимущественно разнозернистыми песками верхнего олигоцена и мелко-, тонкозернистыми песками среднего олигоцена, чередующимися с прослоями алевритистых глин. Такое строение толщи способствует образованию в ней ряда водоносных горизонтов, гидравлически связанных между собой, а также созданию небольшого местного напора. На некоторых участках вследствие преобладания в разрезе толщи глинистых пород или размыва песчаных водоносный горизонт отсутствует.

Мощность водовмещающих песков изменяется в широких пределах от 4—10 до 20—50 *м*, увеличиваясь к югу. В этом же направлении в песках повышается содержание глинистых фракций, ближе к Аральскому морю среднеолигоценовые осадки зачастую становятся полностью глинистыми и подземные воды содержатся только в верхнем олигоцене.

Глубина залегания водоносного горизонта изменяется от нескольких метров в балках и озерных понижениях до 40—50 *м* на водоразделах, вблизи р Улькаяка и на Чаграйском плато, а в артезианских бассейнах — еще больше. На участках, перекрытых глинами миоцена, подземные воды приобретают напор от 10 до 40 *м*.

Движение подземного потока происходит в направлении с севера и северо-запада на юг и юго-восток. Абсолютные отметки поверхности подземных вод снижаются от 270 на севере до 115—85 *м* на юге. Воды движутся также в сторону долин и озерных понижений, где они разгружаются в виде родников.

Вследствие большой литологической изменчивости водовмещающих пород их водоотдача, а также минерализация заключенных в них вод характеризуются пестротой. Дебиты водопунктов изменяются от 0,1 до 4 *л/сек* при удельных дебитах 0,1—0,4 *л/сек*, в глинистых песках дебиты не превышают сотых долей литров в секунду. Следует отметить, что в юго-восточной части района, где водоносный горизонт имеет спорадическое распространение, водоносность пород к концу лета значительно снижается и родники часто пересыхают Коэффициент фильтрации водовмещающих пород варьирует преимущественно от 0,5 до 5 *м/сутки*, уменьшаясь в алевритовых разностях до 0,16 и увеличиваясь в отсортированных песках до 8,2 *м/сутки*.

В отложениях описываемого комплекса встречаются воды от пресных до соленых. Пресные воды развиты вдоль восточного склона Муголжар и в бассейне междуречья Иргиз — Улькаяк. В южной части Иргиз-Тургайского водораздела преимущественно развиты слабосолоноватые воды (1—3 *г/л*). Южнее минерализация вод становится менее стабильной и изменяется на небольших расстояниях. Пресные воды до 1 *г/л* развиты вблизи развеянных песков и в западной части Чаграйского плато, к центру района минерализация вод увеличивается до 3—5 *г/л*, а вблизи соровых котловин до 10 *г/л* и более.

Для пресных вод характерен гидрокарбонатный натриевый и кальциевый состав С увеличением минерализации они становятся сульфатными, а затем и хлоридными натриевыми. На Иргиз-Тургайском междуречье распространены воды гидрокарбонатного натриевого, реже кальциевого и смешанного состава. В Северном Приаралье преобладают сульфатные натриевые воды при подчиненном значении гидро-

карбонатных натриевых. В центральной части Чаграйского плато развиты хлоридные натриевые воды.

В Жамангултузской и Кошкаратинской мульдах и в Тюлькубайской синклинали (Северное Приаралье) отложения континентального олигоцена перекрыты водоупорными породами неогена, вследствие чего здесь образуются небольшие артезианские бассейны с напорными водами. Водоносные горизонты в этих бассейнах с незначительными уклонами погружаются к центру прогиба. Глубина залегания подземных вод в Жамангултузской мульде не превышает 20 *м*, в Тюлькубайской — 75 *м*, а в Кошкаратинской достигает 100—200 *м* Величина напора этих вод соответственно изменяется от нескольких десятков до 90—185 *м*, достигая наибольших значений в Кошкаратинской мульде. В самых пониженных местах рельефа в скважинах местами наблюдается самоизлив воды. Мощность водовмещающих песков изменяется от 10—15 *м* в Тюлькубайском и Жамангультузском бассейнах до 25—50 *м* в Кошкаратинском, уменьшаясь к центру бассейнов. Коэффициенты фильтрации песков не превышают 0,8—3 *м/сутки*. Дебиты водопунктов изменяются от 0,1 до 4 *л/сек* при понижениях на 5—40 *м*.

В описываемых артезианских бассейнах развиты солоноватые и соленые воды. В краевой части бассейнов минерализация вод не превышает 3 *г/л*, увеличиваясь к центру до 14 *г/л* (Кошкаратинская мульда). Слабосолоноватые воды имеют сульфатный натриевый состав, а соленые — хлоридный натриевый.

Водоносный комплекс эоценовых отложений. Морские отложения эоцена (саксаульская и тасаранская свиты) в Арало-Тургайской системе артезианских бассейнов пользуются широким распространением. В толще этих отложений водоносные горизонты приурочены к средне- и мелкозернистым пескам с редкими включениями песчаников и трещиноватых опок, суммарной мощностью от 5 до 160 *м*.

Уменьшение мощности водосодержащих пород прослеживается в южном и восточном направлениях вследствие замещения песчаных отложений глинистыми. Наименьшая мощность водоносных отложений отмечается на Иргиз-Тургайском междуречье (3—15 *м*).

В бассейне среднего и отчасти верхнего течения р Иргиза морские отложения палеогена близко подходят к дневной поверхности, в связи с чем заключенные в них подземные воды здесь залегают на глубинах 2—25 *м* и носят грунтовый характер. Дебиты водопунктов не превышают 0,3—1,1 *л/сек*. Минерализация этих вод изменяется от 0,3 до 1,5 *г/л* при гидрокарбонатном или хлоридном натриевом и кальциевом составе.

В направлении к югу и востоку, по мере погружения эоценовых осадков под чеганские глины, глубина залегания подземных вод увеличивается до 100—200 *м*, и они приобретают значительный напор. Пьезометрические уровни здесь устанавливаются на глубине 4—12 *м* ниже поверхности земли и иногда более. В долинах рек и в глубоких понижениях рельефа единичные скважины дают самоизлив. Падение пьезометрической поверхности происходит в юго-восточном направлении. В связи с увеличением глинистости эоценовых песков дебиты водопунктов не превышают 0,3—0,5 *л/сек*.

Минерализация подземных вод весьма изменчива (от 3—10 до 40—57 *г/л*) и увеличивается с запада на восток. По химическому составу преобладают хлоридные натриевые воды

$$M_{3,5-5,7}\ \frac{Cl\ 65—84\ SO_4\ 12—28\ HCO_3\ 1—11}{Na\ 43—86\ Mg\ 7—26\ Ca\ 6—31}.$$

Основные области питания подземных вод эоценового комплекса в Иргиз-Тургайском междуречье располагаются на площади выхода песков на дневную поверхность вдоль Мугоджар на участках антиклинальных структур, где наблюдается просачивание некоторой части зимне-весенних атмосферных осадков.

В Челкарском артезианском бассейне верхнеэоценовые отложения распространены повсеместно. По условиям формирования подземных вод в нем выделяются две части: северная, соответствующая Улпанской синклинали, и южная, включающая Коргантузскую, Жамангултузскую, Восточно-Арадонтаускую и Кошкаратинскую мульды (рис. 41). Северо-восточная граница бассейна совпадает с ориентированными в том же направлении разломами, а юго-западная с флексуровидным пережимом, которые и определяют линию раздела выделенных двух частей бассейна. На севере граница бассейна проходит по долине р. Шетиргиз.

На западном и восточном крыльях в Улпанской синклинали, в разрезе верхнего эоцена, преобладают песчаные фации, но к осевой ее части мощность и количество глинистых прослоев возрастает. На Каульджурской и Карачулакской брахиантиклиналях суммарная мощность верхнеэоценовых отложений составляет 50—120 *м*, а в осевой части Улпанской синклинали — 250 *м*.

В Улпанской синклинали в разрезе верхнего эоцена повсеместно прослеживается пять песчаных прослоев мощностью от 5 до 20 *м*, а на северной периклинали и на ее восточном крыле встречено только четыре прослоя. Все эти прослои литологически представлены мелко- и среднезернистыми кварцевыми песками с примесью глауконитовых зерен и содержат напорные воды. Нижние слои отличаются лучшей сортировкой и меньшей примесью глинистых частиц. Коэффициенты фильтрации песков варьируют от десятых долей до 10 *м/сутки*.

Глубина залегания верхнего песчаного слоя с напорными подземными водами в наиболее прогнутой части Улпанской синклинали достигает 130 *м*, а нижнего — 250 *м*. Абсолютные отметки пьезометров вод изменяются от 220 *м* на крыльях синклинали до 160 *м* в южной части ее осевой зоны. На узкой полосе, вдоль долины р. Шетиргиза, отмечается падение пьезометров в северном направлении, что вызвано дренированием подземных вод долиной. Максимальные отметки пьезометрических уровней характерны для нижнего горизонта (рис. 42).

В табл. 16 прослеживается характер изменения минерализации подземных вод верхнеэоценовых отложений в зависимости от глубины.

Таблица 16

Изменение минерализации подземных вод с глубиной

Верхнеэоценовые водоносные горизонты	Глубина залегания, *м*	Минерализация воды, *г/л*
I	40—50	4,5
II	88—125	2,5—4,9
III	150—175	2,1—2,8
IV	120—200	2
V	185—213	0,4—1,3

Как видно из таблицы, в Улпанской синклинали по мере нарастания глубины залегания водоносного комплекса наблюдается уменьше-

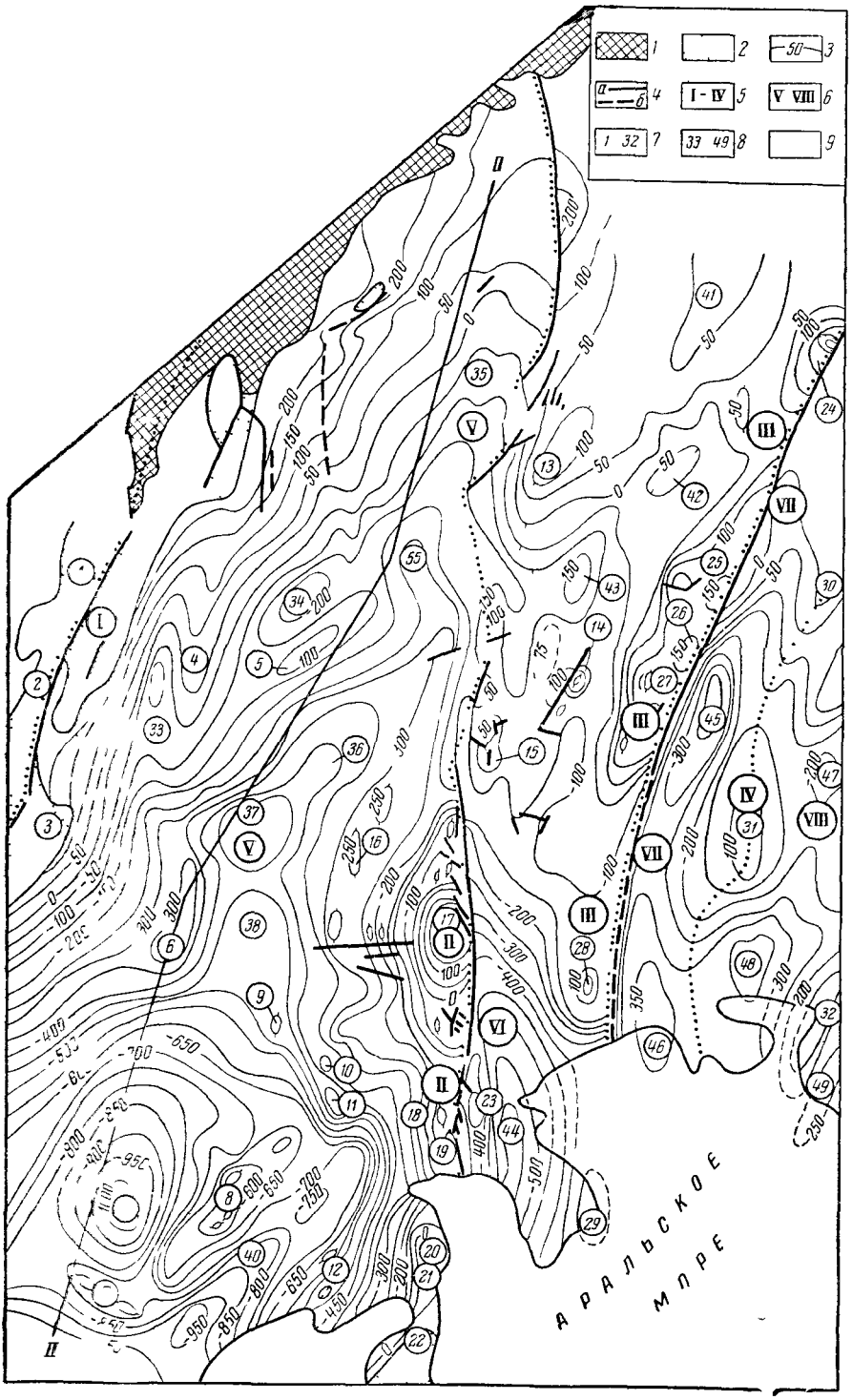


Рис. 41 Схематическая геолого-структурная карта артезианских бассейнов Северного Приаралья. (Составили Г Т. Давидович, Л. М Онищенко)

1 — выходы на поверхность палеозойских пород, *2* — выходы на поверхность меловых отложений; *3* — стратоизогипсы подошвы палеогена; *4* — дизъюнктивные дислокации (*а* — установленные, *б* — предполагаемые), *5* — мегантиклинали (цифры на карте в кружках I — Чушкакульская, II — Куландинская, III — Тасаранская, IV — Малых Барсуков) *6* — мегасинклинали (V — Челкарский прогиб, VI — Жиланская, VII — Тугузская, VIII —

ние минерализации подземных вод, т. е. устанавливается типичная обращенная гидрохимическая зональность.

Наличие обращенной зональности объясняется, очевидно, тем, что самый нижний (V) песчаный горизонт, содержащий пресные воды, выходит на поверхность в западной части на восточном склоне Мугоджар. Отсюда он получает питание за счет атмосферных и поверхностных вод. Верхние же водоносные горизонты не выходят на поверхность и всюду перекрыты глинистыми и суглинистыми породами, что затрудняет их питание и способствует формированию в них более минерализованных вод.

На восточном крыле Улпанской синклинали, в районе пос. Талдыкум, вблизи плоскости тектонического разлома в эоценовых отложениях вскрыты воды с минерализацией 8,9 *г/л*. Это, вероятно, связано с подтоком минерализованных вод из нижележащих отложений.

Подземный сток верхнеэоценового водоносного комплекса в Улпанской синклинали направлен с севера на юг в сторону центральной части Челкарского прогиба. Кроме того, частично воды этого комплекса разгружаются в соленые озера и солончаки, расположенные в пределах зон самоизлива. В южной части Челкарского артезианского бассейна минерализация воды с глубиной растет.

На формирование химического состава подземных вод значительное влияние оказывают условия залегания водовмещающих пород. На участках выхода песчаных отложений верхнего эоцена на дневную поверхность происходит интенсивное питание подземных вод атмосферными осадками, тем более что здесь устанавливается и максимальная мощность песчаной фации верхнеэоценовых отложений (150 *м*). При погружении этих отложений в синклинальные зоны пески постепенно замещаются глинами. Нулевая изопахита песчаной фации пересекает Кошкаратинскую мульду в северо-западной части одноименного озера и далее проходит через северное крыло Базайской антиклинали, северную и восточную периклинали Тюлькубайской синклинали. Изогипсы кровли песчаной фации показаны на рис. 43.

В приантиклинальных зонах верхнеэоценовый горизонт представлен мелко- и среднезернистыми хорошо отсортированными песками, а в наиболее опущенной части прогиба — Кошкаратинской мульде пески замещаются тонкопесчаными алевритами. Соответственно этому коэффициенты фильтрации варьируют от 1 до 7 *м/сутки* при изменении водоотдачи песков от 0,06 до 0,22. Почти везде, за исключением западного борта Челкарского прогиба и центральной части Кошкаратинской мульды, при опробовании скважин получены дебиты от 1 до 10 *л/сек*, а удельные дебиты обычно составляют 0,02—0,5 *л/сек*.

В южной части бассейна в отличие от северной наблюдается прямая вертикальная гидрохимическая зональность минерализации и химического состава подземных вод. Так, в южной части Челкарской синклинали, у пос. Жанаканыс, в скв. 6, вскрывшей верхнюю часть водоносной толщи (интервалы 59—92 *м*), минерализация подземных вод

Чокусинская); 7 — антиклинали и брахиантиклинали (цифры на карте в кружках) (1 — Даульская, 2 — Музбельская, 3 — Южно-Чушкакульская, 4 — Каульджурская, 5 — Котасорская, 6 — Западно Арадонтауская, 7 — Аккулковская, 8 — Базайская, 9 — Аяккумская, 10 — Кузкудукская, 11 — Актакырская, 12 — Саройская, 13 — Карачулакская, 14 — Кособинская, 15 — Кабыргинская, 16 — Сарбулакская, 17 — Алагузская, 18 — Тунгурюская, 19 — Ушокинская, 20 — Баядыльская, 21 — Тубекулакская, 22 — Куландинская, 23 — Костакырская, 24 — Жаманшинская, 25 — Акконырданская, 26 — Тусплокская, 27 — Тасаранская, 28 — Тугузкенская, 29 — Каратюпская, 30 — Шубартобинская, 31 — Тулогайская, 32 — Тастобекская), 8 — синклинали, брахиантиклинали, мульды (33 — Берчогурская, 34 — Тюгеньсайская, 35 — Улпанская, 36 — Коргантузская, 37 — Жамангултузская, 38 — Восточно Арадонтауская, 39 — Кошкаратинская, 40 — Тюлькубайская, 41 — Текелинская, 42 — Юбилейная, 43 — Маякумская, 44 — Сабыржилгинская, 45 — Барчанская, 46 — Жиделисайская, 47 — Актауская, 48 — Бирдыкольская, 49 — Кызылкольская), 9 — оси мегантиклиналей (границы бассейнов)

составляет 0,92 *г/л* при хлоридно-гидрокарбонатном натриевом составе. Ниже, в интервале глубин 120—130 *м*, наблюдается рост минерализации до 1,6 *г/л*, а еще ниже, на глубине 160 *м* — до 3,2 *г/л*.

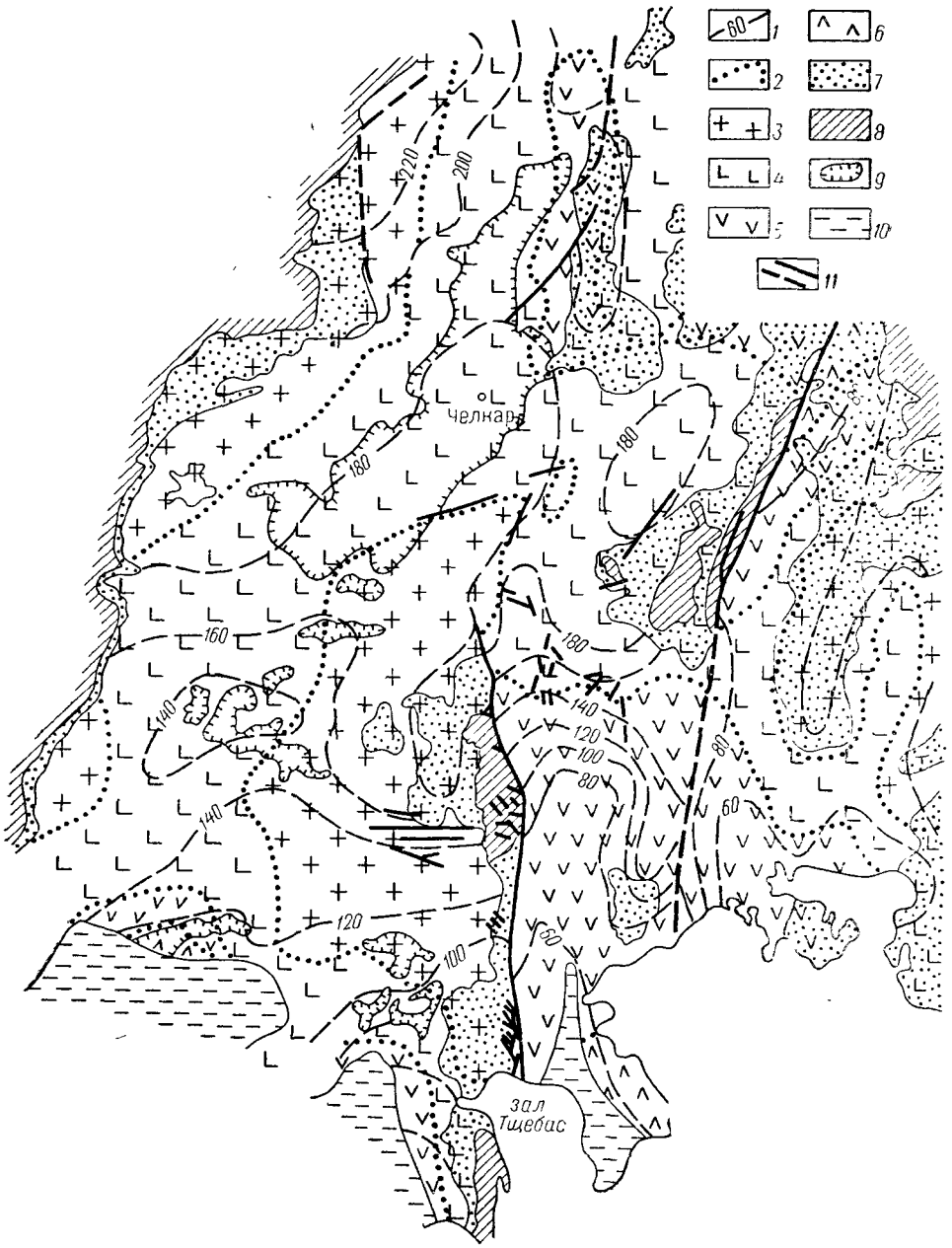


Рис. 42. Схематическая карта гидроизопьез и химического состава подземных вод верхнеэоценовых отложений Северного Приаралья. (Составили Г. Т. Давидович и Л. М. Онищенко)

1 — изопьезы, через 20 *м*; *2* — границы зон с разной минерализацией *Минерализация подземных вод* (*г/л*): *3* — до 1; *4* — от 1 до 5; *5* — от 5 до 10; *6* — более 10, *7* — участки распространения на дневной поверхности песчаных отложений верхнего эоцена; *8* — участки, на которых отсутствуют отложения верхнего эоцена; *9* — зоны распространения самоизливающихся вод верхнеэоценовых отложений; *10* — участки, на которых отсутствуют песчаные отложения верхнего эоцена; *11* — линии тектонических нарушений (установленные и предполагаемые)

Прямая гидрохимическая зональность обусловлена тем, что верхняя часть песчаной толщи верхнего эоцена питается атмосферными осадками на более обширной площади, чем нижняя. Последняя выходит на поверхность лишь узкой полосой вдоль западного борта Жаксы-

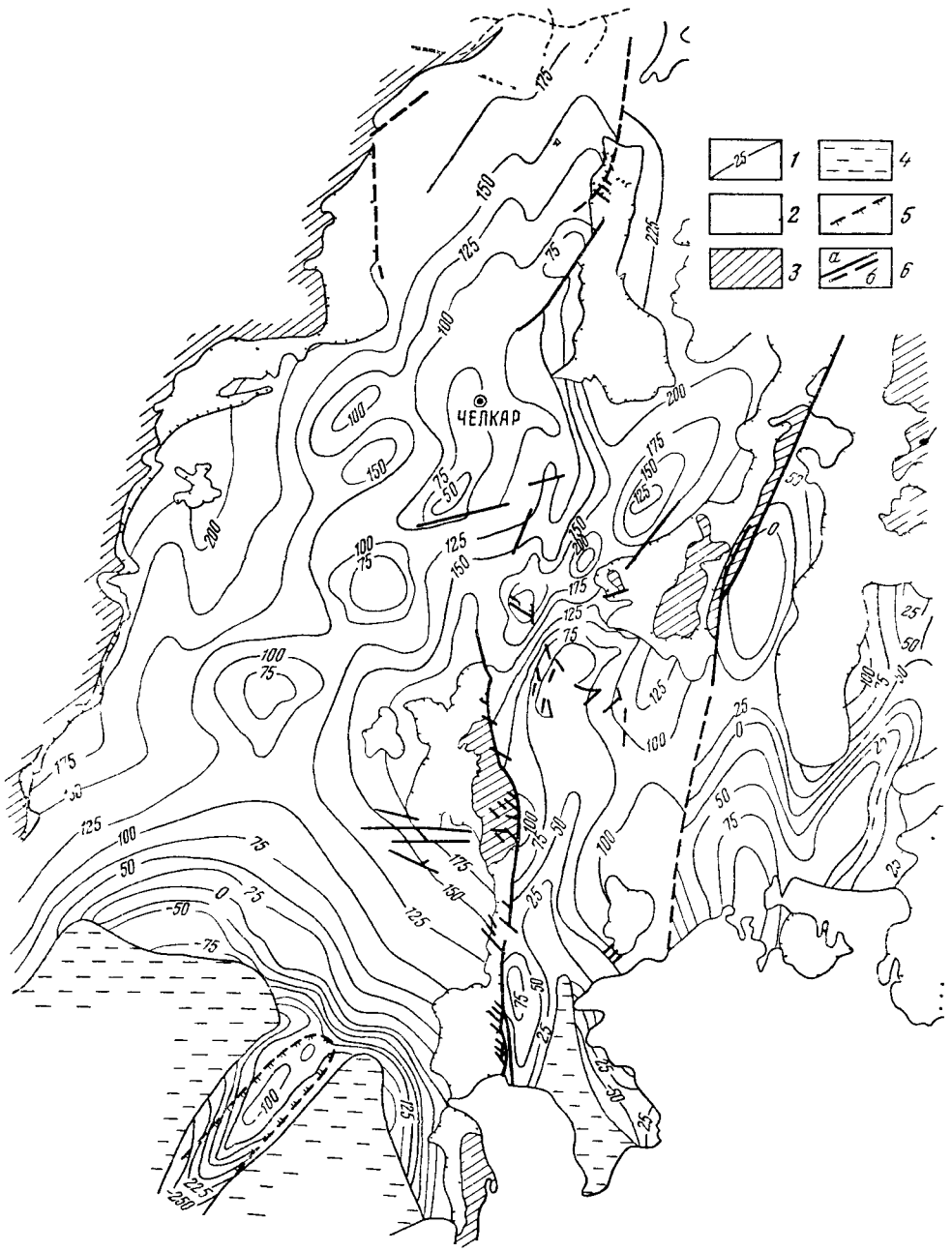


Рис 43 Схематическая карта глубин залегания кровли песчаной фации верхнеэоценовых отложений Северного Приаралья (Составили Г Т Давидович и Л М Онищенко)

1 — изогипсы кровли песчаной фации отложений, через 25 *м*, *2* — участки выхода песчаных отложений на дневную поверхность *3* — участки, на которых отсутствуют песчаные фации *4* — участки на которых наблюдаются песчаные фации *5* — участок на котором отсутствуют подземные воды в верхнеэоценовых отложениях, *6* — линии тектонических нарушений (*а* — установленные и *б* — предполагаемые)

буташской антиклинали, а на остальной площади перекрыта водонепроницаемым делювиальным супесчано-суглинистым чехлом. На химический состав и минерализацию подземных вод данного комплекса оказывает влияние приток вод повышенной минерализации из северной и северо-западной части бассейна. В некоторых случаях наблюдается отклонение от указанной выше зональности, вызванное наличием местных зон питания. Такие случаи наблюдаются в центральной и западной частях Жумагульской седловины, где вследствие размыва нижнеолигоценового водоупора происходит перетекание в верхнеэоценовый горизонт пресных вод из верхне-среднеолигоценовых отложений.

На отдельных участках с неглубоким залеганием водоносного комплекса верхнего эоцена, где развиты соры и солончаки, наблюдается локальное засолонение подземных вод, причем линзы соленых вод вытянуты в направлении движения подземного потока. Наиболее характерным примером является сор Талдыэспе и прилегающие к нему участки с минерализацией вод до 110 *г/л* при общем фоне 1—4 *г/л*.

На юге описываемого бассейна в сводовых частях положительных структур подземные воды сильно насыщены газом, в основном метаном. На Базайской структуре газ полностью вытесняет воду из пород и образует газовую залежь, в контакте с которой минерализация подземных вод достигает 60 *г/л*.

Водоносный комплекс верхнеэоценовых отложений повсеместно развит также и в пределах Жиланского, Тугузского и Чокусинского артезианских бассейнов, где условия питания и формирования подземных вод менее благоприятны, чем в Челкарском. Здесь литолого-фациальный состав водовмещающих пород не выдержан, на поднятиях преобладают средне- и мелкозернистые разности песков, в прогибах — алевролитовые. Мощность водовмещающих песков в Жиланской и Тугузской синклиналях изменяется от 74—95 (Карачулакская и Кабыргинская брахиантиклинали) до 126 *м* (Костакырское поднятие) и значительно сокращается в мульдах (в Жиделесайской мульде до 5—10 *м*); к югу пески почти полностью замещаются глинами. Глубина залегания верхнеэоценовых пород изменяется от 20—170 *м* в Жиланском бассейне до 50—280 *м* в Тугузском.

Водоносность рассматриваемого комплекса резко изменяется по площади. В частности, на восточном крыле Барчанской мульды (Тугузский бассейн) дебиты скважин составляют 4,5—5 *л/сек* при понижении уровня на 8,6—22 *м*, а в центральной ее части они уменьшаются до 2—3 *л/сек* при понижении на 15 *м*. В южном направлении водообильность пород снижается и они становятся практически безводными.

Минерализация подземных вод возрастает от бортов к центру артезианских бассейнов и с севера на юг по мере удаления от областей питания. В Жиланском артезианском бассейне площади выходов эоценовых песков на дневную поверхность незначительны и перекрыты водоупорным делювиально-элювиальным чехлом. В северной части этого бассейна (Карачулакская, Кособинская и Кабыргинская брахиантиклинали) минерализация подземных вод сравнительно невысокая (2,9—4 *г/л*), а в южной — в пределах Сабыржилгинской синклинали — она возрастает до 5,9—27,7 *г/л*, причем рост минерализации происходит в направлении с запада (со стороны Жаксыбуташской антиклинали) на восток.

В Тугузском бассейне наиболее благоприятные условия питания водоносного горизонта отмечаются в районе массива Малые Барсуки (северо-восточное крыло Барчанской мульды). В центральной части массива нижний песчаный слой выходит на дневную поверхность и получает инфильтрационное питание. Вследствие этого здесь формиру-

ются пресные воды с минерализацией 0,6 *г/л* (скв. 5—7, интервал 7,5—22 *м*). Даже в некотором удалении от области питания (центральная усадьба Тугузского совхоза) в нижнем водоносном горизонте верхнеэоценового комплекса вскрыты воды с минерализацией 2,7 *г/л*, в то время как здесь же из среднего водоносного горизонта получена вода с минерализацией 3,5 *г/л*. Однако в центральной части мульды минерализация воды возрастает до 8 *г/л* в верхнем горизонте, до 14,4 *г/л* — в нижнем.

Всюду пресные воды имеют гидрокарбонатно-хлоридный натриевый состав, а солоноватые — сульфатно-хлоридный натриевый, соленые — хлоридный натриевый состав.



Рис. 44. Участок разгрузки подземных вод. Бугор образуется над восходящим родником («мий»). Представляет трясину. Здесь обильно растет чий.
(Фото Р. А. Сегедина)

Гидрогеологические условия Чокусинского артезианского бассейна более благоприятны. Здесь, несмотря на значительную фациальную изменчивость верхнеэоценовых отложений, в них прослеживаются три выдержанных водоносных песчаных слоя, разделенных между собой глинами. Суммарная мощность песчаных прослоев в Актауской мульде (ст. Чокус) составляет 70—85 *м*, а в Бирдыкольской — 30—45 *м*.

В краевых зонах бассейна водовмещающие породы выходят на поверхность, а в приосевой части Бирдыкольской мульды глубина погружения кровли водоносного комплекса достигает 200 *м*. Максимальный дебит скважины отмечен на юго-восточном крыле Актауской мульды (ст. Чокус), где он составляет для нижнего горизонта 1,97 *л/сек* при понижении уровня на 9,2 *м*.

Нижний горизонт получает атмосферное питание в наиболее поднятых частях бассейна — в приосевых зонах мегантиклиналей Малых Барсуков и Курлукской, где водовмещающие пески переработаны эоловыми процессами. Средний и верхний водоносные горизонты выходят на поверхность ближе к центру прогибов. На площадях выхода на поверхность верхнего водоносного горизонта часто развиты соры и солончаки, дренирующие грунтовые воды песчаного массива. Разгрузка подземных вод водоносных горизонтов верхнего эоцена частично происходит в соленые озера, расположенные в пределах бассейна, а также в Аральское море. Напорные воды разгружаются также за счет восходящих родников «миев» (рис. 44).

На территории Каульджурской и Карашолакской антиклиналей на северном окончании Улпанской и Берчогурской синклиналей под глинами тасаранской свиты залегают кварц-глауконитовые мелкозернистые пески нижнеэоцен-палеоценового водоносного горизонта. Максимальная их мощность на Каульджурской антиклинали на контакте с породами палеозоя достигает 24—27 *м*. В приосевых зонах синклиналей пески замещаются глинами.

Подземные воды описываемого горизонта дренируются на Акконырданском поднятии и на севере Улпанской синклинали. В центральной части последней они залегают на глубине 73—170 *м*, а на западном крыле Берчогурской синклинали — на 126 *м*. Дебиты водопунктов здесь составляют 2,9 *л/сек*.

В местах разгрузки подземные воды по составу гидрокарбонатные натриевые I типа с минерализацией 0,44 *г/л*. В Улпанской синклинали на глубине 73 *м* вскрыты слабосолоноватые хлоридные натриевые воды II типа с сухим остатком 1,7 *г/л*. С погружением водоносного горизонта на запад и юго-запад минерализация воды возрастает до 5,2 *г/л*.

Водоносные комплексы меловых отложений. В центральной части района подземные воды вскрыты скважинами в сантон-туронских, сеноман-альбских и неокомских отложениях.

Водоносный комплекс сантон-туронских отложений распространен в центральной части Иргиз-Тургайского междуречья и в артезианских бассейнах Северного Приаралья. Водовмещающие породы здесь представлены мелко- и среднезернистыми песками, выдержанными по площади.

На Иргиз-Тургайском междуречье сантон-туронские отложения вскрыты буровыми скважинами в нижней части бассейна рек Улькаяка и Тургая на глубинах 100—300 *м*, причем глубина залегания этих отложений увеличивается с севера на юг и с запада на восток, а также от сводовых частей антиклиналей к центру синклиналей.

Повсеместно рассматриваемый водоносный комплекс перекрыт глинистыми отложениями, что способствует образованию в нем напорных вод; величина напора возрастает в юго-восточном и южном направлениях. В том же направлении понижается пьезометрическая поверхность подземных вод, что свидетельствует об их разгрузке по пути транзита. В большинстве скважин, вскрывших водоносный комплекс, получен самоизлив с дебитом до 8—28 *л/сек* при удельных дебитах 0,1—1,3 *л/сек*. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород изменяются от 1,3 до 8,3 *м/сутки*.

На большей части площади распространения сантон-туронского комплекса развиты соленые воды с сухим остатком до 44 *г/л*. Солоноватые воды встречаются на ограниченных площадях вблизи областей питания. По мере погружения водоносного горизонта минерализация вод увеличивается. Наиболее минерализованная вода (44,8 *г/л*) вскрыта скв. 123 в интервале глубин 295—322 *м* в центральной части Тургайского бассейна, на левобережье р. Тургая. Здесь же на меньшей глубине (интервал 225—237 *м*) получена вода с сухим остатком 20,6 *г/л*. Пьезометрический уровень на 7 *м* выше устья скважины, в то время как в первой скважине он равнялся 2,3 *м*. В южном направлении в обоих горизонтах наблюдается уменьшение минерализации подземных вод, в частности в нижнем от 44,8 до 10 *г/л*. Это, очевидно, связано с более интенсивным движением подземных вод в сторону Аральского моря и с их поступлением сюда из районов Казахского мелкосопочника.

Химический состав сантон-туронского комплекса Иргиз-Тургайского междуречья может быть охарактеризован следующей формулой:

$$M_{10-4}, \frac{Cl\,75-93\ SO_4\,7-21\ HCO_3\,0-4}{Na\,76-93\ Ca\,3-13\ Mg\,3-11}.$$

В Челкарском артезианском бассейне описываемый водоносный комплекс распространен повсеместно. Он выходит на поверхность на Акконырданском поднятии, на Чушкакульской мегантиклинали и прослеживается вдоль свода Алагузского и Куландинского брахиантиклинальных поднятий Куландинской мегантиклинали. Здесь расположены области питания сантон-туронского водоносного комплекса.

В северной части Челкарского бассейна и на западном крыле Куландинской мегантиклинали подземные воды вскрыты отдельными скважинами в мелко-, среднезернистых песках с прослоями глин и алевритов общей мощностью от 14 до 75—100 *м*. Глубина залегания подземных вод в изученной части бассейна варьирует от 50 (северное крыло Куландинского поднятия) до 550 *м* (г. Челкар и западное крыло Алагузского поднятия).

Эти воды повсеместно обладают напором высотой от нескольких до 480 *м* и более. В южном направлении напор увеличивается, а пьезометрические уровни снижаются.

Дебиты скважин изменяются от 0,8 до 2,5 *л/сек* при понижении уровня на 7—12 *м*. Максимальный дебит в 20 *л/сек* при понижениях на 11,4—14,4 *м* был получен в южной части бассейна. Коэффициенты фильтрации водовмещающих пород составляют 3,38—12,88 *м/сутки*.

Вблизи области питания на Акконырданском поднятии воды пресные (0,7—1,2 *г/л*). С погружением слоев уже в Улпанской синклинали минерализация их возрастает до 1,9 *г/л*, и они становятся хлоридными натриевыми. На западном крыле Алагузского поднятия, в зоне Сарбулакской группы брахиантиклинальных складок, минерализация вод составляет 1,53 *г/л* при том же химическом составе.

В южной части Жаксыбуташской и на Куландинской антиклиналях содержание сухого остатка в воде возрастает в пределах 2,8—3,3 *г/л*. Химический состав ее повсеместно хлоридный натриевый с повышенным содержанием сульфатов, что видно, из следующей формулы:

$$M_{2,8-3,3}\frac{Cl\,60-65\ SO_4\,16-20\ HSO_3\,19-21}{Na\,96-98\ Ca\,1-3}.$$

Основное питание подземные воды сантон-турона получают на восточном крыле Чушкакульской мегантиклинали и Алагузского поднятия путем перетекания воды из верхнеальбского комплекса и инфильтрации атмосферных осадков на площади выхода на поверхности сантон-туронских песчаных отложений.

На территории Жиланского и Тугузского артезианских бассейнов водоносный комплекс сантон-туронских отложений повсеместно вскрывается единичными скважинами, а на поверхность выходит в сводовой части Тасаранской горст-брахиантиклинали.

Суммарная мощность водовмещающих пород, представленных мелко- и среднезернистыми песками с прослоями глин, колеблется от 30 до 50 *м*, глубина залегания их кровли на Тасаранской антиклинали варьирует от 0 до 400 *м*, на западе — на Кабыргинской брахиантиклинали от 200 до 400 *м*, к югу в Сабыржилгинской синклинали составляет 600 *м*, а в Тугузском бассейне 200 *м*. Абсолютные отметки кровли варьируют от 160 *м* (Тасаранская брахиантиклиналь) до 500 *м* (Сабыржилгинская синклиналь).

Дебиты скважин изменяются от десятых долей до 3,8 *л/сек* при понижениях уровня до 11 *м*. Водообильность пород в целом уменьшается по мере погружения пород к центру прогибов и с удалением от зон питания.

Минерализация воды на Тасаранской брахиантиклинали составляет 4—6 *г/л*, а в пределах Жиланского и Тугузского бассейнов 4,2—11,3 *г/л*. По составу воды хлоридные или хлоридно-сульфатные натриевые.

Питание вод данного водоносного комплекса осуществляется на северных периклиналях Жиланского и Тугузского бассейнов. Не исключена возможность перетекания по тектоническим нарушениям подземных вод из нижележащего альбского комплекса. Подземный сток направлен к Аральскому морю.

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений. Водоносные отложения сеномана и верхнего — среднего альба вскрыты единичными скважинами в бассейне нижнего течения р. Иргиза; подземные воды залегают в кварцевых мелко- и крупнозернистых песках на глубине от 30 (юго-восточное обрамление Мугоджар) до 130—160 *м* — в низовьях рек Иргиза и Тургая. Воды здесь всюду напорные, при вскрытии скважинами дают самоизлив с напором до 7 *м* выше поверхности земли и с дебитами 1,1—15 *л/сек*; последние увеличиваются от центра к окраине бассейна.

Минерализация воды сеноман-альба вблизи Мугоджар (область питания) низкая, химический состав характеризуется формулой

$$M_{0,7}\,\frac{Cl\,42\ SO_4\,29\ HCO_3\,29}{Na\,69\ Ca\,16\ Mg\,15}.$$

При погружении водоносного комплекса и удалении от области питания к низовьям рек Иргиза и Тургая условия водообмена в нем ухудшаются и минерализация вод возрастает до 34—58 *г/л*. Формула химического состава следующая:

$$M_{11-52}\,\frac{Cl\,77—89\ SO_4\,10—22\ HCO_3\,1—6}{Na\,82—90\ Mg\,3—10\ Ca\,5—8}.$$

В Челкарском артезианском бассейне описываемый водоносный комплекс представлен слоями, которые всюду залегают под более молодыми образованиями на севере Улпанской синклинали на глубинах от единиц до 65—106 *м*, на Каульджурской структуре от 193 до 390 *м* и на Кабантауской до 470 *м*. Наибольшая глубина залегания водоносного комплекса (600 *м*) зафиксирована в средней части Улпанской синклинали (г. Челкар).

Отложения альба на севере Улпанской синклинали представлены разнозернистыми песками с линзами грубых железистых песчаников и с остатками обуглившихся растений. На Акконырданском поднятии в верхней части разреза песков залегают линзы галечника и гравия, внизу — глинистые мелкозернистые пески с прослоями песчанистых глин и кварцевых песчаников. Аналогичный разрез прослеживается и на Каульджурской антиклинали. На восточном борту Чушкакульской мегантиклинали и на севере Берчогурской синклинали в верхней части разреза залегают мелкозернистые пески с прослоями и линзами железистых песчаников, галечников и песчаных глин. Средняя и нижняя часть разреза сложена песчанистыми глинами с тонкими прослоями песков. Мощность отложений верхнего альба колеблется от 19 до 80 *м*, а среднего и нижнего на юге достигает 168,5 *м*.

Песчаные отложения альба содержат подземные воды. Мощность водоносного горизонта на севере Берчогурской синклинали 216 *м*, на

Каульджурской антиклинали — 136 *м*, а на северном окончании Куландинской мегантиклинали не превышает 10—20 *м*. На бортах и в прибортовых зонах Челкарского прогиба мощность составляет 70—110 *м*, а в центре прогиба достигает 300—500 *м*.

На площади выхода альбских песков на поверхность в них распространены грунтовые воды, а в синклиналях — напорные. Высота напора на юге достигает 600 *м* и более. На севере Улпанской синклинали (в долине Шетиргиза) эти воды самоизливают, напоры над устьем скважин составляют 20 *м*.

Абсолютные отметки пьезометров вод альбских отложений снижаются от 250 *м* на северо-западе до 175 *м* в Улпанской и Берчогурской синклиналях. На Каульджурской антиклинали изопьезы отклоняются к югу (уровни несколько повышаются). Более высокое стояние пьезометров по сравнению с центральной частью Улпанской синклинали отмечается на Куландинской мегантиклинали (абс. отм. 174—175 *м*). Поток вод направлен от Мугоджар на юго-восток к центральной части Челкарского прогиба и вдоль него на юг к Аральскому морю и Устюрту.

Водообильность верхнеальбских отложений весьма разнообразна. Дебиты скважин варьируют в больших пределах (от 0,5 до 20 *л/сек* при понижениях уровня на 10—20 *м*).

Минерализация и химический состав вод сеноман-альбского комплекса определяются расстоянием от основных областей питания, расположенных в районе Мугоджар и Чушкакульской мегантиклинали, а также наличием дополнительных источников поступления пресных вод. В скв. 1002, заложенной вблизи зоны питания водоносного комплекса на Алагузском поднятии, вскрыты пресные воды с минерализацией 0,37 *г/л* по составу гидрокарбонатные натриевые. В разрезе Каульджурской антиклинали, в северной части Берчогурской синклинали и на восточном борту Чушкакульской мегантиклинали также развиты пресные гидрокарбонатные натриевые воды I типа с сухим остатком менее 0,5—0,6 *г/л* (Яншин, 1940). Южнее в Берчогурской синклинали залегают слабосолоноватые хлоридные натриевые и гидрокарбонатные натриевые воды разных типов с сухим остатком 1,3—2 *г/л* На Акконырданском поднятии распространены пресные гидрокарбонатные натриевые воды. С погружением водоносных слоев минерализация вод увеличивается: в Улпанской синклинали вскрыты воды хлоридные натриевые, преимущественно II типа, с минерализацией до 1,5 *г/л* (Дементьев, 1954), а в Куландинской мегантиклинали — слабосолоноватые хлоридные натриевые I и II типа с сухим остатком 1,9—4,2 *г/л*. Восточнее, в ядре Кособинской антиклинали, описываемый горизонт содержит хлоридные натриевые воды II типы с минерализацией 4,8 *г/л*. Химический состав подземных вод верхнеальбских отложений Улпанской синклинали выражается следующей формулой:

$$M_{0,9-1,5}\ \frac{Cl\ 50-56\ SO_4\ 27-30\ HCO_3\ 14-23}{Na\ 58-76\ Ca\ 9-28\ Mg\ 14-15}.$$

В Куландинской мегантиклинали формула химического состава этих вод имеет следующий вид:

$$M_{1,6-4,2}\ \frac{Cl\ 55-58\ SO_4\ 29-30\ HCO_3\ 13-15}{Na\ 59-97\ Mg\ 2-21\ Ca\ 1-20}.$$

Подземные воды описываемого комплекса разгружаются в сводовой части Куландинского поднятия, в сорах п-ова Куланды и на дне Аральского моря.

В Жиланском артезианском бассейне альбский водоносный комплекс выходит на поверхность в ядре Тасаранской горст-брахиантиклинали и вскрыт единичными скважинами в самом бассейне, но водовмещающие отложения на полную мощность нигде не пройдены. Максимальная вскрытая их мощность составляет 32 *м*. Литологически они представлены разнозернистыми, чаще крупнозернистыми песками с включениями гравия и гальки. В кровле песков прослеживается выдержанный слой гравелита мощностью 1—20 *м*.

В северной части бассейна и в пределах Тасаранской мегантиклинали минерализация подземных вод альбского комплекса 4—5 *г/л* при хлоридном натриевом составе.

Водоносный комплекс неокомских отложений вскрыт лишь в пределах Берчогурской синклинали и Каульджурской антиклинали. В Берчогурской синклинали отложения неокома представлены пестроцветными глинами с прослоями песков, гравелитов, известняков. Мощности водоносных песчаных слоев изменяются в пределах 2,5—12,5 *м*, известняков 2,1—22,1 *м*, конгломератов 4—4,8 *м*.

В песчаных и известняковых отложениях неокома залегают напорные воды, которые в некоторых местах долины дают самоизлив с дебитом 0,05—0,1 *л/сек*. Подземные воды вскрыты на глубинах от 0 до 130 *м*, а уровни их устанавливаются от 1 *м* и более выше устья скважин до 19 *м* ниже устья. Воды на изученной площади слабосолоноватые, по составу хлоридные натриевые II и III типа с сухим остатком 2,8 *г/л*.

Водоносный комплекс трещиноватых пород складчатого фундамента. Водоносность палеозойских пород фундамента изучена лишь в бассейне р. Иргиза, в западной части Тургайской впадины. Эти породы представлены эффузивами смешанного состава и их туфами, аргиллитами и реже известняками нижнего карбона, метаморфизованными песчаниками, различными сланцами, иногда известняками и кварцитами силура, а также гранитоидами и некоторыми типами основных пород среднего палеозоя. Трещиноватость в породах фундамента развита на глубине до 50—60 *м*, а в зонах разломов — до 100 *м* и более.

Несмотря на большое разнообразие петрографического состава палеозойских пород, все они составляют гидрогеологически единую обводненную зону, где подземные воды залегают на севере района вдоль Мугоджар на глубине 25—50 *м*, а на юге и юго-востоке — на глубине 250—300 *м* и более.

Почти повсеместно палеозойские породы перекрыты осадочным чехлом, вследствие чего приуроченные к ним подземные воды приобретают напор, который увеличивается в юго-восточном направлении от 13—20 до 190—200 *м* (низовья р. Иргиза). Пьезометрические уровни этих вод устанавливаются на глубине 2—37 *м* ниже поверхности земли, а на некоторых участках долины р. Иргиза в скважинах отмечен самоизлив. Наивысшие абсолютные отметки пьезометрических уровней наблюдаются вдоль Мугоджар (250 *м*) и затем уровни постепенно снижаются в юго-восточном направлении до абс. отм. 90 *м*. Таким образом, движение подземных вод направлено к центру Тургайского прогиба и далее к югу в сторону Аральского моря.

Водоносность палеозойского комплекса изменяется в зависимости от степени трещиноватости пород и состояния заполнения трещин, но в целом она невелика. Как правило, дебиты скважин не превышают 0,04—0,8 *л/сек* и только в зонах тектонического дробления увеличиваются до 2 *л/сек*.

Среди водовмещающих пород повышенной водообильностью отличаются песчаники, при вскрытии которых дебиты скважин составляют

0,5—1,5 *л/сек*, а иногда достигают 2,8 *л/сек*. Коэффициенты фильтрации песчаников изменяются от 0,1 до 4 *м/сутки*.

Трещинные воды палеозойских пород характеризуются повышенной минерализацией. Слабосолоноватые воды с сухим остатком до 3 *г/л* развиты на незначительных площадях вдоль Мугоджар, где породы палеозоя выходят на дневную поверхность или же перекрыты отложениями континентального олигоцена.

По мере погружения фундамента и удаления от области питания минерализация воды в палеозойских породах возрастает до 10—15 *г/л*, а в районе пос. Иргиз достигает 27 *г/л*. Для слабосолоноватых вод характерен гидрокарбонатный натриевый состав, с увеличением минерализации они становятся хлоридными натриевыми. На северо-западе бассейна р. Улькаяка встречен участок опресненных подземных вод с сухим остатком 2—3 *г/л*.

ГЛАВА VII

МАНГЫШЛАК-УСТЮРТСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЙОН

Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район I порядка, представляющий собой систему артезианских бассейнов, расположен на юге Западного Казахстана. В его пределах прослеживается ряд водоносных горизонтов и комплексов от современных до триас-пермских. Среди них выделяются четвертичные водоносные горизонты аллювиально-пролювиальных отложений долин саев, эоловых образований песчаных массивов, морских отложений Каспийских трансгрессий, водоносных горизонтов карбонатных пород неогена, песчаных отложений палеогена, песчаных комплексов мела и юры и трещиноватых пород триаса и перми.

Водоносный горизонт аллювиально-пролювиальных отложений. В Горном Мангышлаке и на его обрамлении гидрографическая сеть заложена перпендикулярно простиранию геологических комплексов. Здесь образовались консеквентные врезы саев, секущих породы Каратауского комплекса и более молодые отложения, моноклинально обрамляющие горные массивы. В местах пересечений саями моноклинально залегающих юрских, меловых и палеоген-неогеновых отложений образуются обрывистые ущелья «капы», через которые поверхностный сток устремляется в Прикаратауские «долины» и на поверхность плато Южного Мангышлака и п-ова Бузачи.

Временный ливневый сток, проходящий по многочисленным саям, относится к категории селевых потоков, перемещающих вдоль русел значительные объемы валунно-галечного и песчано-глинистого аллювиально-пролювиального материала.

Одним из типичных саев является Джангельды, расположенный в центральной части южного склона Западного Каратау (район пос. Куйбышево), характеристика которого позволяет понять гидрогеологические условия района.

Бассейн Джангельдысая общей площадью 73 *км*^{2} занимает наиболее высокие отметки Западного Каратау — от водораздела Западного Каратау до Уланакского кряжа. Этот сай прорезает шлейф и заканчивается в широтно вытянутой Прикаратауско-Орпинской «долине». На всем своем протяжении Джангельдысай принимает два крупных и 25 небольших притоков протяженностью до 6—10 *км*. Склоны долин притоков в верховьях бассейна хорошо задернованы. Отдельные участки поймы покрыты кустарниковой растительностью. В наиболее крупных долинах прослеживаются пойменная (высотой 0,8—1 *м*) и надпоймен-

ная (0,5—2 *м*) террасы. Наблюдаются частые изменения уклонов тальвега до значительных перепадов в местах пересечения саем более устойчивых пород.

Русловая часть долины сая заполнена крупнообломочными гравийно-галечными наносами мощностью от 1 до 3,5 *м*, местами более. Размер валунов и глыб в русловой части достигает 0,5—0,8 *м*; ниже по течению, в зоне развития нижнемеловых пород, гравий и галька аллювиально-пролювиальных образований отличается большой окатанностью и отсортированностью. В составе русловых накоплений наряду с гравием и галькой появляются песчаные и даже глинистые фракции.

Поскольку ущелья Джангельдысая и его притоков в верховьях глубоко врезаны в трещиноватые породы триаса и перми, они дренируют трещинные воды неглубокой циркуляции. На склонах ущелий наблюдаются многочисленные родники и мочажины.

В толще русловых аллювиально-пролювиальных накоплений образуется подрусловый поток грунтовых вод, движущийся вниз по уклону рельефа. В местах пересечения долинами саев устойчивых пород, где сильно сокращается мощность обломочного материала, грунтовый поток выходит на поверхность русел. Расход воды в русле одного из притоков Джангельдысая (Джанасай), в средней части ущелья, в засушливый период 1956 г. составил 17,5 *л/сек*. Здесь долина поросла сочным разнотравьем, тростником, кустарниками и древесной растительностью. На площади надпойменной террасы организованы участки правильного орошения. Расход воды в русле другого притока — Сауле, в среднем течении, достигает 22 *л/сек*. Вдоль сая здесь также наблюдается большое количество родников и заложено много колодцев.

Минерализация трещинных вод неглубокой циркуляции, питающих родники в верховьях Джанасая и Сауле, превышает 0,48 (Джанасай) и 0,6 *г/л* (Сауле). Для пресных подземных вод, развитых в верховьях саев, характерны гидрокарбонатно-сульфатный натриевый состав, а для вод более соленых — сульфатно-хлоридный натриевый. Воды аллювиально-пролювиальных отложений Джангельдысая после слияния всех его притоков имеют стабильную минерализацию 1,1—1,3 *г/л* и состав их характеризуется следующей формулой:

$$M_{1,1-1,3}\,\frac{SO_4\ 39—47\ Cl\ 29—36\ HCO_3\ 22—27}{Na\ 54—60\ Ca\ 28—35\ Mg\ 10—16}.$$

Другим характерным саем Горного Мангышлака является Тущибеч-Сулыкопы, в долине которого также развиты обломочные отложения мощностью до 20 *м* и более. Бассейн этого сая находится в восточной части южного склона Западного Каратау и занимает площадь около 80 *км*^{2}. Водораздел бассейна совпадает с водоразделом Западного Каратау, включая наивысшие точки г. Отпан (абс. отм. 533,1 *м*). С запада и востока водораздел проходит по границе с соседними бассейнами саев, пересекая предгорную сквозную долину. Здесь эта долина выработана в наиболее податливых к денудации породах мела и юры. Ниже по течению долина сокращается до минимальной и сечет вкрест простирания куэсту Каратуран, «бронированную» сарматскими отложениями.

В периоды снеготаяния и ливневых осадков весь поверхностный сток из верховьев бассейна поступает на участок ущелья Сулыкопы, обрывистые борта которого возвышаются над тальвегом до 90 *м*, а уклон тальвега составляет 0,0124. Ниже по течению долина сая расширяется до 50 *м*, а затем до 300 *м* и более. Через 8 *км* она сливается с обширной долиной — Джарыптускен, к бортам которой приурочен широкий пологонаклонный предгорный шлейф. В долине описываемого

сая выходит группа родников. В более обводненные периоды трещинные воды дают дебиты до 13—18 *л/сек.* В 1959 г. наблюдался более значительный расход воды, достигший 480 (март), 94 *л/сек* (апрель) Расход селевого потока в 1953 г. (конец июля) в ущелье Сулыкопы, разрушившего плотину у Сартагана и разгрузившегося в Джарыптускен, во много раз превосходил приведенные цифры. Однако поверхностные потоки от родников не достигают Сулыкопы, а теряются на фильтрацию в аллювиально-пролювиальных отложениях. Минерализация вод также различна, она закономерно увеличивается от верховьев к низовьям долин В верховьях бассейна, на участках родников Булебай и Амансу, минимальная минерализация пресных родниковых вод, питающихся трещинными водами, составляет 0,5—0,8 *г/л.* Ниже по течению, в Сулыкопы она достигает 1,1—1,5 *г/л*, в створе Сартагана увеличивается до 1,7 *г/л*, а в Джарыптускене (кол. Бараэспе) до 2 *г/л*

Бассейны многочисленных саев Южного Мангышлака и Тюбкараган по характеру разгрузки временного стока можно разделить на две группы: 1) саи в приморской зоне и 2) саи на северных окраинах бессточных впадин Южного Мангышлака Одним из типичных саев первой группы является Кетык (возле г. Форт-Шевченко), временный сток которого разгружается на береговые морские террасы. Эрозионный врез сая выработан в толще известняков-ракушечников сармата. Потенциальным базисом карстообразования и эрозионного вреза сая являются водоупорные глины нижней части среднего сармата. Бассейн этого сая приурочен к западной оконечности плато Тюбкараган, ограниченной обрывами — чинками, относительная высота которых над уровнем моря достигает 200 *м.* Длина сая достигает 12 *км* при ширине до 8 *км.* Его водосборная площадь составляет 350 *км*^{2}. Эрозионно-суффозионный врез долины вырабатывался путем интенсивного поступления подземных вод в правом ее борту и многочисленных притоков, а также активным стоком ливневых и снеготалых вод.

Наиболее активные карстовые процессы в известняках сармата отмечаются в зоне от Кетыкской синклинали к северу до Аташской антиклинали Здесь повсеместно наблюдаются мощные накопления оползневых, делювиальных и пролювиальных образований вдоль крутых склонов балок и саев. Последовательное разрушение и снос этого материала временным стоком в пределы долины приводит к формированию в его русловой части мощных аллювиально-пролювиальных накоплений. Процесс разрушения и сноса временным стоком охватывает также и осадочные накопления четвертичного* времени, в том числе и осадки периодических морских трансгрессий Каспийского моря. Общая мощность грубообломочного, преимущественно гравийно-галечного и песчаного, материала (рис. 45), по данным геофизических и горных работ, достигает 38 *м.*

Мощность обводненной зоны в русловых отложениях долины увеличивается к устьевой ее части; в этом же направлении понижается уровень подземных вод. Уклон поверхности грунтовых вод вдоль долины в сторону устья составляет 0,0034—0,0038. Вследствие большого литологического разнообразия отдельные горизонты аллювиально-пролювиальных накоплений имеют резко различные фильтрационные свойства. Коэффициенты фильтрации составляют 31 *м/сутки*, а удельные дебиты скважины 0,2—7 *л/сек.*

Устанавливается гидравлическая связь грунтовых вод аллювиально-пролювиальных отложений долины Кетык и нижележащих трещинно-карстовых вод в известняках-ракушечниках сарматского яруса. Бла-

* Возможно древнечетвертичного

годаря такой связи в грунтовых водах наблюдается повышенное содержание солей. Минерализация воды возрастает по направлению движения грунтового потока.

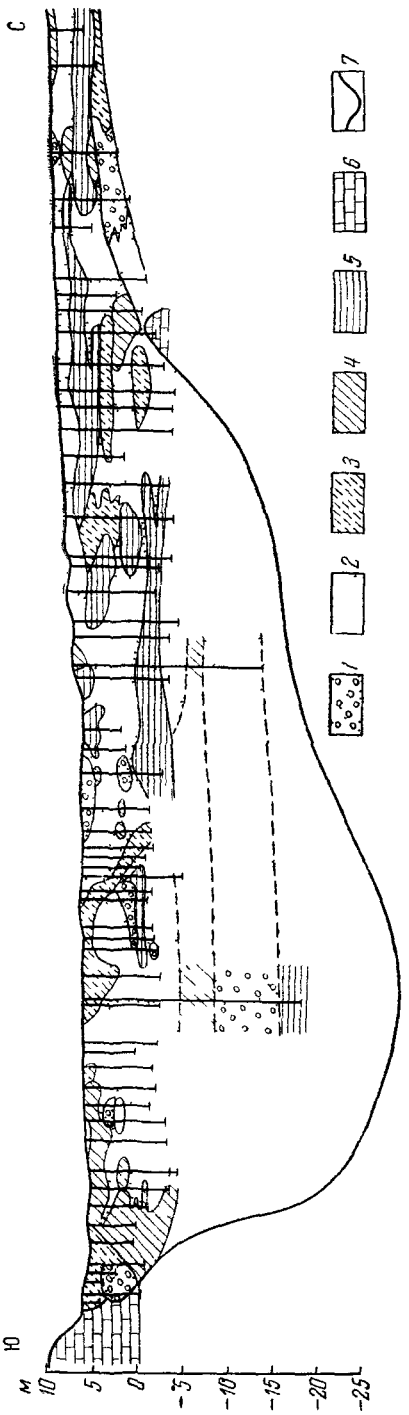


Рис 45 Поперечный геолого литологический разрез долины Кетык (составлен В Б Колпаковым, по данным бурения и электрозондирования)

1 — пески с гравием и галькой 2 — песок 3 — супесь, 4 — суглинки, 5 — глина, 6 — известняк ракушечник, 7 — кровля сарматских отложений по данным электрозондирования

По характеру минерализации воды относятся к хлоридно - сульфатно - натриевым и имеют следующую формулу химического состава:

$$M_2 \frac{Cl\,50\ SO_4\,38\ HCO_3\,12}{Na\,64\ Mg\,22\ Ca\,14}.$$

При разгрузке трещинно-карстовых вод известняков сармата в аллювиально-пролювиальные отложения неравномерность подтока нивелируется меньшей водопроницаемостью русловых отложений. При движении грунтовых вод по долине сая они в верховьях фильтруются через более крупнозернистые и водопроницаемые отложения, а в низовьях осадки сменяются более мелкозернистыми и менее проницаемыми. Следовательно, аллювиально-пролювиальные отложения долины сая снижают скорость движения подземного стока к низовьям бассейна и придают совмещенному горизонту стабильность режима в отношении уровней, дебитов, минерализации и других параметров водоносного горизонта

Водоносный горизонт эоловых отложений развит в песчаных массивах северной части плато Устюрт, а также в пределах северо-восточной и приморской зон Мангышлака и Бузачи. Грунтовые воды эоловых отложений песчаных массивов издавна использовались для сельскохозяйственного водоснабжения. Изучение этих вод доказало значительные возможности их более широкого использования, в частности для питьевого водоснабжения нефтяных промыслов и других промышленных и сельскохозяйственных объектов.

Песчаные массивы северо-восточной зоны Южного Мангышлака занимают центральную часть Саускан-Бостанкумской и Тюесуинской

синклиналей и частично северное крыло Бекебашкудукской антиклинали. По данным минералогических анализов, образование песчаных массивов происходило за счет перевевания песков альба и сеномана, а их возраст определяется как верхнеплиоцен-четвертичный. Подземные воды в песчаных массивах залегают в виде более или менее крупных линз.

Песчаный массив Саускан занимает площадь 164 *км*^{2}. Песчаные образования здесь повсеместно подстилаются водоупорными глинами палеогена и мелоподобными мергелями. Последние в верхней части разреза (колодец Жарма) местами обводнены. Контур распространения линзы грунтовых вод в пределах массива в плане имеет эллипсовидную форму с длинной осью до 29 *км*, вытянутой к северо-востоку. Уклон зеркала вод направлен на северо-восток и определяется вели-

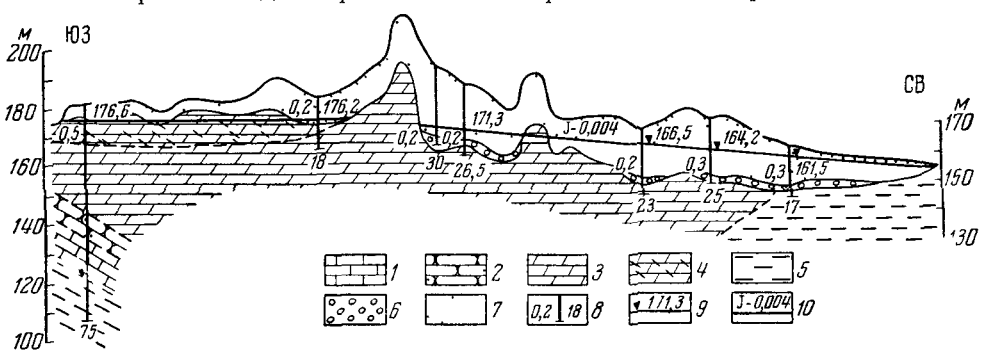


Рис 46 Гидрогеологический разрез песчаного массива Саускан (Составила И М. Суслова)

1 — известняки *2* — песчаники, *3* — мелоподобные мергели, *4* — мелоподобные мергели слаботрещиноватые, *5* — глины, *6* — щебеночно галечниковые отложения с песчано-суглинистым заполнителем, *7* — песок тонко и мелкозернистый, *8* — скважина (слева — минерализация воды, *г/л*, справа — глубина, *м*) *9* — абсолютная отметка уровня воды, *10* — величина уклона грунтовых вод

чинами 0,0038—0,0067, изменяясь в пределах абсолютных отметок от 131 до 176 *м*.

Водовмещающие породы в массиве представлены преимущественно тонко- и мелкозернистыми песками, местами с примесью щебнисто-галечного материала в основании толщи. Отдельными выработками вскрываются пачка суглинков, песчаников и песков мощностью до 2 *м*. Общая мощность водоносного горизонта на севере и юге песчаного массива изменяется от 0,4 до 21,5 *м* при максимальном ее значении (10—21,5 *м*). Кровля подстилающих палеогеновых отложений, определяющих контур распространения и динамику грунтовых вод песчаного массива (рис 46), весьма неровная, рельеф ее в целом повышается в центральной части массива, условно определяя границу северного и южного участков.

Глубина залегания подземных вод в зависимости от рельефа поверхности колеблется от 1,5 до 24,4 *м*. По данным режимных наблюдений амплитуда колебания их уровня на площади барханных песков в среднем составляет 0,08 *м*, а в предбарханной полосе — 0,37 *м* (1964—1966).

Значение коэффициента фильтрации песков изменяется от 2 до 6,9 *м/сутки*, коэффициент водоотдачи в среднем — 0,14, а коэффициент уровнепроводности — $3{,}5 \cdot 10^2$ *м*^{2}*/сутки*. Дебиты скважин колеблются от 0,6 до 4,1 *л/сек* при понижении уровня 1,4 до 12,8 *м*, при удельных дебитах 0,15—0,44 *л/сек*. Наибольшая водообильность песков отмечается на участках максимальной мощности водоносного горизонта.

В южной и центральной частях массива подземные воды пресные с минерализацией 0,3 *г/л*. По направлению движения этих вод их ми-

нерализация увеличивается. На участке солончаков и соров, где происходит разгрузка вод, минерализация достигает 15 *г/л*. Пресные воды (0,6—0,2 *г/л*) по составу гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые, а ниже по течению сульфатно-хлоридные натриевые. В течение года минерализация и состав подземных вод не подвергаются резким изменениям. Содержание отдельных микроэлементов находится в пределах норм.

Песчаный массив Тюесу занимает площадь около 180 *км*^{2}. Здесь обводнена лишь южная половина массива с площадью линзы пресных вод около 60 *км*^{2}. В северной, западной и восточной частях массива, где водоупорное ложе поднимается близко к дневной поверхности, мощность эоловых песков сильно сокращается и они безводны.

Водовмещающие отложения представлены мелко- и тонкозернистыми песками с преобладающим размером зерен 0,05—0,25 *мм*. Мощность водоносного горизонта изменяется от 5 до 33,3 *м*, составляя в среднем 18 *м*. Зона его максимальных мощностей приурочена к южной части массива, где фиксируется низкое значение водоупорного ложа. Глубина уровня грунтовых вод колеблется от 3—5 *м* по окраинам линзы до 41 *м* на северо-западе массива. Годовая амплитуда колебания уровней не превышает 0,05—0,2 *м*. Основные параметры песков следующие: коэффициент фильтрации — 2,9—9 *м/сутки* (в среднем — 4,6 *м/сутки*); коэффициент уровнепроводности $5{,}4 \cdot 10^2$ *м*^{2}*/сутки*; водоотдача — 14%.

Обводненность песков неравномерная. Наибольшая водообильность отмечается на участке развития максимальных мощностей, где дебиты скважин изменяются от 1 до 6 *л/сек* при понижениях 1,2—7,3 *м*, а удельные дебиты — от 0,4 до 0,85 *л/сек*.

Почти на всей площади линзы распространены пресные воды с минерализацией 0,4—0,8 *г/л*. Только в южной и восточной частях предбарханной зоны, где происходит разгрузка подземных вод, сухой остаток в них достигает 2,5—7,3 *г/л*. На площади развития пресных вод их минерализация с глубиной не превышает 1 *г/л*. По составу воды преимущественно гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, лишь в зоне разгрузки они изменяются на сульфатно-хлоридные и хлоридные натриевые воды.

Песчаный массив Баскудук общей площадью 150 *км*^{2} приурочен к северному крылу Бекебашкудукской антиклинали. Он сложен перевеянными тонко- и мелкозернистыми песками кварц-полевошпатового состава, иногда с прослоями сцементированного песчаника. В южной части массива пески залегают непосредственно на верхнем альбе, а в северной — на отложениях сеномана. В средней части массива пески развеваемые, барханные, а на северной окраине — бугристо-грядовые, полузакрепленные и закрепленные. Относительное превышение бугров и гряд составляет 10—15 *м*, а их абсолютные отметки колеблются от 200 до 250 *м*.

Пресные подземные воды с минерализацией 1 *г/л* развиты только на северной окраине массива в виде узкой полосы, площадью около 7 *км*^{2}, они залегают на глубине от 1,5 до 18 *м*. Мощность обводненной толщи колеблется от 12 до 33 *м*. Дебиты скважин равны 0,1—1,4 *л/сек* при понижениях уровня на 2,5—8 *м*, а удельные дебиты — 0,2 *л/сек*.

К песчаному массиву Баскудук приурочены подземные воды с различной минерализацией. Как уже отмечалось, пресные воды развиты в северной окраине массива. По направлению к востоку и в сторону сора Мурзаир минерализация вод увеличивается до 3,5—8 *г/л*, а в области разгрузки (сор Мурзаир) она приобретает концентрацию рассолов. Засоление здесь объясняется неглубоким залеганием водоносного

горизонта и интенсивным внутригрунтовым испарением. По составу воды сульфатные кальциевые, сменяющиеся к области разгрузки на хлоридные натриевые.

Песчаный массив Карынжарык (площадь 1260 *км*^{2}) располагается по обрамлению западного чинка Устюрта, протягиваясь полосой в 120 *км* длиной и шириной 3—16 *км*. С северо-востока массив обрамляется обширным сором Кендерли, юго-западная окраина которого граничит с впадиной Чагаласор.

Массив Карынжарык сложен мелкозернистыми, в основном глинистыми песками мощностью 35—45 *м*. В направлении к сору Кендерли в разрезе преобладают глинистые отложения, а пески занимают подчиненное положение. Эоловые пески подстилаются песчано-глинистыми отложениями палеогена и известняками датского яруса. Несмотря на огромную площадь описываемого массива, он, как и массив Сенгиркума, расположенный севернее, не является перспективным для поисков пресных вод. Здесь в 1966 г. было пробурено 90 скважин, из которых только 20 вскрыли соленые воды (5—10 *г/л*) в северной части массива, а остальные скважины оказались безводными.

Прибрежные пески прослеживаются узкой прерывистой полосой вдоль побережья Каспийского моря. Наиболее значительные площади они занимают на мысе Меловом, Песчаном и Ракушечном. Здесь пески слагают Новокаспийские и Хвалынские морские абразионно-аккумулятивные террасы. В некоторых местах в результате перевевания новокаспийских песков образовались бугры и дюны высотой до 10 *м*.

Мощность песков, слагающих прибрежные массивы, изменяется от 1,5 до 14 *м*. В разрезе наблюдаются прослои зеленых плотных глин мощностью 0,3—3,5 *м*.

Водовмещающие породы сложены тонко- и мелкозернистыми песками с включением битой ракушки. В подошве их залегают пористые известняки (рис. 47), реже — глины. Ввиду отсутствия выдержанного водоупора в описываемой толще образуется единый водоносный горизонт. Максимальный дебит скважин здесь достигает 1,7 *л/сек* при понижении уровня 2,5 (мыс Песчаный).

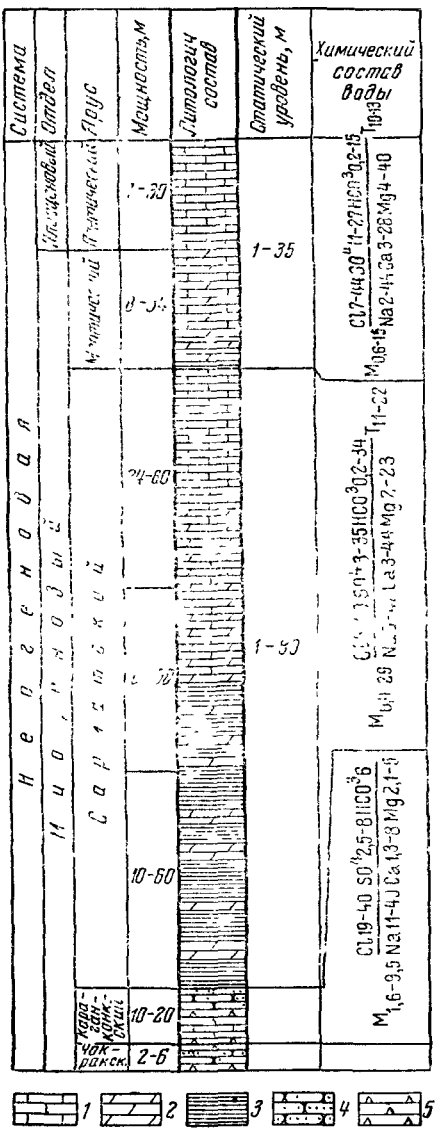


Рис. 47. Гидрогеологический разрез неогеновых отложений Южного Мангышлака. (Составили В. Б. Коллаков, Г. Н. Абдразакова):

1 — известняки оолитовые и ракушечные; *2* — мергели, местами глинистые; *3* — глины; *4* — песчаники; *5* — песчаники с грубообломочным материалом

Пески характеризуются следующими параметрами: коэффициент фильтрации — 3—5 *м/сутки*, коэффициент водоотдачи — 0,15.

Пресные подземные воды с минерализацией до 1 *г/л* распространены в виде линз, плавающих на соленых водах. На мысе Песчаном такая линза прослежена на площади 3,3 *км*^{2}, где мощность обводненных песков колеблется от 1 до 6,5 *м*. Слабосолоноватые воды (1—3 *г/л*) приурочены к отдельным линзам небольшого размера (1—1,5 *км*^{2}). По составу воды сульфатно-хлоридные натриевые.

Песчаные массивы п-ова Бузачи (Кызылкумы, Увахкумы, Егизлак, Жилимшик, Джидели) на большей их части (за исключением Кызылкумов) задернованы растительностью. Грунтовые воды приурочены к мелкозернистым пескам и залегают на глубине 0,5—6,0 *м*. Водоотдача песков низкая, дебиты водопунктов не превышают 0,2—0,3 *л/сек*. Наиболее пресные воды (0,6—1,5 *г/л*) получены в песках Кызылкумов, которые большей частью с поверхности закреплены Небольшие пресные линзы встречаются в центральных частях песчаных массивов Жилимшик и Егизлак. На окраинах этих массивов, а также в пределах Увахкумов минерализация воды изменяется от 3—6 до 20—22 *г/л*.

Песчаные массивы плато Устюрт расположены в северной его части. К ним относятся массив Сам и Матайкум. Оба массива сложены мелко- и среднезернистыми песками, которые подстилаются глинами и известняками нижнего сармата. Причем содержание крупной фракции с глубиной возрастает Коэффициент фильтрации песков изменяется от 0,1 до 9 и реже до 20 *м/сутки*.

Грунтовые воды вскрываются в песках на глубинах от 1 до 12 *м*. Мощность водоносного горизонта в центре массива достигает 17—20 *м*, уменьшаясь к его окраине до 1,5—0,5 *м*. Минерализация вод колеблется в пределах 0,7—12 *г/л*, а в понижениях между барханами достигает 50 *г/л* и более.

Источником питания подземных вод являются атмосферные осадки и конденсация водяных паров воздуха. Разгрузка их происходит на окраинах массивов и в соровых понижениях.

Водоносный комплекс морских четвертичных отложений. Отложения трансгрессий Каспийского моря в бакинское, хазарское и хвалынское время широко распространены на п-ове Бузачи, во впадине Карагие, а также прослеживаются узкой полосой в прибрежной части моря и вдоль западных чинков Устюрта. Залегают они трансгрессивно на размытой поверхности различных стратиграфических горизонтов неогена, палеогена и верхнего мела.

Водосодержащими породами в древнекаспийских отложениях являются пески, суглинки и илы, среди которых нередки прослойки песчаных глин. Подземные воды в них залегают на глубинах от 1 до 7 *м*, а в центральной части п-ова Бузачи — до 17 *м* Мощность обводненной толщи 5—11 *м*. Дебиты колодцев и скважин колеблются в пределах 0,1—1 *л/сек*, реже 2,3 *л/сек* при понижениях уровня 0,8—2 *м*.

Минерализация вод увеличивается с глубиной. Сухой остаток в воде колеблется от 0,5 до 8—50 *г/л* и более. Пресные и слабосолоноватые воды в виде небольших линз известны в центральной части п-ова Бузачи (колодцы Имагамбет — 0,37 *г/л*, Акшимрау — 0,88 *г/л* и др.) в прибрежной полосе Каспийского моря.

Питание водоносного комплекса происходит за счет атмосферных осадков в осенне-зимний период года и конденсации влаги из воздуха. Разгрузка происходит обычно в пониженные участки и в Каспийское море

Водоносный комплекс неогеновых отложений. Отложениями неогена сложены приподнятые столовые возвышенности — плато Устюрт, Юж-

ный Мангышлак и Тюбкараган, где водовмещающие породы представлены оолитовыми и ракушечными известняками, мергелями, песчаниками понтического, мэотического, сарматского и тортонского ярусов неогена. Понтические отложения развиты в юго-западной части Мангышлака, в районе впадины Ащесор (мыс Меловой), где мощность обводненной толщи колеблется от 3 до 30 *м*. Подошвой понтического водоносного горизонта служат слабоводопроницаемые известняки, мергели и глины мэотического и сарматского ярусов. Вблизи Каспийского моря в кровле понтического горизонта залегают обводненные четвертичные пески, которые составляют единую водоносную толщу мощностью 10—30 *м*. Севернее мыса Мелового и в прибрежной полосе Тюбкараганского плато мэотические и понтические отложения обводнены локально. Здесь глубина залегания вод варьирует от 2,5 до 33,3 *м*, а уровень имеет уклон на юго-запад. Водообильность пород слабая, дебиты колодцев и скважин, вскрывающих верхнюю часть водоносного горизонта, не превышают 0,06—0,1 *л/сек*, реже достигают 1,6—2,4 *л/сек* (мыс Песчаный). Минерализация вод пестрая от 0,5 до 15 *г/л*. По составу воды хлоридно-гидрокарбонатные натриево-магниевые или магниево-кальциевые с повышенным содержанием сульфатов.

Встречены также сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые или натриево-магниевые воды. С глубиной минерализация вод возрастает до 7—22 *г/л*, а состав их изменяется до хлоридно-сульфатных или хлоридно-натриевых.

Отложения сарматского яруса, наиболее мощные среди водоносных образований неогена, широко распространены как на Южном Мангышлаке, так и на Устюрте. На Южном Мангышлаке (включая п-ов Тюбкараган) эти отложения по литологическим особенностям разделяются на две пачки: верхнюю — карбонатную и нижнюю — глинистую. Глины (до 100 *м*) служат региональным водоупором для подземных вод верхней карбонатной пачки, сложенной преимущественно известняками-ракушечниками и известняками мощностью до 24—60 *м*.

Подземные воды сарматских известняков вскрываются колодцами и скважинами на глубинах от 5—10 до 50—60 *м*, с дебитами от сотых долей до 0,5 *л/сек*. На повышенных участках известняки местами безводны, а местами, в понижениях рельефа, особенно широко развитых в северо-западной части района, они обводнены. Значительная растворимость сарматских известняков способствует развитию в них процессов карстообразования и формированию трещинно-карстовых вод, имеющих локальное распространение Исходя из морфологических и геологических условий района Южного Мангышлака, в карбонатной толще можно выделить две группы карстовых бассейнов.

К первой группе относятся бассейны, в которых базисами разгрузки подземных вод являются бессточные впадины. По глубине и интенсивности развития карста здесь различаются карстовые бассейны, находящиеся: а) в дряхлой стадии (типа Карагие); б) в зрелой стадии (типа Каунды, Томаксора, Басгурлы и Жасгурлы, Тунгракшина, Карамандыбаса) и в) в молодой стадии развития (типа Кошкарата, Ащесай, Чукроя, Жетыбай).

Ко второй группе относятся карстовые бассейны, в которых базисом разгрузки подземных вод является Каспийское море. Здесь также выделяются три подгруппы бассейнов, находящиеся: а) в дряхлой стадии (типа Кетык), б) в зрелой стадии (типа Ханга-Баба, Саура, Кызыладыр) и в) в молодой стадии развития (прибрежная зона).

Каждый карстовый бассейн характеризуется свойственными ему областями питания и разгрузки подземных вод, направлением их движения и гидрогеохимическими данными. На участках развивающихся

карстов производительность колодцев и скважин достигает 2—3 *л/сек* и более. Так, в частности, опытная откачка из скважины, заложенной в карстовом бассейне долины Кетык (у г. Форт-Шевченко), установила дебиты от 2 до 8 *л/сек* при понижениях уровня воды на 2—4 *м*, а коэффициенты фильтрации водовмещающих пород 14—29 *м/сутки*, сухой остаток воды изменяется от 0,8 до 3—3,5 *г/л* (рис. 48). В карстовом бассейне Басгурлы и Жасгурлы минерализация вод составляет от 7,5 до 14,5 *г/л* (колодец Карабаракты), а в Каунды от 4—7 до 29 *г/л* (колодец Каунды). В трещинно-карстовых бассейнах Карамандыбас и Асар, Тунгракшин, Ханга-Баба, в прибрежной зоне Ералиево-Меловой минерализация вод по направлению потока увеличивается от 1 до 6 *г/л*. Наиболее пресные подземные воды приурочены здесь к северным частям бассейнов (Узень и Саура).

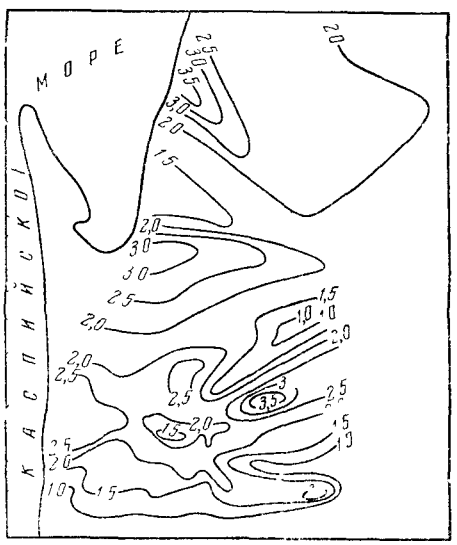


Рис 48. Изолинии минерализации подземных вод карстового бассейна долины Кетык, *г/л* (Составили В Б Колпаков, Г. Н Абдразакова)

На плато Южный Мангышлак и Тюбкараган минерализация и химический состав подземных вод отличаются значительной пестротой. Так, например, в карстовом бассейне Чукрой — Басгурлы-Жасгурлы в верхней зоне формируются гидрокарбонатные натриевые воды, в средней — хлоридные натриевые и в зоне разгрузки — хлоридные магниевые. В карстовых бассейнах Каунды воды относятся к сульфатным-натриевым; в бассейнах Узеней и Тунгракшин — к гидрокарбонатным кальциевым; в бассейне Жетыбай — к гидрокарбонатным магниевым. В бассейне Кетык на фоне хлоридных натриевых вод встречаются участки хлоридных кальциевых, сульфатных натриевых, сульфатных или магниевых и хлоридных магниевых. Формула химического состава подземных вод этого участка следующая:

$$M_{0,8-3}\ \frac{Cl\ 16—64\ SO_4\ 24—42\ HCO_3\ 4—22}{Na\ 20—68\ Mg\ 2—68\ Ca\ 12—56}.$$

На плато Устюрт глубина залегания водоносного комплекса в закарстованных известняках-ракушечниках сармата колеблется от 2 до 40—50 *м*. Удельные дебиты скважин составляют 0,1—1,5 *л/сек*. Минерализация воды колеблется в значительных пределах. Чаще всего здесь встречаются слабосолоноватые сульфатно-хлоридные натриевые или кальциевые воды с минерализацией 1—3 *г/л*, реже гидрокарбонатно-хлоридные натриевые или хлоридно-сульфатные натриевые от 1 до 3 *г/л*. Пресные воды обычно приурочены к участкам с более высокими отметками поверхности или к причинковой дренированной полосе, а также к северной части плато. Рост минерализации вод наблюдается на пониженных участках. По мере движения подземного потока происходит выщелачивание солей из водосодержащих пород с увеличением минерализации водного раствора.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений. Палеогеновые отложения в районе развиты широко, но нижние слои палеогена (палеоцен

и нижний эоцен) имеют ограниченное распространение. Они представлены глауконитовыми песками и слабосцементированными песчаниками (Чакырганская синклиналь и впадина Карагие), мергелями и известняками (севернее хр. Каратау, чинки Устюрта, Бостанкумская, Шолактамская и Боктинская синклинали). Верхние горизонты эоценовых отложений представлены мергелями, известняками, мелом и известковистыми глинами, а отложения олигоцена почти всюду состоят из глин.

В Южно- и Северо-Мангышлакском артезианских бассейнах и на плато Устюрт к различным горизонтам эоценовых и палеоценовых отложений приурочены подземные воды. В Чакырган-Бостанкумской синклинали эти воды имеют спорадическое распространение, а Шолактамская и Боктинская синклинали безводны. Во впадине Карагие водоносные пески и песчаники, вскрытые на глубинах от 27 до 403 *м*, причем глубина залегания возрастает с севера на юг; в этом же направлении увеличивается мощность водоносного горизонта от 10 до 40 *м*. Севернее, в пределах Северного Актау и п-ова Бузачи, распространены грунтовые воды. На остальной территории, где водовмещающие отложения залегают на глубине 100—200 *м*, они большей частью слабоводоносны. Южнее хр. Каратау в пределах Бостанкумской синклинали и причинковых обрамлений плато Устюрт подземные воды палеогенового комплекса имеют спорадическое распространение в трещинных коллекторах на глубинах от 2 до 50 *м*.

В районе впадины Карагие, на участке Куюлус-Меловой, подземные воды палеогеновых пород сильно солоноватые с минерализацией до 7 *г/л*. К востоку и западу минерализация их постепенно увеличивается и достигает 17 *г/л*. Наиболее сильно минерализованные воды с сухим остатком 115 *г/л* вскрыты на южном берегу впадины Карагие.

По химическому составу воды описываемого комплекса преимущественно хлоридно-сульфатные натриевые или хлоридные натриевые с повышенным содержанием кальция. Севернее впадины Карагие распространены сероводородные воды (Томаксор).

Движение подземных вод в Горном Мангышлаке направлено на север и юг. По пути движения подземные воды дренируются сорами Каракичу, Курумсаксор, Кожиксор и Саргол, впадинами Карагие, Каунды, Карынжарык и обрамлениями плато Устюрт Питание вод происходит главным образом за счет атмосферных осадков и временных водотоков, а также подтока и перетока вод из других водоносных горизонтов.

Водоносный комплекс меловых отложений. Меловые отложения имеют региональное распространение в Мангышлак-Устюртском районе и выходят на поверхность в обрамлении Горного Мангышлака и его периклиналей, в Бекебашкудукской, Тумгачинской, Кольбайской, Карашек-Карамаинской антиклинальных зонах, а также в небольших денудационных окнах среди отложений неогена на Тюбкарагане. На остальной территории они вскрыты скважинами.

Верхнемеловые отложения представлены главным образом карбонатными известняками, мергелями, доломитами и белым писчим мелом (рис. 49).

Водоносность карбонатных отложений верхнего мела изучена на отдельных участках. В Северном и Южном Каратау в образованиях датского яруса, представленных в основном кремнистыми известняками и песчаниками мощностью 35—114 *м*, заключены трещинные воды неглубокой циркуляции. Воды эти отличаются пестрой минерализацией, а их химический тип изменяется от гидрокарбонатного натриевого и сульфатного натриевого до хлоридного магниево-кальциевого. Севернее впадины Карагие некоторые родники и колодцы питаются водами

этого горизонта и дают расходы от 0,1 до 0,5 *л/сек* при минерализации воды от 4,8 до 9,3 *г/л* и хлоридно-сульфатном и хлоридном натриевом составе.

Водопункты, вскрывающие нижележащий сенонский водоносный горизонт, чрезвычайно редки. На северном крыле Бекебашкудукской антиклинали в колодце Бурлы из этого горизонта получена вода сульфатного натриевого состава с сухим остатком 1,4 *г/л*. В прилегающих районах, а также в Северном Актау минерализация этих вод возрастает до 9—10 *г/л*.

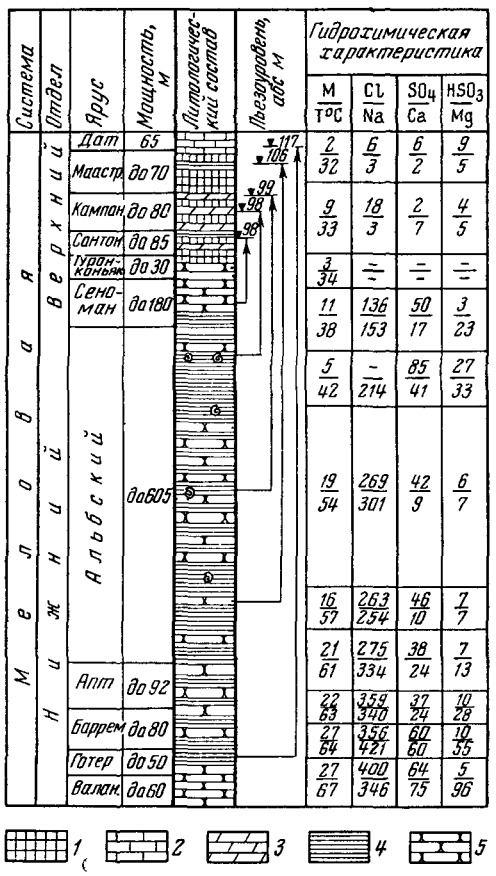


Рис 49 Гидрогеологический разрез меловых отложений Мангышлака (Составил В. Б. Колпаков)

Водовмещающие отложения 1 — писчий мел, *2* — известняк, *3* — мергели, *4* — глины (водоупоры), *5* — песчаник

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений. Мощные (450—700 *м*) терригенные отложения альба и сеномана в гидрогеологическом отношении наиболее полно изучены лишь на Мангышлаке.

Подземные воды здесь приурочены к отложениям верхней и средней толщ, относящихся к сеноману и средне-верхнему альбу. В гидрогеологическом отношении эти две водоносные толщи рассматриваются как единый сеноман-альбский водоносный комплекс. По данным бурения и геофизических исследований, в нем выделяются 10—15 водоносных песчаных пластов мощностью от 5—10 до 60 *м*, которые объединены в три основных водоносных горизонта. сеноманский, верхнеальбский и среднеальбский. Все они отделены друг от друга глинами мощностью 10—40 *м*, причем мощность каждого из них колеблется от 20—50 до 80—100 *м*, а мощность комплекса достигает 250—300 *м* (рис. 50—52).

Глубина залегания подземных вод в водоносных горизонтах сеноман-альбского комплекса в пределах района весьма изменчива В Прикаратауских долинах» она достигает 150—200 *м*, а на Южном Мангышлаке и Бузачи возрастает до 800—900 *м*. Подземные воды самого верхнего сеноманского и отчасти верхнеальбского водоносного горизонта вблизи Каратау выклиниваются в виде родников или же вскрываются колодцами и скважинами с дебитами 1—2 *л/сек* на глубине 25—50 *м*.

К северу и югу водоносные пласты постепенно погружаются и подземные воды приобретают напор. Поскольку Каратауская антиклиналь осложнена серией дополнительных складок, на ее крыльях прослеживается ряд прогибов субширотного простирания. К этим прогибам приурочены два больших артезианских бассейна: Северо-Мангышлакский

и Южно-Мангышлакский, с глубиной залегания напорных подземных вод от 70—100 (Прикаратауские «долины») до 800—1000 *м* и более (на севере и юге). При этом наименьшие отметки пьезометрических уровней приурочены к району впадины Карагие, Жетыбайскому и Узеньскому поднятиям.

В зависимости от литологического состава и уплотненности водовмещающих пород по площади и в вертикальном разрезе их водоотдача изменяется от 0,15 до 0,25, а дебиты заложенных в них скважин

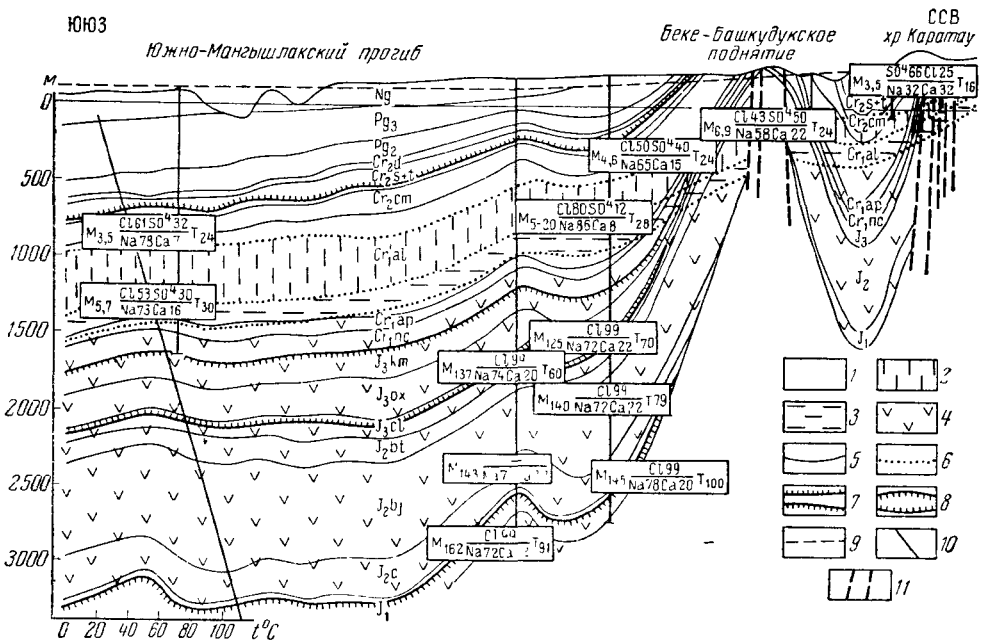


Рис. 50. Гидрогеологический профиль Южно-Мангышлакского артезианского бассейна по направлению Каратау-Юг. (Составили В. Б. Колпаков, Г. Н. Абдразакова)

Гидрохимический состав подземных вод: *1* — гидрокарбонатные (или хлоридные) натриевые I типа; *2* — хлоридные натриевые II типа; *3* — хлоридные натриевые IIIа типа, хлоридные натриевые IIIб типа.

Границы: *5* — стратиграфическая; *6* — генетических типов пород; *7* — водонапорных горизонтов; *8* — водоупорных пород; *9* — пьезометрическая поверхность подземных вод сеноман-альбских отложений; *10* — усредненная геотермическая кривая; *11* — разломы

от 3—5 до 40 *л/сек* при понижении до 15—20 *м*. На обширной площади от южного склона Западного Каратау до впадины Карагие наибольшие дебиты (от 15 до 40 *л/сек*) зафиксированы в скважинах, вскрывающих среднюю часть верхнеальбского горизонта, представленного средне-крупнозернистыми песками. Выше и ниже по разрезу, а также в направлении к северу, югу и особенно к юго-востоку от Горного Мангышлака в связи с ростом мелких фракций в водовмещающих отложениях их водообильность уменьшается. Так, если на северо-западе Южно-Мангышлакского артезианского бассейна, на участке Куюлус-Меловой, при вскрытии средней части верхнеальбского горизонта самоизливом получен расход до 40 *л/сек*, то восточнее, во впадине Узень, дебит самоизлива составил только 10 *л/сек*, а еще восточнее, в районе пос. Сенек — 1,6 *л/сек* при понижении уровня на 14 *м*. Дебиты скважин, вскрывших различные водоносные горизонты в пределах Северного Актау, достигают 20—26 *л/сек* (при самоизливе).

Минерализация подземных вод сеноман-альбского комплекса на Мангышлаке изменяется в весьма широких пределах от 0,6—2,0 до

40 *г/л*, причем ее распределение по площади и в вертикальном разрезе крайне сложное. Наиболее опресненные воды (0,6—2,0 *г/л*) развиты в Прикаратауской «долине». Но здесь, на отдельных возвышенных участках, сложенных с поверхности глинистыми образованиями, вскрываются подземные воды с минерализацией до 3—5 *г/л*. К югу и северу по мере погружения водоносного комплекса прослеживаются отдельные полосы пресных и солоноватых вод, языками вдающихся в более обширную область развития соленых подземных вод. Одна из таких полос, установленная К. Ф. Орфаниди (1962), прослеживается к югу от Западного Каратау в сторону глубокой впадины Карагие, две другие протягиваются от Восточного Каратау в сторону впадин Узень и Карынжарык, а в Северном Актау — от Каратауских гор в сторону залива Качак, впадин Кайдак и Каракичу. Здесь, так же как и в Прикаратауской «долине», минерализация подземных вод не превышает 2 *г/л*, а по краям опресненных зон она достигает 3 *г/л*. За их пределами на одних и тех же широтах величина минерализации составляет 5—10 *г/л*, а местами даже более. Отсюда к центру и югу Южно-Мангышлакского и особенно к северу Северо-Мангышлакского артезианских бассейнов минерализация подземных вод возрастает до 25—40 *г/л*. Преобладают хлоридные (местами сульфатные) натриевые воды II типа, которые в областях погружения

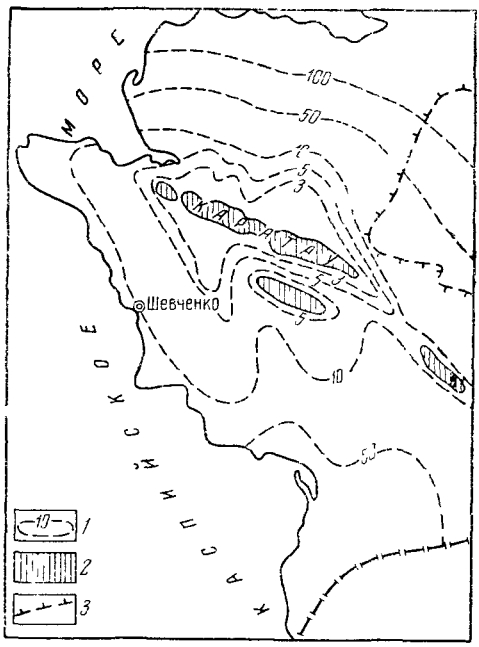


Рис. 51 Схематическая карта минерализации подземных вод сеноман-альбского водоносного комплекса. (Составили В. Б. Колпаков, А. К. Кугешев, Ж. С. Садыков):

1 — изолинии минерализации подземных вод комплекса, г/л; 2 — область отсутствия водоносного комплекса; 3 — уступы плато Устюрт

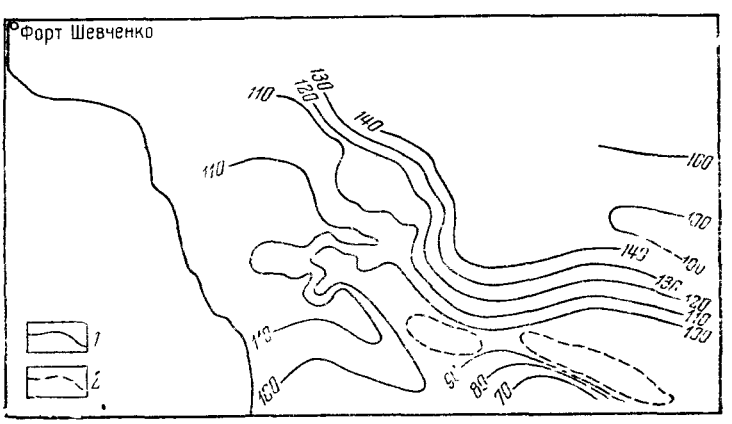


Рис. 52. Схематическая карта гидроизопьез сеноман-альбского водоносного комплекса Южно-Мангышлакского артезианского бассейна. (Составили В. Б. Колпаков, И. Ф. Головатый):

1 — гидроизопьезы; 2 — нефтегазоносные структуры

и в пределах нефтегазоносных структур (Жетыбай, Узень и др.) преобразуются в хлоридные натриевые III типа (табл 17).

Таблица 17

Химический состав подземных вод сеноман-альбских отложений Мангышлака

Гидродинамические зоны	Глубина воды от—до *м*	Показатели химического состава подземных в д, *г/л* (от — д)						
		Минерализация	Cl	SO_4	HCO_3	Na+K	Ca	Mg
Область питания	30—80	0,6—1,5	0,17—0,3	0,15—0,52	0,12—0,3	0,15—0,37	0,03—0,07	0,01—0,04
Область погружения	375—1170	1,9—10,0	0,45—4,3	0,45—1,95	0,02—0,35	0,6—3,15	0,02—0,54	0,01—0,23
Область накопления	—	113—116	70,2—71,7	0,1—0,3	0,1—0,16	35,4—36,3	4,8—5,3	2,4—7,2
Месторождение Жетыбай	450—1170	9,5—16,5	3,86—9,33	0,04—3,02	0,03—1,80	3,3—6,10	0 03—0,44	0,02—0,23

Водоносный комплекс неокомских отложений развит на Южном Мангышлаке. Водосодержащие породы представлены известковистыми песчаниками и песчаниками общей мощностью от 20 до 60—80 *м*. На южной периклинали Восточного Каратау, в Бекебашкудукской, Карасязь-Таспасской антиклиналях и на периклинальном погружении Огузской антиклинали в неокомских отложениях залегают грунтовые воды на глубине до 10—15 *м*. В нефтегазоносных структурах Узень и Жетыбай напорные подземные воды вскрыты соответственно на глубинах 944—1020 *м* и 1208—1382 *м*, а ближе к центру Южно-Мангышлакского артезианского бассейна — на 1300—1500 *м* и более. При вскрытии этих вод пьезометрические уровни устанавливаются в скважинах на глубине 10—90 *м* ниже поверхности земли.

Водообильность пород неокомского комплекса невысокая. В пределах антиклиналей дебиты родников изменяются от 0,1 до 1 *л/сек*, расходы колодцев при понижениях на 1 *м* не превышают 0,01—0,4 *л/сек*, а скважин (на юге) 1—2 *л/сек* при понижениях на 7—35 *м*.

Минерализация грунтовых вод изменяется от 0,5 до 2,1 *г/л*. Пресные воды вскрываются вдоль предгорий Восточного Каратау, где на дневную поверхность выходят пески. В Бекебашкудукской антиклинали, несмотря на близость области питания, минерализация подземных вод, наоборот, является повышенной (3—6,5 *г/л*) при хлоридном натриевом составе II типа. Слабосульфатные хлоридные натриевые воды II и III типа вскрыты в пределах нефтегазоносных структур Узень и Жетыбай, где минерализация соответственно составляет 13—30 и 7—27 *г/л*.

Водоносный комплекс юрских отложений. Выходы юрских отложений обрамляют массивы Каратау, прослеживаются в денудационных сводах Бекебашкудукской и других антиклинальных структур. Отдельные выходы этих пород на поверхность занимают обширные площади. К одному из них относится участок между Западным и Восточным Каратау (район пос. Шетпе). На южном склоне Каратау площадь выходов юрских отложений составляет около 330 *км*^{2}, а на Бекебашкудукском поднятии 56 *км*^{2}.

Среди юрских отложений наибольшим распространением пользуется водоносный комплекс, приуроченный к средней юре.

Среднеюрский водоносный комплекс — один из мощных водоносных комплексов Южно-Мангышлакского артезианского бас-

сейна. Он характеризуется спецификой гидродинамических и гидрохимических условий. Эта специфика определяется развитием в его кровле мощных (до 600 *м*) водоупорных глинистых пород, относящихся к низам неокома и верхней юре. Водоносность комплекса на севере Мангышлака почти не изучена.

В Центральном и Южном Мангышлаке среднеюрские отложения представлены чередованием песчаных, алевритовых и глинистых пород с прослойками угля общей мощностью 400—800 *м*. Водоносность этой толщи связана с горизонтами песков, песчаников и мелкогалечного конгломерата, причем мощность каждого водоносного горизонта колеблется от 2 до 15 *м*. Изучение коллекторских свойств водовмещающих пород показало, что с запада на восток их пористость изменяется соответственно от 16—20 (Жетыбай) до 25—30% (Узень), а проницаемость соответственно составляет 100—200 *мд* и 200—300 *мд*.

Водовмещающие отложения выходят на дневную поверхность в краевых обрамлениях Каратау на абсолютных отметках от 55 (западная периферия Каратаушика) до 340—480 *м* (южные склоны восточного Каратау), а в Бекебашкудукской антиклинали на 200—280 *м*.

В среднеюрском комплексе содержатся как грунтовые (безнапорные), так и напорные (артезианские) воды. Грунтовые воды выклиниваются в виде маломощных родников (0,01—0,7 *л/сек*) или вскрываются неглубокими (до 5—7 *м*) колодцами на склонах Каратауских гор, где абсолютные отметки уровня находятся в пределах 200—240 *м*. На остальной территории напорные воды вскрываются на следующих глубинах: между Западным и Восточным Каратау на глубинах — 35—50 *м*, на юго-восточном обрамлении Горного Мангышлака — 500—1000 *м*, в пределах Тумгачинской и Бекебашкудукской антиклиналей — 75—150 *м*, на п-ове Тюбкараган — 950—1200 *м*, а на структурах: Узень — 1200—1900 *м*, Тенге — 1890—2150 *м*, Жетыбай — 1800—2600 *м* и южнее — на еще бо́льших глубинах. Пьезометрические уровни напорных вод в скважинах устанавливаются на абсолютных отметках от 40—20 до 10 *м*. Дебиты скважин колеблются от долей литра до 15 *л/сек*. На юге Мангышлака в связи с улучшением коллекторских свойств водовмещающих пород намечается увеличение дебитов скважин с запада на восток.

Минерализация и химический состав вод юрского комплекса непостоянны, что объясняется различными условиями питания этих вод на разных участках. На склонах Западного и Восточного Каратау преобладают пресные и слабосолоноватые воды. Минерализация воды родников здесь изменяется от 0,7 до 3 *г/л* при преобладающем сульфатном натриевом составе II типа. Между Западным и Восточным Каратау содержание солей в воде варьирует от 1,5 до 4 *г/л* при хлоридном натриевом составе II типа, на западном периклинальном погружении Каратауской мегантиклинали (район пос. Таушик) величина изменяется от 5 до 27 *г/л*, а на юго-восточном ее погружении (Огузская антиклиналь) 3—5 *г/л* и более при хлоридном натриевом составе II и III типа. В сводовой части Бекебашкудукской антиклинали получены воды с минерализацией до 7 *г/л*, а в пределах Кусайниковского (Тюбкараган) и Тумгачинского поднятий до 22—40 *г/л*. Здесь и далее, в более погруженных частях Южно-Мангышлакского бассейна, подземные воды имеют в основном хлоридный натриевый состав III типа. В районе Жетыбайской структурной террасы намечается некоторая тенденция к увеличению минерализации с глубиной (табл. 18). За пределами нефтегазоносных структур эта зависимость оказывается более четкой.

Таблица 18

Изменение минерализации подземных вод с глубиной в пределах Жетыбайской структурной террасы

Структура	Глубина, *м*	Минерализация, *г/л*	Структура	Глубина, *м*	Минерализация, *г/л*
Жетыбай	1800—1885	117—155	Узень	1225—1405	124—149
	1840—1990	118—152		1330—1470	124—155
	1975—2230	123—146		1485—2140	132—152
	2265—2440	140—165	Тенге	1885—1895	161—167
	2400—2550	136—157		1920—2025	163—177
	2600—2680	139—165		2060—2100	166—172
				2125—2135	178

Водоносный комплекс триас-пермских отложений. Отложения триаса и перми выходят на дневную поверхность на площади 1100 *км*². Эти отложения представлены песчаниками и различными метаморфическими сланцами с подчиненными слоями известняков. Все эти породы в верхней части интенсивно раздроблены и трещиноваты. Особенно интенсивно трещиноватость проявляется в зонах разломов северо-западного простирания.

Повсеместное проникновение атмосферных осадков обусловливает формирование в них подземных трещинных вод. Значительное их количество локализуется в зонах тектонического дробления на контактах различных литологических разностей пород. На участках дренирования глубокими саями зон тектонического дробления и при экранировании их водоупорными образованиями (центральные части южного и северного склонов Западного и Восточного Каратау) выходят сравнительно крупные родники с расходами 3—8 *л/сек* в межень (Тущибак, Шаир, Агачты, Онды, Куркреук и др.). На остальных участках дебиты родников изменяются от десятых долей литра до 1—1,5 *л/сек*. Наибольшее количество трещинных вод триас-пермских пород поступает в делювиально-пролювиальные наносы Каратау, в которых местами воды вскрыты скважинами с дебитами от 2—3 до 7—10 *л/сек*. В отдельных скважинах получен самоизлив.

Минерализация триас-пермских трещинных вод в зоне интенсивного водообмена, т. е. выше уровня их дренирования многочисленными родниками, не превышает 1 *г/л*. В этой зоне породы повсюду хорошо промыты и в них формируются гидрокарбонатные кальциевые или натриевые воды I и II типа, характеризующиеся следующей формулой:

$$M_{0,4-1}\ \frac{HCO_3\ 31—53\ \ SO_4\ 21—45\ \ Cl\ 3—38}{Na\ 25—66\ \ Ca\ 18—58\ \ Mg\ 12—27}\ T = 11—27\ ^\circ C.$$

Ниже уровня разгрузки трещинных вод их минерализация возрастает до 3—4 *г/л* и они становятся сульфатными и хлоридными:

$$M_{1-4}\ \frac{SO_4\ 21—66\ \ Cl\ 21—64\ \ HCO_3\ 7—38}{Na\ 43—72\ \ Ca\ 15—32\ \ Mg\ 5—36}\ T = 13—18\ ^\circ C.$$

Режим водоисточников определяется тесной гидравлической связью трещинных вод с режимом атмосферных осадков и поверхностного стока. Ливневые и снеготалые воды сильно увеличивают расходы родников, выходящих из трещиноватых пород триаса и перми. Так, например, расход родника Тущибек в отдельные годы весной достигает 18—26 *л/сек*, тогда как летом он не превышает 5—6 *л/сек*.

ГЛАВА VIII

ВОПРОСЫ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

На территории Западного Казахстана изучение режима подземных вод проводится четырьмя гидрогеологическими станциями: Уральской, Гурьевской, Актюбинской и Мангышлакской. Некоторые кратковременные режимные исследования проводились разными гидрогеологическими партиями и экспедициями.

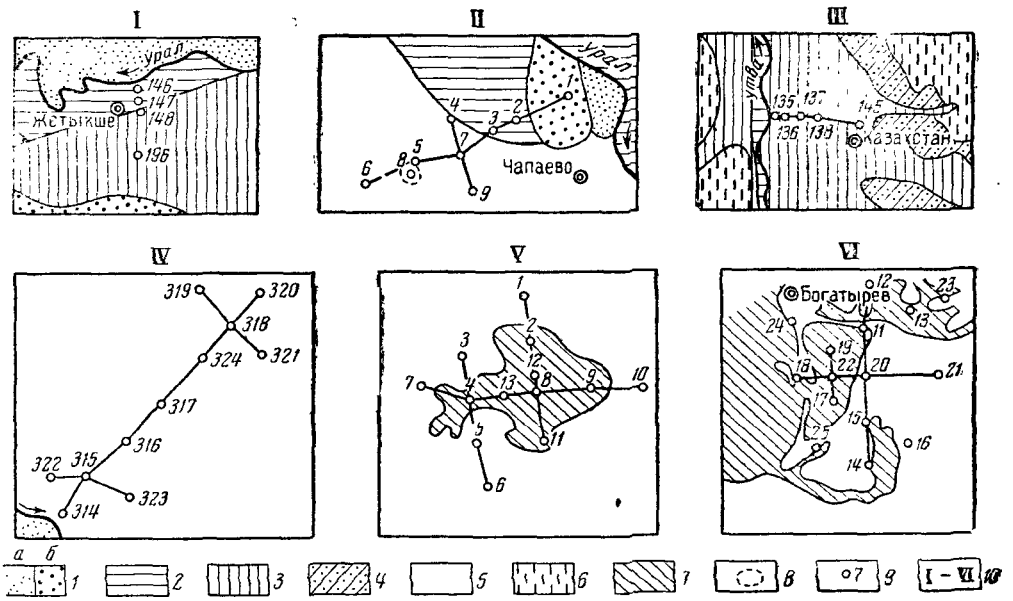


Рис. 53. Схема расположения наблюдательной сети на балаисовых участках северной части Прикаспия. (Составил А. В. Сотников, Н. И. Гордиенко)

Современные пойменные террасы: *1* — пойма (*а* — низкая, *б* — высокая); *2* — верхнечетвертичная I надпойменная терраса; *3* — верхнечетвертичная II надпойменная терраса; *4* — среднечетвертичная III надпойменная терраса; *5* — хвалынская равнина; *6* — неогеновая поверхность выравнивания; *7* — лиман; *8* — западина; *9* — наблюдательная скважина и ее номер; *10* — наблюдательные участки; I — Жетыкшинский, II — Чапаевский, III — Казахстанский; IV — Ащеузекский; V — Талдыкудукский; VI — Богатыревский

Ниже дается описание режима подземных вод на восьми отдельных участках: северная часть Прикаспия, район оз. Индер, г. Гурьев, долина р. Илека, песчаный массив Большие Барсуки, Челкарский, Донгустауский и Южно-Мангышлакский артезианские бассейны.

Режим грунтовых вод северной части Прикаспия изучался Прикаспийской (1952 г.) и Уральской (1960 г.) гидрогеологическими станциями.

Режим уровня грунтовых вод прибрежных зон изучался на трех наблюдательных участках: Жетыкшинском (левый берег долины Урала у пос. Жетыкше), Чапаевском (правобережье Урала у пос. Чапаево) и Казахстанском (правый берег р. Утвы у ст. Казахстан) (рис. 53—56).

Грунтовые воды здесь приурочены к различным по возрасту и генезису отложениям. На Жетыкшинском и Казахстанском участках они залегают в верхне-среднечетвертичных разнозернистых песках с линзами суглинка, гравия и галечника, а водоупором служат акчагыльские глины. На Чапаевском грунтовые воды заключены в аллювии долины

р. Урала и в верхнечетвертичных хвалынских отложениях, подстилающихся бакинскими глинами. Водопроницаемость водовмещающих пород на этих участках характеризуется коэффициентом фильтрации от 4,5 до 8,6 *м/сутки*.

Как показали наблюдения в долине р. Урала, весной (апрель — май) происходит резкий подъем уровня грунтовых вод. Вблизи реки уровень в скважинах на Жетыкшинском участке устанавливается в среднем на 2,85 *м* ниже поверхности земли, а на Чапаевском на 4,5 *м* (Ярцева, 1955, 1959, 1960). Амплитуда колебания уровня грунтовых вод аллювиальных отложений в долине р. Урала варьирует в пределах 0,35—4,5 *м* и зависит от удаленности участка от речного водотока, увеличиваясь вблизи него. На Хвалынской равнине, примыкающей к долине р. Урала (Чапаевский участок), среднегодовая амплитуда уровня составляла 0,21 *м* при глубине залегания водоносного горизонта 2,5—5,0 *м*.

В долине р. Утвы (Казахстанский участок) в период весеннего паводка наблюдается несколько иной ход колебаний уровня грунтовых вод. Здесь наряду с общим региональным подъемом уровня отмечается резкое его возрастание на участках, удаленных от русла реки (табл. 19).

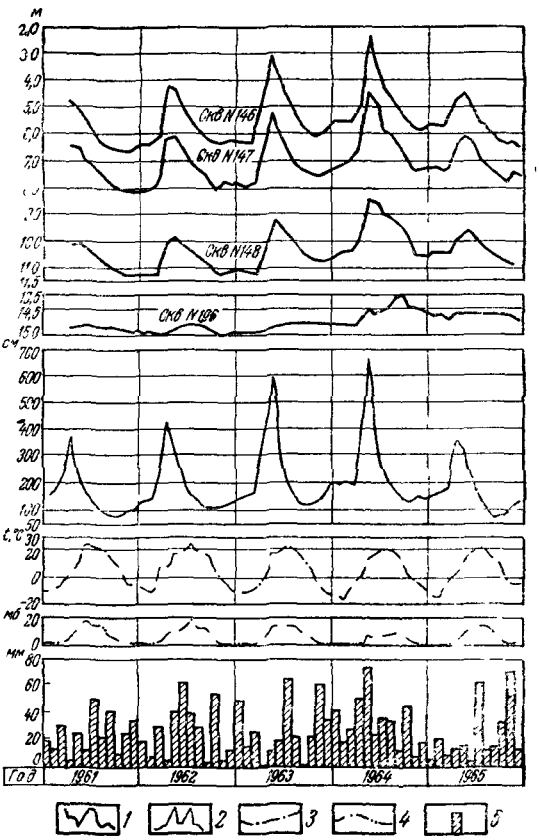


Рис. 54. Изменение уровня грунтовых вод и метеогидрологических факторов на Жетыкшинском балансовом участке. (Составил Н. И. Гордненко)

1 — уровень грунтовых вод (*м*); *2* — уровень воды в р. Урале; *3* — температура воздуха (*t*°C); *4* — дефицит насыщения воздуха (*мб*); *5* — атмосферные осадки (*мм*)

Такое явление, очевидно, вызвано усиленной инфильтрацией талых снеговых вод на участках понижения рельефа.

Весенний подъем уровня грунтовых вод сменяется летним спадом, а с августа начинается его постепенное снижение. В осенне-зимний период стабильное положение уровня продолжается до марта, а иногда и до первой декады апреля. Уклоны зеркала грунтовых вод в осенне-зимний период направлены в сторону рек и составляют 0,0001—0,0006 *м/км*.

Расчеты баланса грунтовых вод на Чапаевском участке показывают, что основными элементами баланса являются инфильтрация атмосферных осадков и отток, при существенном значении испарения. Большая роль принадлежит оттоку, величина которого составляет 45—98% от общего расхода грунтовых вод. Величины инфильтрации и испарения не превышают 10 *мм/год*. При наличии постоянного оттока происходит опреснение грунтовых вод и рассоление почв.

Таблица 19

Колебание уровня грунтовых вод долины р. Утвы

Номер скважины	Расстояние от р. Утвы, *км*	Амплитуды колебаний уровня грунтовых вод в весенний паводок, *м*
135	Вблизи реки	0,29—0,7
136	1,5	0,43—0,98
137	2	0,75—1,72
138	3	1,04—2,1
145	6	0,26

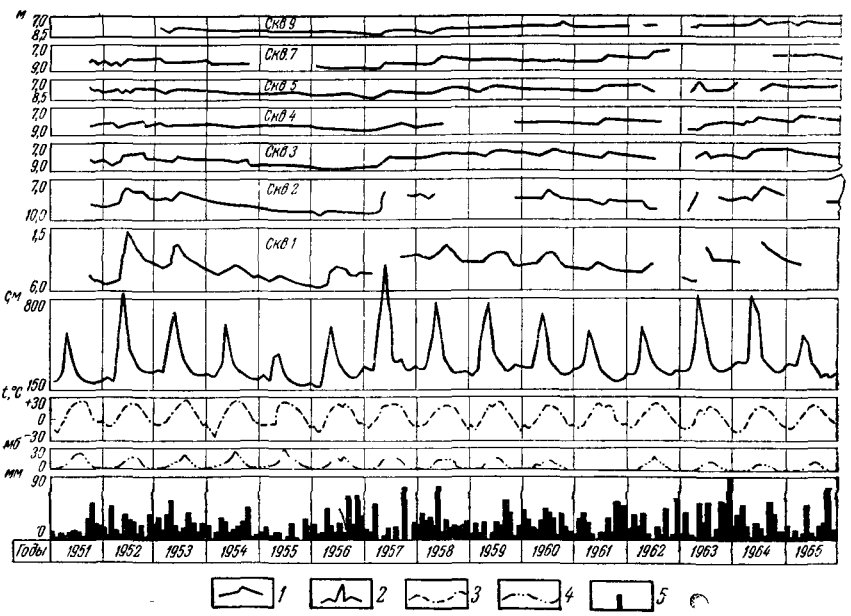


Рис. 55. Изменение уровня грунтовых вод и метеогидрологических факторов на Чапаевском балансовом участке. (Составил Н. И. Гордиенко)
1 — уровень грунтовых вод (*м*); *2* — уровень воды в р. Урале (*см*); *3* — температура воздуха (t°C); *4* — дефицит насыщения воздуха (*мб*); *5* — атмосферные осадки (*мм*)

В период весеннего половодья грунтовые воды по составу пресные (0,4—1 *г/л*). В летний и осенне-зимний периоды их минерализация повышается от 1,6 до 4 *г/л* на Жетыкшинском, до 1,5 *г/л* на Чапаевском и от 1,5 до 3 *г/л* на Казахстанском участках.

Во все периоды года минерализация грунтовых вод в долинах рек Урала и Утвы растет по мере удаления от их русел. По химическому составу преобладают воды хлоридные натриевые (Жетыкше), гидрокарбонатные натриевые (Чапаево) и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые и хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые (Казахстанский участок).

Таким образом, в долинах рек годовой ход уровня грунтовых вод характеризуется резким подъемом в паводок, крутым спадом после паводка, плавным снижением, начиная с середины лета, и стабильным положением в осенне-зимний период. На равнине, примыкающей к долине р. Урала, амплитуда колебания уровня в течение года весьма не-

велика. Влияние паводковой волны на подъем уровня грунтовых вод сказывается только на участках, удаленных на 2—3,5 *км* от русла рек. Поток грунтовых вод в осенне-зимний период направлен в сторону реки при уклоне зеркала 0,0001—0,0006. В балансе значительную роль играет постоянно действующий подземный боковой отток. Вследствие этого грунтовые воды дренируются рекой, что вызывает их опреснение и рассолонение почв.

Грунтовые воды в основном питаются осадками осенне-зимнего периода (ноябрь — апрель).

По характеру колебаний уровня грунтовых вод с сезонным питанием в прибрежных зонах рассматриваемых долин можно выделить два типа режима: 1) приречный, который в зависимости от геоморфологических условий переходит в террасовый; 2) междуречный, развитый на примыкающей к долине р. Урала Хвалынской равнине.

Режим грунтовых вод зоны лиманов и разливов изучался на наблюдательных участках Талдыкудукском (в лимане Бегишкупа, около пос. Талдыкудук и Богатырево) в западной части Большого лимана и на прилегающей к нему равнине, вблизи пос. Богатырево.

Лиман Бегишкупа расположен в пределах Чижинско-Балыктинских разливов. Он представляет собой замкнутое понижение неправильной формы площадью около 4 $км^2$ с глубиной вреза около 1,5 *м*.

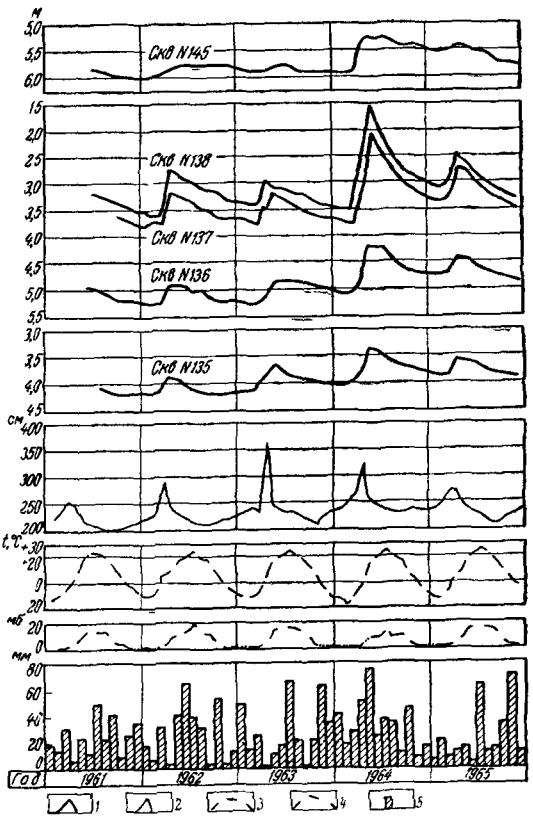


Рис 56 Изменение уровня грунтовых вод и метеогидрологических факторов на Казахстанском балансовом участке (Составил Н. И. Гордиенко)

1 — уровень грунтовых вод (*м*); *2* — уровень воды в р. Утва, *3* — температура воздуха (°С), *4* — недостаток насыщения воздуха (*мб*), *5* — атмосферные осадки (*мм*)

Большой лиман (длиной 40—45 *км* и шириной до 10 *км*) имеет неправильную форму с глубиной вреза до 1—1,5 *м*. На востоке посредством протоков он соединяется с древней озерной котловиной Большого Соркупы.

Лиманы весной заполняются талыми снеговыми и паводковыми водами рек (Чижа и Западная Дюра), которое сохраняются на их поверхности до 1—3 месяцев.

Грунтовые воды в пределах наблюдательных участков приурочены к современным озерно-аллювиальным и верхнечетвертичным хвалынским отложениям. Водовмещающие породы — преимущественно суглинки и супеси, переслаивающиеся с тонко- и мелкозернистыми глинистыми песками. Водопроницаемость этих пород характеризуется средними коэффициентами фильтрации 0,13—0,19 *м/сутки*.

По данным многолетних наблюдений на Талдыкудукском (1951—1954) и Богатыревском (1951—1965) участках уровень грунтовых вод

в зоне разливов (лиманов) характеризуется сезонными, закономерно изменяющимися колебаниями.

Весенний подъем уровня грунтовых вод начинается в марте — апреле с переходом среднемесячных температур воздуха к положительным значениям. За пределами лиманов подъем начинается на несколько дней позже, чем в самих лиманах. Наиболее интенсивный подъем уровня зафиксирован в скважинах, расположенных в лиманах, залитых водой.

Так, в лимане Бегишкупа зеркало грунтовых вод достигает поверхности земли примерно через 10 дней после начала подъема. Весенний подъем зеркала достигал 1,5—2,0 *м* в лимане Бегишкупа и не превышал 1 *м* на окружающей его равнине; в Большом лимане он составлял 2,3—3,1 *м*, а за его пределами 0,5—0,8 *м*. Продолжительность подъема уровня на равнине больше, чем в лиманах. Питание грунтовых вод в весенний паводковый период происходит более интенсивно. Так, в лимане Бегишкупа инфильтрация атмосферных осадков достигала 1,5 *мм/сутки*, а на равнине 0,5 *мм/сутки*.

Весной, в период интенсивного питания грунтовых вод, под лиманом Бегишкупа (Ярцева, 1955, 1959, 1960) и Большим лиманом (Гуркина, 1955, 1960 и Ахроменко, 1967) образуются куполообразные повышения уровней. При образовании куполов грунтовые воды распространяются от лиманов радиально в стороны окружающей равнины.

При освобождении поверхностей лиманов от воды уровень грунтового зеркала начинает быстро снижаться. Так, уже за первые два месяца в лимане Бегишкупа уровень понижается на 1,5 *м*. В дальнейшем интенсивность понижения уровня заметно уменьшается вплоть до весеннего подъема. К осени куполообразная форма поверхности грунтовых вод выравнивается, хотя обильные дожди могут вызвать заметное повышение уровня. Снижение уровня грунтовых вод, как отмечают Е. Н. Ярцева (1960, 1959) и Н. Ф. Гуркина (1960), происходит в результате растекания и испарения вод. Так, в лимане Бегишкупа интенсивность испарения в мае и июле составила 0,22—0,23 *мм/сутки*, а с июля по октябрь равнялась 0,03 *мм/сутки*. За пределами лимана Бегишкупа за этот же период испарение составило около 0,04—0,043 *мм/сутки*. Небольшое увеличение испарения грунтовых вод на равнине наблюдается во второй половине лета, что связано с появлением глубоких трещин в почве при ее иссушении (Ярцева, 1959, 1960). Зимой (январь — февраль) испарение не превышает 0,0048 *мм/сутки*.

Основными элементами баланса грунтовых вод на описываемых участках являются инфильтрация и испарение. Подземный приток и отток имеет небольшую величину. Соотношения инфильтрации и испарения на разных участках неодинаковы и тесно связаны с гидрохимическим режимом грунтовых вод.

На Талдыкудукском участке воды с наименьшей минерализацией распространены в центральной части лимана Бегишкупа. Сухой остаток изменяется от 26—39 (верхняя часть водоносного горизонта) до 58—62 *г/л* (нижняя часть). На окраине лимана минерализация вод достигает 67—80 *г/л*, а за его пределами 63—74 *г/л*. По химическому составу преобладают воды хлоридные натриево-магниевые, а в период подъема уровня хлоридные кальциево-натриевые. Изменение химического состава объясняется катионным обменом по следующей схеме (по Е. Н. Ярцевой):

$$2NaCl + Ca\,(адс.) \rightleftarrows CaCl_2 + 2Na\,(адс.).$$

В присутствии сульфатов магния хлористый кальций реагирует с ними и способствует образованию сульфата кальция:

$$CaCl_2 + MgSO_4 = MgCl_2 + \underset{\text{осадок}}{CaSO_4}.$$

Сульфат кальция выпадает в осадок в виде гипса, что приводит к увеличению минерализации вод и накоплению солей в грунтах.

На Богатыревском участке в пределах Большого лимана распространены пресные и слабосолоноватые воды (от 0,4—0,8 до 2,2 *г/л*), причем наблюдается увеличение минерализации с глубиной. На степной равнине вблизи лимана грунтовые воды солоноватые (5—8 *г/л*), а при удалении от него соленые (32—36 *г/л*). По химическому составу преобладают воды гидрокарбонатные натриевые (в лимане) и сульфатные натриевые (на равнине). В осенне-зимний период состав вод изменяется на хлоридно-гидрокарбонатный (в лимане) и хлоридно-натриево-магниевый (на равнине). Только в северной части лимана на равнине воды хлоридные магниево-натриевые.

Пресные щелочные воды в Большом лимане, по мнению Н. Ф. Гуркиной (1955), формируются вследствие выщелачивания солей из солонцеватых почв и грунтов паводковыми речными водами местного стока.

При выщелачивании между инфильтрационными водами и засоленными породами происходит катионный обмен. Формирование же высокоминерализованных вод на равнине связано с процессами континентального засоления пород при высоком испарении и отсутствии бокового стока.

Таким образом, на участках лиманов и разливов рек в период их затопления талыми снеговыми и речными образуется куполообразный подъем зеркала грунтовых вод. С течением времени при воздействии испарения и оттока вод уровень их понижается до начала следующего весеннего подъема.

Основными элементами баланса грунтовых вод являются инфильтрация атмосферных осадков и испарение с поверхности грунтовых вод. Подземный приток и отток здесь незначительны. Большая роль в балансе принадлежит испарению.

В бессточном лимане Бегишкупа и прилегающей к нему равнине вследствие малой растворимости сульфата кальция и выпадения его в осадок происходит увеличение минерализации грунтовых вод и накопление солей в грунтах. В Большом проточном лимане вследствие промывания солонцеватых почв и грунтов паводковыми речными водами местного стока формируются гидрокарбонатные натриевые воды, а в прилегающей Хвалынской равнине — высокоминерализованные воды (хлоридные натриевые).

Режим грунтовых вод в зоне засушливой степной Хвалынской равнины изучался на Ащеузекском опытном участке. Грунтовые воды распространены здесь в толще суглинков с тонкими прослоями мелкозернистых, иногда гравелистых песков верхнечетвертичного (хвалынского) возраста. Водоупором для грунтовых вод служат хвалынские или хазарские глины. Водопроницаемость водовмещающих пород невелика, коэффициенты фильтрации не превышают 0,5 *м/сутки*.

По данным многолетних наблюдений (1953—1965 гг.), амплитуда колебания уровня грунтовых вод в хвалынских отложениях весьма незначительна. По сезонам года и в течение года почти невозможно проследить подъем или спады уровня воды. Лишь в годы с обильными атмосферными осадками наблюдаются весенне-летние подъемы и осенне-зимние спады. Так, в скважинах, расположенных в микропонижениях равнины, где скапливаются талые снеговые воды, годовая ампли-

туда колебания уровней достигает 0,6 *м*, а за пределами этих понижении 0,12—0,29 *м*. Уклон зеркала грунтовых вод составляет 0,0001.

Расчеты баланса грунтовых вод, произведенные Е. И. Ахроменко и З. Д. Астроверховой (1967), показывают, что основными элементами баланса являются инфильтрация атмосферных осадков и испарение при незначительном подземном притоке и оттоке.

Инфильтрация происходит главным образом весной (март — май), достигая величины 0,005—0,02 *мм/сутки*. Испаряемость в это время года из-за невысокой температуры воздуха невелика Наибольшая ее величина (0,01 *мм/сутки*) отмечается в летние месяцы. Сумма месячных осадков в это время составляет 0,8—55 *мм*, а температура воздуха 27—39° С.

Минерализация грунтовых вод в осенне-зимний период, достигающая 11—23 *г/л*, а местами и более, при наступлении весеннего паводка снижается. По химическому составу грунтовые воды здесь очень пестрые. от сульфатных до хлоридных натриевых и натриево-магниево-кальциевых.

Режим подземных вод соляного купола в районе оз. Индер. Изучение гидрогеологических условий и режима подземных вод Индерского соляного купола ведется с 1936 г. Площадь данного купола превышает 100 *км*. Водоносный горизонт мощностью 15 *м* залегает на глубине 34—35 *м* ниже поверхности Водоупором служит плотная толща кунгурской соли, мощность которой около 5 *км*.

Водовмещающими породами являются сильно закарстованные трещиноватые гипсы. Минерализация воды колеблется от 30 до 350 *г/л*, увеличиваясь к подошве (основанию) водоносного горизонта.

На поверхности купола насчитывается около 2000 карстовых воронок (многие из них с понорами) и долин, через которые идет основное питание подземного горизонта в период снеготаяния.

Подземный сток направлен в сторону оз. Индер. Здесь на северном берегу озера имеется несколько десятков естественных выходов, три из которых характеризуются значительными дебитами (5—25 *л/сек*).

За период многолетних наблюдений годовая амплитуда колебания уровня подземных вод «гипсовой шляпы» соляного купола составила в среднем около 0,6 *м*, причем максимальные амплитуды наблюдались: в 1942 г — 1,2 *м*, в 1956 г. — 1,0 *м* и в 1957 г. — 1,26 *м* По мере приближения к оз. Индер наблюдается снижение амплитуды колебания уровня подземных вод «гипсовой шляпы» от 0,5—0,79 до 0,21—0,29 *м*. Характер изменения среднемесячных дебитов родников и скважин, питающихся этими водами, показывает, что эти изменения зависят от количества выпадающих атмосферных осадков.

Суммарный расход трех основных наблюдаемых родников составляет 5,3—17,4% от расходной части баланса подземных вод водоносного горизонта, приуроченного к «гипсовой шляпе» Индерского купола (табл. 20).

Минерализация подземных вод «гипсовой шляпы» при неглубоком их залегании уменьшается в период весеннего снеготаяния. На больших глубинах (40—50 *м*) химический состав вод остается постоянным.

Режим грунтовых вод новокаспийских отложений в районе г. Гурьева. На территории г. Гурьева кратковременные наблюдения за колебанием уровня грунтовых вод проводились при инженерно-геологических исследованиях Московским институтом «Трансмостпроекта» (1954—1955 гг.) и Институтом геологии и геофизики (Колпаков, 1956 г.) Неполный трехгодичный цикл (1964—1966 гг.) режимных наблюдений за грунтовыми водами новокаспийских отложений в районе г. Гурьева

Таблица 20

Режим уровня и годовые расходы подземных вод Индерского поднятия за 1942—1960 гг. по данным трех родников

Год	Амплитуда колебания уровня подземных вод на куполе, *м*	Приходный баланс подземных вод основного водоносного горизонта гипсовой шляпы, млн. $м^3$	Суммарный расход трех родников	
			млн. $м^3$	% к приходному балансу
1942	1,23	29,50	2,51	8,5
1943	0,65	15,55	0,88	5,3
1944	0,39	9,46	0,98	10,4
1946	0,11	2,64	0,46	17,4
1947	0,23	5,52	0,81	14,7
1948	0,24	5,76	0,68	11,8
1949	0,27	0,48	0,48	7,4
1950	0,42	10,07	1,24	12,3
1954	0,53	12,70	1,33	10,5
1956	0,67	16,07	1,40	8,7
1957	0,94	22,54	1,70	7,5
1960	0,34	9,28	0,97	7,7

приведен в отчете Гурьевской гидрогеологической станции (Васильева, 1967 г.).

Грунтовые воды новокаспийских песчано-глинистых отложений гидравлически связаны с водами нижележащего хвалынского водоносного горизонта и с р. Уралом. Естественный уровенный режим грунтовых вод нарушен влиянием городского хозяйства (потери воды из водопроводов и центральных отопительных систем, полив зеленых насаждений, скопление талых снеговых и дождевых вод в дренажных сооружениях при строительстве). Питание грунтовых вод из этих дополнительных источников (при весьма низких фильтрационных свойствах грунтов зоны аэрации и водовмещающих пород) вызывает подъем их уровня на локальных участках независимо от климатических факторов. При нарушенном режиме годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод на территории г. Гурьева достигает 1,5 *м*.

Режим грунтовых вод аллювиальных отложений долины р. Илека. Систематические наблюдения за режимом грунтовых вод аллювиальных отложений р. Илека и изучение режимообразующих факторов ведется Актюбинской гидрогеологической станцией с 1958 г. Кроме того, режимные наблюдения проводились с перерывами в 1939—1953 гг. в долине этой реки на участках водозаборных сооружений городов Актюбинска и Алги. Отдельные сведения по режиму грунтовых вод в районе г. Актюбинска приведены в работах П. М. Фролова, А. В. Сотникова, Н. Э. Зейберлиха, С. А. Игумнова (1941—1957).

Наблюдательная сеть, состоящая из нескольких десятков оборудованных скважин, расположена в долине р. Илека и ее притоков (Сазды, Карагалы, Тамды, Дженишке). Подземные воды приурочены к аллювиальным песчано-гравийно-галечниковым отложениям. Мощность их 15—40 *м*. Водоносный горизонт залегает под суглинком на глубине 3—15 *м*. Вода пресная.

Грунтовые воды долины р. Илека питаются в основном в весенний паводок речными и снеготалыми водами и в меньшей степени — осенними дождевыми. Колебание уровня грунтовых вод зависит от месторасположения наблюдательных точек по отношению к руслам рек (табл. 21).

Таблица 21

Изменение амплитуды колебания уровня грунтовых вод р. Илека за 1964 г.

Номер скважины	Расстояние до русла, *м*	Годовая амплитуда уровня грунтовых вод, *м*
121	30	3,2
I надпойменная терраса		
191	70	2,05
102	400	1,23
104	1000	1,07
II надпойменная терраса		
107	2100	0,56
120	3000	0,32
126	4000	0,25

В наблюдательных скважинах, наиболее удаленных от русла реки, отмечается минимальная амплитуда колебания уровня грунтовых вод. Наивысшее стояние уровня воды в скважинах по сравнению с пиком речного паводка смещается во времени на 2—3 дня на пойме, на 8—14 дней на I надпойменной террасе и на 5—7 месяцев на II террасе. Влияние литологического состава пород зоны аэрации на величину амплитуды колебания уровня грунтовых вод прослежено на различных участках. Так, в долине р. Илека, на участке ее притока Тамды, где породы зоны аэрации сложены отсортированными разнозернистыми песками, амплитуда колебания уровня превышает 2 *м* (скв. 444, 1964). Там же, где породы зоны аэрации сложены песками с глинистыми прослоями (например, вблизи русла р. Дженишке), эта величина уменьшается до 1,11 *м* (скв. 915, 1964), а на участке развития суглинков (у русла р. Сазды) — до 0,63 *м* (скв. 1).

В радиусе влияния водозаборных скважин (до 3—4 *км*) уровенный режим грунтовых вод в основном зависит от расхода водозаборов. По данным наблюдений в 1957—1966 гг., под влиянием существующего водозабора отмечалось общее понижение уровня грунтовых вод.

Взаимная связь грунтовых и поверхностных вод наблюдается в прирусловой зоне. Весенний и осенний паводки пополняют запасы подземных вод (рис. 57), а в межень река питается грунтовыми водами (табл. 22).

Температурный режим грунтовых вод аллювиальных отложений и грунтов зоны аэрации также связан с влиянием климата. Минимальные температуры (4,3—5,3° С) грунтовых вод характерны для ранней весны (перед снеготаянием), максимальные (8—9° С) — для осени (табл. 23).

Приведенные в табл. 23 данные свидетельствуют о снижении амплитуды колебания температуры почво-грунтов с глубиной от 34,2 до 9,8° С. Многолетнее изучение пород зоны аэрации (мощность до 3 *м*) показывает, что в ней происходят интенсивные процессы засоления и миграции влаги. Наиболее равномерное распределение влажности (13,2—30,2%) наблюдается в средней части зоны аэрации в интервале 0,8—1,6 *м*. С поверхности до глубины 0,6—0,8 *м* влажность пород изме-

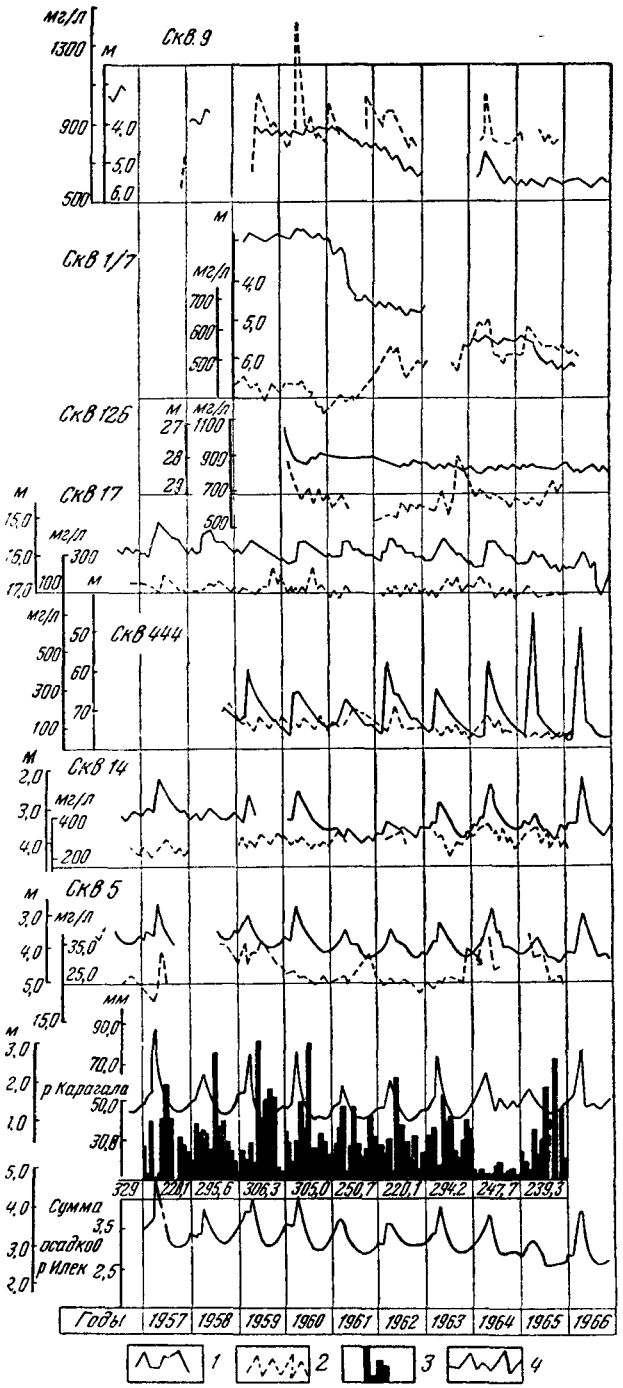


Рис. 57. Изменение атмосферных осадков и гидрогеологических показателей. (Составили Ю. В. Архидьяконских, Н. М. Васильева)

1 — уровень грунтовых вод, *м*; *2* — минерализация грунтовых вод, *мг/л*; *3* — атмосферные осадки, *мм*; *4* — уровень воды р. Илека, *м*

Таблица 22

Фильтрация речных (+) и отток грунтовых вод (—) в реки Илек и Карагалы ($м^3/сек$, 1959 г.) в районе г. Актюбинска

Месяцы	Первый участок (Илек Верхний)				Второй участок (Илек Водокачка—Илек Нижний)			
	I декада	II декада	III декада	Средний	I декада	II декада	III декада	Средний
Январь	—	—	—	—0,52	—	—	—	—
Февраль	—	—	—	—0,22	—	—	—	—0,1
Март	—0,32	—0,07	—0,99	—0,23	—0,55	—1,23	—1,56	—1,11
Апрель	—6,74	+46,49	+5,15	+9,44	+4,61	+25,22	+3,98	+11,25
Май	—0,85	—0,54	—0,72	—0,49	—1,59	—0,47	—0,67	—0,01
Июнь	—1,33	—1,01	—0,59	—0,52	—0,80	—0,76	—1,76	—1,56
Июль	—0,56	—0,47	—0,22	—0,42	—0,43	—0,60	—0,39	—0,49
Август	—	—	—	—0,05	—	—	—	—0,23
Сентябрь	—	—	—	—0,21	—	—	—	+0,02
Октябрь	—	—	—	—0,62	—	—	—	+0,12
Ноябрь	—	—	—	+0,2	—	—	—	—0,80
Декабрь	—	—	—	+0,116	—	—	—	—0,18

Таблица 23

Зависимость амплитуды колебания температуры почво-грунтов зоны аэрации от температуры и глубины замера на участке междуречья Илека и его притока Сазды

Температура, °С	Глубина замера, *м*	Дата	Минимальная температура, °С	Дата	Максимальная температура, °С	Амплитуда, °С
Воздуха	—	17 XI 1960	—26	24 VI 1951	+30	56
Грунта	0,2	13 I 1961	—10	4/VIII 1961	+24,2	34,2
»	0,4	13/I 1961	—8,9	5/VIII 1961	+22,1	31
»	0,8	17/I 1951	—4,8	2/VIII 1961	+20,7	25,5
»	1,2	13/II 1961	—2,6	25/VIII 1961	+18,3	20,9
»	1,6	23/III 1961	—0,9	28/VIII 1961	+16,6	17,9
»	2,4	14 III 1961	+1,5	2 IX 1961	+14,4	12,9
»	3,2	4/IV 1961	+2,9	22/IX 1961	+12,7	9,8

няется от 9,7 до 30,9% под воздействием климатических факторов. В нижней капиллярной зоне (0,8—3 *м*) пределы содержания влаги наиболее широкие — от 2 до 32,6%, что в основном зависит от колебания уровня подземных вод.

Минимальное содержание солей здесь наблюдается до глубины 0,2—0,4 *м*, где происходит выщелачивание почво-грунтов талыми снеговыми и дождевыми водами и в нижней капиллярной зоне с 1,8 до 3 *м*, где соли в грунтах растворяются грунтовыми водами.

Максимальному засолению подвержена средняя часть грунтов зоны аэрации (0,6—1,8 *м*), причем суглинистые разности пород содержат больше солей, чем пески.

По данным режимных наблюдений, на формирование химического состава грунтовых вод долины р. Илека оказывают влияние непересыхающие реки Илек и Карагалы, а также паводки временных водотоков рек Тамды, Сазды, Дженишке, Песчанки, Бутака и воды коренных отложений.

Наиболее пресные воды с минерализацией 0,1—0,3 *г/л* формируются в зоне влияния временных речных водотоков с малой площадью

водосбора (Тамды, Песчанка), а также на участках, сложенных хорошо проницаемыми породами. В составе этих вод преобладают гидрокарбонаты. В долинах пересыхающих рек Дженишке, Сазды, Бутака, где породы зоны аэрации сложены менее проницаемыми суглинками, минерализация подземных вод несколько возрастает (0,3—0,6 *г/л*) при довольно стабильном гидрокарбонатно-сульфатном их составе.

В долинах постоянных речных водотоков Илека и Карагалы формируются подземные воды с сухим остатком 0,6—0,8 *г/л*, реже 0,3—1,2 *г/л* и смешанным ионным составом. Изменение минерализации и химического состава во времени связано с условиями их питания и разгрузки (фильтрацией поверхностных вод в период паводка, меженным питанием реки грунтовыми водами и капиллярным испарением с их зеркала). К местам разгрузки подземных вод коренных пород, подстилающих аллювий, приурочены воды с повышенной минерализацией (до 34 *г/л* и более).

Почти повсеместно влияние на формирование химического состава грунтовых вод оказывает привнос солей из зоны аэрации. Участки с резко выраженным влиянием солевого состава пород зоны аэрации на химический состав грунтовых вод можно подразделить на две категории. Для первой категории характерна небольшая мощность пород зоны аэрации (2,5—3,5 *м*), высокие фильтрационные свойства пород, незначительные уклоны поверхности участка по отношению к окружающей местности. Соли, накапливающиеся в верхней части разреза зоны аэрации, при интенсивном испарении влаги, поступающей по капиллярам, вмываются в водоносный горизонт и повышают общую минерализацию грунтовых вод (до 0,9—2,5 *г/л*). Для второй категории участков характерна более значительная мощность пород зоны аэрации (7—10 *м* и более) и повышенная минерализация вод (5—10 *г/л*) при сульфатно-хлоридном их составе. Изменение минерализации грунтовых вод во времени для этих двух категорий участков обусловлено влиянием климатических факторов (осадки, температура воздуха, испарение и т. д.).

В долине р. Илека на значительной площади распространены грунтовые воды со смешанным химическим составом, который формируется за счет влияния паводковых вод и поступления солей из зоны аэрации.

На участках эксплуатационных водозаборов грунтовые воды имеют более повышенную минерализацию (до 0,7—1,3 *г/л*), что связано с подтоком минерализованных вод из коренных пород.

Режим грунтовых вод песчаного массива Большие Барсуки. Изучение режима уровня грунтовых вод в песках Большие Барсуки проводилось Приаральской опытной станцией ВАСХНИЛ (Гаель, 1938—1950 гг.). С 1958 г. эти работы осуществляет Актюбинская гидрогеологическая станция. Наблюдениями было установлено, что на положение уровня грунтовых вод оказывает влияние: 1) инфильтрация талых снеговых вод, которая возникает в середине марта и достигает максимума в апреле. На участках с небольшой глубиной залегания грунтовых вод (до 3 *м*) весенний подъем уровня составляет 1—1,5 *м*, а на участках с глубиной залегания до 3—5 *м* и более он не превышает 15—30 *см*; 2) транспирация растениями (в августе — сентябре); 3) инфильтрация дождевых осадков и уменьшение испарения с зеркала грунтовых вод в осенний период, в связи с чем уровень их поднимается на 0,1—0,23 *м*; 4) промерзание неглубоко залегающих вод зимой, при снижении их уровня до 0,1—0,25 *м*.

Средняя амплитуда колебания уровня грунтовых вод массива Большие Барсуки за 1963 г. составляла 0,63 *м*, за 1964 г.— 0,67 *м* и за 1965 г.— 0,64 *м*. На участке Челкарского водозабора, эксплуатирую-

щего грунтовые воды на окраине песчаного массива, весенний подъем уровня воды в наблюдательных скважинах запаздывает на один месяц по сравнению со скважинами створа в центральной части массива — вдоль железной дороги. Амплитуда колебания уровня воды, по мере удаления от водозаборных скважин, постепенно увеличивается от 0,23 до 0,83 *м*. Радиус депрессионной воронки достигает 3,5 *км*.

Изменение температуры грунтовых вод зависит от глубины их залегания и времени года. Наибольшие колебания температуры наблюдаются при неглубоком залегании грунтовых вод. Минимальная температура (2,5—3,5°) отмечается во второй половине марта, максимальная (11—17,1°) — в июле.

Минерализация подземных вод на участках развеянных песков мало изменяется в течение года (табл. 24, скв. 5, 35). По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые или натриевые Сульфатные и хлоридные натриевые воды, развитые на участках выклинивания водоносного горизонта в закрепленных песках, повышают содержание солей в два-три раза (август — сентябрь) по отношению к весеннему периоду.

Таблица 24

Химический состав грунтовых вод песчаного массива Большие Барсуки

Номер скважины	Дата отбора проб 1964 г.	Сухой остаток, *г/л*	Химические элементы					
			Cl	SO_4	HCO_3	Na+K	Ca	Mg
5	27/V	171	7	12	159	26	26	7
5	30/VI	128	7	5	122	18	20	6
5	20/VIII	126	14	6	110	16	16	10
5	29/IX	136	7	8	122	14	22	8
5	29/X	138	7	—	134	21	20	6
7	27/V	703	97	242	171	213	14	12
7	30/VI	334	125	206	464	311	28	10
7	20 VIII	1303	159	271	354	412	28	19
7	20/IX	1252	173	458	342	339	62	25
35	8/IV	340	21	43	232	27	71	7
35	22/VI	176	14	41	98	1	36	7

Режим напорных вод Челкарского и Донгузтауского артезианских бассейнов. Наблюдения за режимом напорных вод эоценовых отложении бассейнов ведутся с перерывами с 1950 г. по настоящее время. В наблюдательной сети имеется 21 скважина.

Эоценовые отложения на участках режимных скважин состоят из мелкозернистых песков, залегающих на глубинах 170—250 *м* от поверхности. Мощность их колеблется от 10 до 30 *м*. Над ними лежат неганские плотные глины. Буровые скважины, вскрывшие эоценовый водоносный горизонт, самоизливают воду на поверхность земли. Минерализация воды составляет 1—3 *г/л*.

Альб-сеноманский водоносный горизонт в наблюдательных режимных скважинах Донгузтауского артезианского бассейна залегает на глубинах 250—650 *м*. Водовмещающие породы мощностью 100—200 *м* представлены мелкозернистыми песками, чередующимися с песчанистыми глинами. Все скважины самоизливают воду на поверхность. Минерализация воды хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатного натриевого состава колеблется от 1,5 до 5,0 *г/л*.

По данным замера дебита скважин, намечается общая тенденция к снижению расхода некоторых из них. Однако это не всегда указывает на истощение водоносного горизонта, часть скважин снижает свой расход или выходит из строя вследствие затрубных обвалов, образования песчаных пробок в стволе и кольматации фильтров (табл. 25). Косвенным показателем отработки внутрипластового давления является изменение минерализации и химического состава воды во времени по некоторым скважинам, в которых эксплуатируются совместно несколько горизонтов.

Таблица 25

Изменение среднегодового дебита (л/сек) по режимным скважинам Челкарского бассейна

Номер скважины	Год ввода скважины в эксплуатацию	Дебиты скважин					
		Первоначальный, после бурения	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.
23	1954	6,45	2,84	1,23	1,06	1,19	Вышла из строя
10	1955	11,4	7,06	12,0	11,4	12,7	2,6
21	1954	14	8,76	3,69	5,8	6,4	4
16	1954	11	10	7,2	6,3	7,7	6,9
18	1954	2 2	2,2	1,49	0,9	0,85	0,01
26	1954	1,75	1,94	2,4	2,4	—	—
27	1955	6,0	4,19	6,67	6,0	5,0	Вышла из строя
61	1958	12,5	—	—	—	12,5	14,0
27а	1959	0,6	—	—	—	—	0,59
70	1958	9,6	—	—	—	9,6	5,0

Режим подземных вод Южно-Мангышлакского артезианского бассейна. На территории Южно-Мангышлакского артезианского бассейна практический интерес представляют пресные и слабосолоноватые напорные воды сеноман-альба. В процессе эсплуатации этих вод в течение 1,5—4 лет здесь проводились режимные наблюдения (район Куюлус-Меловой, южный склон Каратау в Уланакской долине).

В первые годы эксплуатации сеноман-альбских горизонтов (1958—1959) на Уланакском участке, где в скважинах был получен самоизлив, отмечалась стабилизация дебитов, напоров и химического состава воды. Районная депрессия пьезометрической поверхности за это время охватила значительное пространство, вплоть до области питания (до 10 *км*), а затем (1964—1965 гг.) в связи с увеличением числа эксплуатационных скважин наблюдалась постепенная сработка напора.

Химические анализы воды из скважин, расположенных вблизи контура солоноватых вод, показали, что в первый период эксплуатации (1955 г.) минерализация вод составила 1,2—1,3 *г/л*, а начиная с 1956 и в последующие годы (1958—1959) несколько повысилась (до 1,5 *г/л*) при однотипном хлоридно-гидрокарбонатном или гидрокарбонатно-хлоридном натриевом составе.

С 1966 г. изучается режим грунтовых вод песчаных массивов Саускан, Баскудук, Тюесу, Мыса Песчаного и на участке Форта-Шевченко.

Наблюдениями на балансовом участке Саускан установлено следующие: 1) наибольшая величина инфильтрации атмосферных осадков (около 17% от их общей суммы) отмечена до глубины 1,5 *м*, на глубине 4—5 *м* она уменьшается до 6,1—8,5%; 2) наиболее интенсивное питание подземных вод происходит в осенне-весенний период; 3) в зим-

не-весенние месяцы идет медленный подъем уровня, а с середины мая по сентябрь отмечается его спад. В октябре — декабре наблюдается второй подъем уровня грунтовых вод, обусловленный осенне-зимними дождями. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод в предбарханной полосе составила 0,45 *м*, а в барханах 0,07—0,1 *м*; 4) среднегодовая температура грунтовых вод составляет 14,0—14,2° С при минимальной в феврале и максимальной в сентябре, октябре; 5) формирование подземных вод песчаного массива Саускан определяется засушливостью климата. Наблюдения показали, что в зимний период идет наиболее активное питание грунтовых вод. В песчано-глинистых отложениях хвалынского яруса минимальный уровень грунтовых вод зафиксирован в феврале, затем идет медленный подъем уровня до августа и спад его до конца года Максимальный уровень отмечается в период большого дефицита влажности воздуха. Подъем уровня в этот период происходит за счет конденсации водяных паров.

На территории Западного Казахстана изучение режима подземных вод начато сравнительно недавно. В настоящее время эти исследования продолжаются под руководством ВСЕГИНГЕО. Особое внимание обращено на изучение режима подземных вод на площадях Прикаспийской низменности, Мангышлака и Северного Приаралья.

ГЛАВА IX

ФОРМИРОВАНИЕ И ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Формирование подземных вод — сложный естественно-исторический процесс, особенно в условиях рассматриваемой территории, расположенной на стыке различных геоструктурных элементов: обширной Русской платформы на северо-западе. Туранской на юго-западе и юге и Уральской складчатой области на северо-востоке. Эти геоструктурные элементы со времени платформенного этапа существования территории Западного Казахстана развивались с различной интенсивностью в разном плане. Наиболее длительную историю формирования и преобразования имели подземные воды самой древней и глубокой Прикаспийской впадины, где платформенные водоносные осадки мощностью до 15—16 *км* образовались в течение всего палеозоя. В Туранской плите формирование их происходило позже — в верхнем палеозое и мезо-кайнозое. В это время в Урало-Мугоджарской складчатой области и прилегающих районах, а также на отдельных участках Центрально-Мангышлак-Устюртской зоны существовали сильно дифференцированные области суши.

Указанные особенности геологического развития различных частей Западного Казахстана отразились и в истории формирования подземных вод. В то время как в пределах Урало-Мугоджар и Центрального Мангышлака подземные воды возобновляются достаточно интенсивно и являются в основном молодыми инфильтрационными, во впадинах (Прикаспийской и Туранской) современная сложная картина пространственного распределения различных их типов отражает не только процессы, происходящие в настоящее время, но и геолого-гидрогеологическую историю развития территории со времени образования водовмещающих отложений в платформенном чехле. Однако, как показали исследования последних лет, подземные воды во впадинах рассматриваемой территории являются далеко не сингенетичными с водовмещающими породами, а возраст их даже в наиболее древних водоносных горизонтах центральных частей Прикаспийской впадины не превышает

130—160 млн. лет, т. е. не древнее юрского периода. Это позволяет рассматривать палеогидрогеологические условия территории, начиная с юрского времени. Кроме того, этот период, точнее начало юры — конец триаса, ознаменовался крупной перестройкой структурно-морфологического плана всего Западного Казахстана и прилегающих районов в связи с древнекиммерийской фазой складчатости, существенно отразившейся в истории формирования подземных вод.

Палеогидрогеологические условия формирования подземных вод. Имеющиеся геологические (палеотектонические и литолого-фациальные) данные позволяют восстановить палеогидрогеологическую обстановку территории Западного Казахстана в целом лишь в общих чертах, в первую очередь в части установления древних областей питания, стока, разгрузки и опреснения. При этом мы исходили из анализа возможностей формирования двух основных, отличных друг от друга типов подземных вод: седиментационных, захваченных осадками древних морей, лагун и прочих водоемов, и инфильтрационных, образовавшихся на суше в результате просачивания атмосферных и речных вод. Нами допущено, что при отступании моря и лагун, вслед за береговой линией, на некотором расстоянии от него, перемещается фронт инфильтрационных вод и происходит замещение ими соленых. В период же трансгрессий совершается обратный процесс.

Основную роль в перемещении береговых линий морей, а следовательно, областей питания и разгрузки, в изменении направления подземного стока на протяжении всей геологической истории играли колебательные движения. В результате многократного повторения таких движений почти на всей площади Западного Казахстана в настоящее время не сохранилось ни первичных морских, ни древних инфильтрационных пластовых вод.

Важная перестройка общего плана палеогидрогеологической обстановки описываемой территории и прилегающих районов происходила в конце позднетриасового времени в главную фазу древнекиммерийской складчатости, когда наряду с обширной горно-островной возвышенной равниной, ранее существовавшей в пределах Урало-Мугоджар, Северного Приаралья и Тургайского плато, вновь образовалась суша в центральной части Мангышлака, в районе современных Каратауских гор. В последующую, раннеюрскую, эпоху площадь суши увеличивалась, охватывая помимо указанных территорий значительную часть Центрального Мангышлака, Центрального Устюрта, Северного Бузачи, северных и западных обрамлений Прикаспийской впадины. По мнению Н. А. Крылова и А. К. Мальцева (1967), горные массивы и предгорные равнины в это время возникали, кроме того, в районе Карабогазского свода и, очевидно, Средне-Каспийской зоны, а также охватывали значительную территорию Центральных Каракумов и почти всю площадь центральной части Туранской плиты, вплоть до западных и северо-западных окраин Аральского моря.

В этих обширных областях раскрытого залегания водовмещающих донижнеюрских отложений формировались слабоминерализованные инфильтрационные воды.

На площадях, обрамляющих область суши, в центральных частях Южного Мангышлака, Южного и Северного Устюрта, современного Южно-Бузачинского прогиба, Туаркырской зоне, на юге Мугоджар, а также в краевых обрамлениях Прикаспийской впадины, особенно на ее востоке и юго-востоке, в толще преимущественно континентальных (аллювиальных и озерно-болотных) грубообломочных отложений нижней юры образовались солоноватые и нормально соленые воды. Стабильность сохранения солоноватых и слабосоленых вод в прибрежных

зонах седиментационного бассейна, в том числе на востоке и юго-востоке Прикаспийской впадины, где в этот период продолжали подниматься и размываться соляные ядра куполов, обеспечивалась поступлением пресных вод со стороны обширных областей суши.

Соленые воды и рассолы в доюрских отложениях формировались главным образом в центральных районах Прикаспийской впадины и отчасти Северного Устюрта и Южного Мангышлака, где в водоносных пластах существовали крайне затрудненные условия водообмена, а в Прикаспии, кроме того, местные подъемы на куполах способствовали интенсивному размыву, выщелачиванию соляной массы и росту концентрации пластовых вод.

Наметившиеся в позднетриасово-раннеюрский период прогибы продолжали расширяться в среднеюрскую эпоху. Постепенное расширение площадей образования седиментационных вод в осадках континентальных и морских водных бассейнов и сокращение площадей суши продолжалось почти до конца верхней юры, когда море достигало наибольшего размера. Судя по замещению среднеюрских терригенных отложений карбонатными, соленость водных бассейнов, рек и седиментационных пластовых вод постепенно нарастала и к концу отмеченного периода на большей территории Западного Казахстана была выше солености нормальной морской воды.

Области суши с сохранением и дальнейшим образованием слабоминерализованных подземных вод в течение юрского периода охватывали сравнительно ограниченные площади (рис. 58) В сравнительно короткое время низменная суша образовалась по всему обрамлению Прикаспийской впадины, в центральной части Мангышлака, в центре и на северо-востоке Устюрта.

С конца оксфорда — начала кимериджа создаются более благоприятные условия для образования слабоминерализованных вод, с вытеснением морских соленых площадей. Вытеснение соленых морских вод континентальными инфильтрационными происходило в результате регрессии водных бассейнов с территории Предуралья, Западного Примугоджарья, Тургая и Северного Приаралья, а также Центрального и Юго-Восточного Мангышлака, северного и центрального районов Бузачи. В самом конце верхней юры и в начале неокома бо́льшая часть описываемой территории (за исключением центральных районов Прикаспия, Северного Устюрта и Южного Мангышлака) и прилегающие зоны представляли сушу с неравномерно расчлененным рельефом. Таким образом, конец юрского гидрогеологического цикла в преднеокомское время был наиболее крупным периодом широкого распространения инфильтрационных подземных вод на суше.

В конце указанного гидрогеологического цикла наиболее пресные воды формировались, очевидно, на обширной площади низко-среднегорья и предгорных равнин, возникших вдоль северного, восточного, южного и отчасти юго-западного обрамлений описываемой территории Здесь на поверхности расчлененного палеорельефа обнажались водовмещающие породы доюрского, нижне-среднеюрского и ранне-верхнеюрского возрастов. В пределах же описываемой территории наиболее возвышенной сушей (низко-среднегорье и возвышенный мелкосопочник) оказались Урало-Мугоджарская зона, восточная и юго-восточная части Мугоджар, центральная (горная) и северная (Бузачи) части Мангышлака и прилегающие районы Центрального Устюрта. Здесь во второй половине верхней юры, а в районах Мугоджар, Юго-Восточного Примугоджарья, Мангышлакского Каратау и Северо-Бузачинского поднятия в течение всего юрского периода слабоминерализованные инфильтрационные воды образовались в доюрских и юрских отложениях, об-

наженных на поверхности. На периферии Прикаспийской впадины, значительной части Устюрта и на юге Мангышлака инфильтрационные воды образовались лишь спорадически в отложениях волжского яруса. В нижележащей мощной (до 0,5—1,0 *км* и более) толще юры, а также в центре Прикаспийской впадины происходил дальнейший рост концентрации погребенных седиментационных вод и образование рассолов.

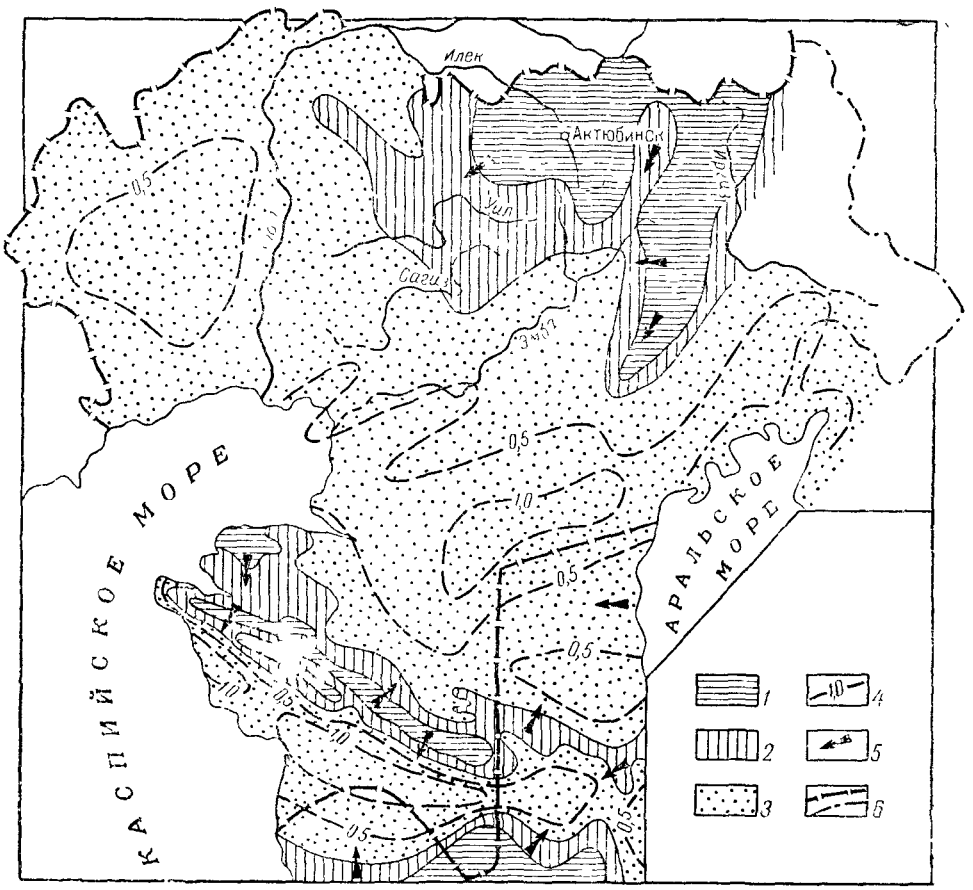


Рис. 58. *Палеогидрогеологическая схема юрских отложений.* (Составил Ж. С. Садыков)

Площади распространения подземных вод: 1 — пресных инфильтрационных вод в областях выхода на поверхность доюрских и юрских отложений; *2* — спорадического распространения пресных инфильтрационных вод в областях входа на поверхность пород; *3* — седиментационных соленых вод и рассолов; *4* — изолинии мощности отложений; *5* — направление подземного стока; *6* — граница Западного Казахстана

Новый гидрогеологический цикл на территории Западного Казахстана начался с ранненеокомского времени и с большим преобразованием продолжался до конца палеогена — нижнего миоцена. В начале цикла — в валанжине и готериве — бо́льшая часть описываемой территории была втянута в погружение, где отлагались терригенные и карбонатно-терригенные осадки. Устойчивая суша сохранилась лишь в наиболее возвышенных участках Урало-Мугоджар, а за пределами описываемой территории — в западном и северном обрамлениях Прикаспийской впадины, в районах Карабогазского свода и Южного Приаралья. Эти же районы суши сохранились в барреме и апте.

Барремский век, а на востоке и северо-востоке и готерив ознаменовались общим отступанием моря. Таким образом, значительная территория Западного Казахстана превратилась в обширную интенсивно прогибающуюся прибрежную равнину, аккумулировавшую в основном континентальные (красноцветные песчано-глинистые) осадки. Рельеф этих равнин был настолько низменным и выровненным, что даже незначительные опускания приводили к затоплению морем. В этой обстановке неокомская эпоха в целом имела неблагоприятные условия для формирования новых ресурсов слабоминерализованных вод на описываемой территории. На территории Прикаспийской впадины эти неблагоприятные условия усугублялись еще и тем, что здесь происходил почти повсеместный интенсивный рост куполов с амплитудой поднятия до 300—450 *м* (Айзенштадт, 1958) и выщелачивание их соляного ядра. Кроме того, уже в апте морская трансгрессия вновь охватила почти всю территорию Западного Казахстана, в том числе значительную часть Урало-Мугоджарской складчатой области и Тургая. Морской бассейн в таких же широких масштабах с некоторыми перерывами продолжал существовать до конца мелового периода. Причем нижнемеловое, сеноманское и отчасти нижнетурнейское моря откладывали в основном терригенные, временами существенно песчаные материалы, а сенонское и датское — преимущественно карбонатные осадки, содержавшие воды с повышенной минерализацией (более 35 *г/л*).

В результате всего описываемого водоносные горизонты меловых и домеловых отложений насыщаются солеными морскими водами, которые вследствие преобладающего закрытого характера водовмещающих пород стали подвергаться дальнейшему концентрированию и метаморфизации.

В конце сенона вновь стали проявляться в виде низменностей, а в датский век в виде возвышенностей районы Северного Приаралья и Тургая, а также Центрального Мангышлака. В начале палеогена области суши еще более расширились, охватив новые площади в восточной и северной частях Прикаспийской впадины, центральной — Устюрта и северной — п-ова Бузачи. Несмотря на то что эта значительная по площади область суши существовала в течение всего палеоцена и местами нижнего эоцена, она не влияла на изменение палеогидрогеологической обстановки территории. Эта суша (за исключением Урало-Мугоджар и современных Каратауских гор) незначительно возвышалась над уровнем моря и вследствие этого пресные инфильтрационные воды формировались, очевидно, лишь спорадически, в основном в самых верхних горизонтах только что отложившихся карбонатных пород верхнего мела.

Морские седиментационные воды (рис. 59) меловых водоносных горизонтов уже в эоцене (местами даже в верхнем палеоцене) вновь оказались погребенными под существенно глинистыми (на северо-востоке) и карбонатными (на юге) осадками новой морской трансгрессии, охватившей большую площадь. В период максимальной трансгрессии эоценового моря под его акваторией оказались даже те площади Мугоджар и Примугоджарья, которые не покрывались водой ранее, в эпоху максимальной верхнемеловой трансгрессии. Особенно интенсивное погружение происходило в Северном Приаралье, на севере Устюрта и на юге Мангышлака. Это был период самого широкого распространения седиментационных вод повышенной и высокой минерализации.

К концу палеогена и в нижнем миоцене количество площадей, выведенных из-под моря, возросло и увеличились их размеры. Почти вся территория Прикаспийской впадины, Урало-Мугоджар, центральных районов Мангышлака и Устюрта, а также Северо-Бузачинского подня-

тия в это время представляла сушу. Обширная площадь суши появилась и по северному, юго-восточному и южному обрамлению рассматриваемой территории.

К моменту завершения описываемого гидрогеологического цикла (нижнемиоценовое время) сформировались по существу почти все современные структуры Западного Казахстана и прилегающих районов

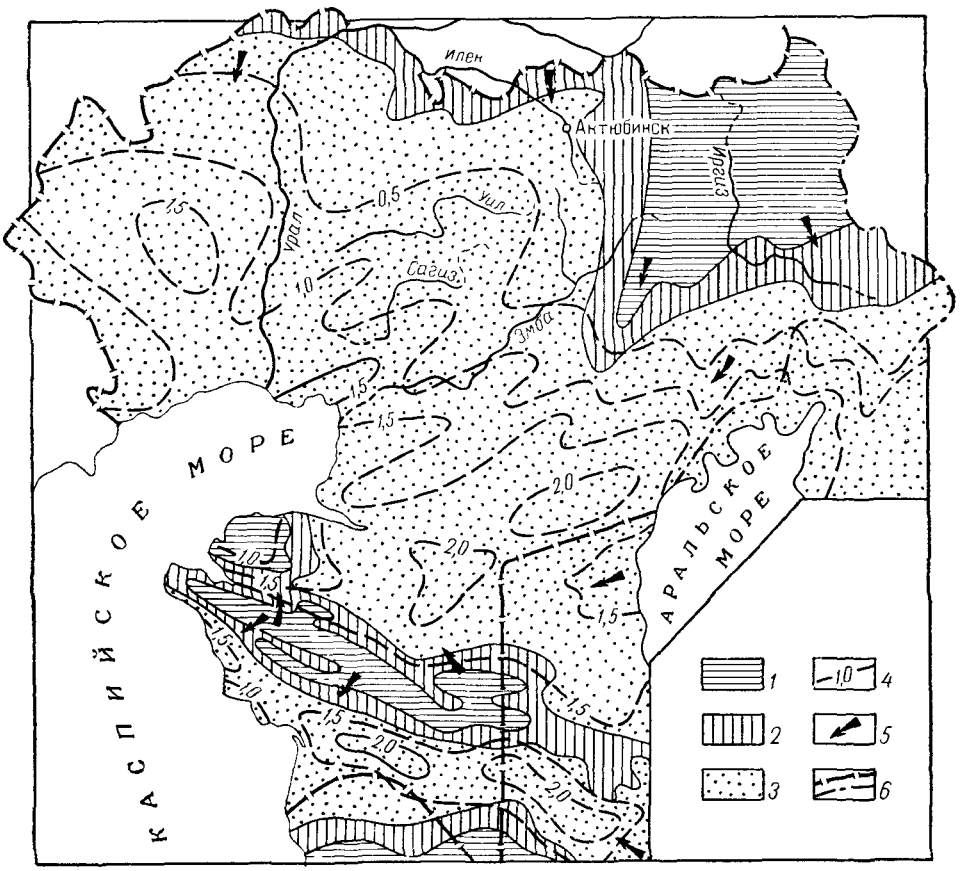


Рис. 59. Палеогидрогеологическая схема меловых отложений.
(Составил Ж. С. Сыдыков)

Площади распространения подземных вод: 1 — пресных инфильтрационных в области выхода на поверхность домеловых и меловых отложений; *2* — спорадического распространения пресных инфильтрационных вод в областях выхода на поверхность меловых пород; *3* — седиментационных соленых вод и рассолов, *4* — изолинии мощности отложений; *5* — направление подземного стока; *6* — граница Западного Казахстана

как в области поднятий, так и прогибов (рис. 60). К этому времени установилась определенная гидрогеологическая обстановка: в пластах песков, песчаников и отчасти карбонатных пород образовались достаточно выдержанные водоносные горизонты. Формирование в них подземных вод в разных частях описываемой территории происходило по-разному. В то время как в Урало-Мугоджарском, Тургайском, Примугоджарском районах и в ряде участков Центрального (горного) Мангышлака продолжительность инфильтрационных этапов была больше, чем седиментационных, в Прикаспийской впадине и центральных районах Бузачинско-Северо-Устюртской и Южно-Мангышлак-Устюртской зонах прогибов почти весь рассматриваемый гидрогеологический цикл

выражен седиментационным этапом формирования подземных вод под морскими бассейнами.

В пределах Урало-Мугоджар, Предуральской равнины и Центрального Мангышлака, где за длительный континентальный период глубокий денудационный срез обнажил мощные толщи ранее накопившихся донижнемиоценовых отложений, создавались наиболее благоприятные

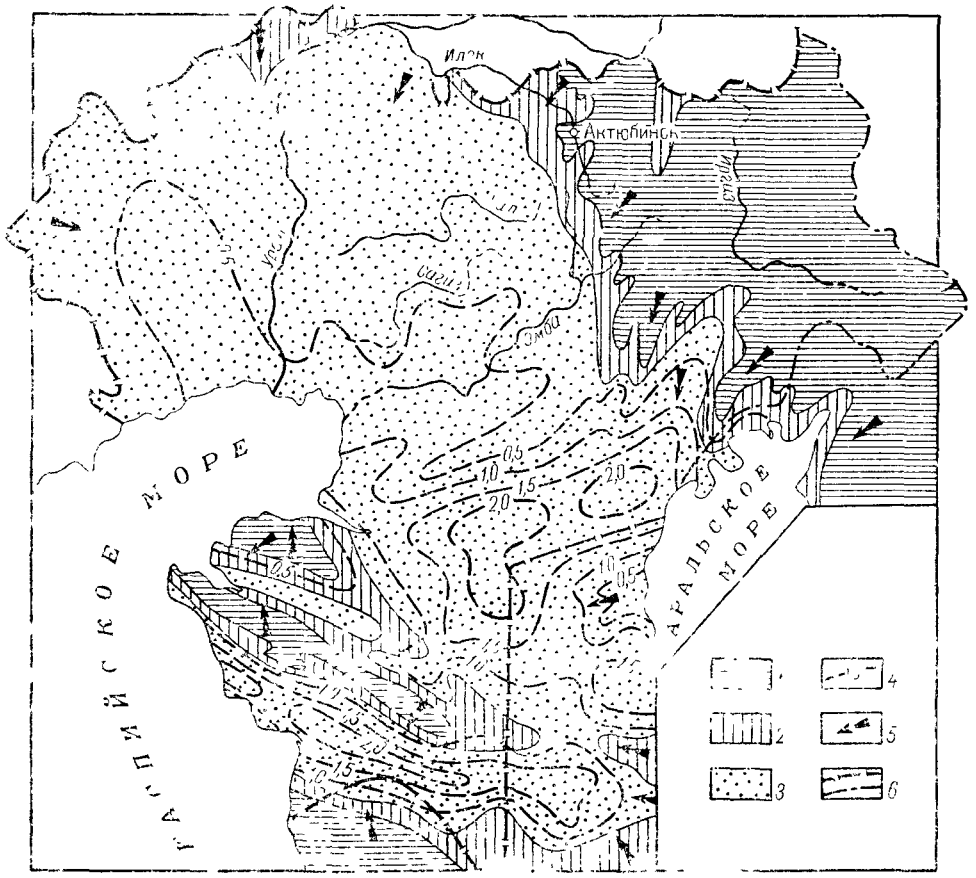


Рис. 60. Палеогидрогеологическая схема нижнемиоценовых отложений. (Составил Ж. С. Сыдыков)

Площади распространения подземных вод: 1 — пресных инфильтрационных вод в области выхода на поверхность донижнемиоценовых и нижнемиоценовых отложений; 2 — спорадического распространения пресных инфильтрационных вод в областях выхода на поверхность пород; 3 — седиментационных соленых вод и рассолов; 4 — изолинии мощности отложений; 5 — направление подземного стока; 6 — граница Западного Казахстана

условия для формирования слабоминерализованных инфильтрационных вод. Здесь, а также в прилегающих районах распространения водоносных комплексов донижнемиоценовых отложений, высококонцентрированные седиментационные воды были вытеснены пресными инфильтрационными и на некотором удалении от указанных районов формировались межпластовые воды артезианского типа. Разгрузка их, так же как и избыточных седиментационных вод, образовавшихся путем последовательного выжимания поровых вод из глинистых осадков в процессе их уплотнения в центральных частях прогибов, происходила вблизи береговых линий моря по северному и южному обрамлениям центральных частей Мангышлака и Устюрта, а также в солянокупольной обла-

сти Прикаспийской впадины. В центральных районах этой впадины и других прогибах рост минерализации пластовых вод под влиянием выщелачивания водовмещающих пород, растворения соляной массы, а также обменных и фильтрационных процессов происходил в течение продолжительного времени.

Большие различия в условиях формирования подземных вод в разных районах отразились в их концентрации и дифференциации по площади и в вертикальном разрезе. Можно предполагать, что если в Урало-Мугоджарской складчатой области, Предуральской и Тургайской равнинах, на центральных участках Мугоджар, а также в верхних водоносных горизонтах других районов суши к концу гидрогеологического цикла формировались слабоминерализованные пластовые воды, то в центральных районах Прикаспийского, Бузачинско-Северо-Устюртского и Южно-Мангышлак-Устюртского прогибах и в нижних горизонтах (юрских и доюрских) образовались воды с минерализацией, мало отличавшейся от современной, т. е. достигавшей 250—320 *г/л*.

Если в разрезе отложений, образовавшихся в осадочном чехле, присутствовала значительная толща глинистых и глинисто-карбонатных пород (50—80%), то существенную роль в формировании подобных рассолов играли поровые воды, отжатые из этих пород в процессе их диагенеза и уплотнения под влиянием все более возрастающей по мощности толщи новых образований (до 3—5 *км* на Мангышлаке и Устюрте и до 12—16 *км* — в Прикаспии). Нет сомнения, что количество воды, образовавшейся таким путем в пределах описываемой территории к концу отмеченного гидрогеологического цикла, достигало многих сотен кубических километров. Это количество разгружалось в основном последовательно в процессе осадконакопления вблизи береговых линий морских бассейнов через зоны разломов и прочие области дренажа.

Следующий гидрогеологический цикл в истории развития территории Западного Казахстана существовал в течение среднего миоцена — среднего плиоцена (рис. 61). Отличительная черта его состоит в том, что неравномерное погружение территории под морской бассейн происходило лишь в юго-западных и южных районах (центральная часть Прикаспийской впадины, Мангышлак и Устюрт). В это время вся территория северных и северо-восточных районов Западного Казахстана представляла собой равнину, на поверхности которой образовались в основном континентальные глинистые осадки. Последние затрудняли водообмен, ухудшали условия питания подземных вод и тем самым способствовали формированию на большей части равнины солоноватых и слабосоленых вод. Исключение составляли, очевидно, Урало-Мугоджарская складчатая область и возвышенные участки современного Урало-Эмбенского плато, которые представляли тогда довольно дифференцированную горно-островную равнину.

В юго-западных и южных районах морская трансгрессия достигла максимальной величины к среднему сармату, когда только небольшие останцы гор в пределах хребтов Западный и Восточный Каратау выступали из-под уровня моря. В результате этого происходило новое перемещение глубинных соленых и рассольных вод к поверхности, нарушив сложившийся до этого водообмен.

Морские бассейны указанного гидрогеологического цикла были, вероятно, очень маловодными. Береговые линии их постоянно перемещались. Мэотическая и понтическая трансгрессии охватили лишь западную и юго-западную части Мангышлака. Вследствие этого в морских бассейнах отмечались сравнительно маломощные (максимально до 200—250 *м* на юге Мангышлака) мелководные, преимущественно карбонатные осадки. В их толще образовалось значительное количество

седиментационных вод, имевших еще до внедрения в осадки повышенную минерализацию (более 35 *г/л*) при продолжавшемся процессе формирования в нижних водоносных пластах подземных вод высокой концентрации.

Новейшие морские трансгрессии верхнего плиоцена и четвертичного времени охватили в основном северо-западную часть описываемой

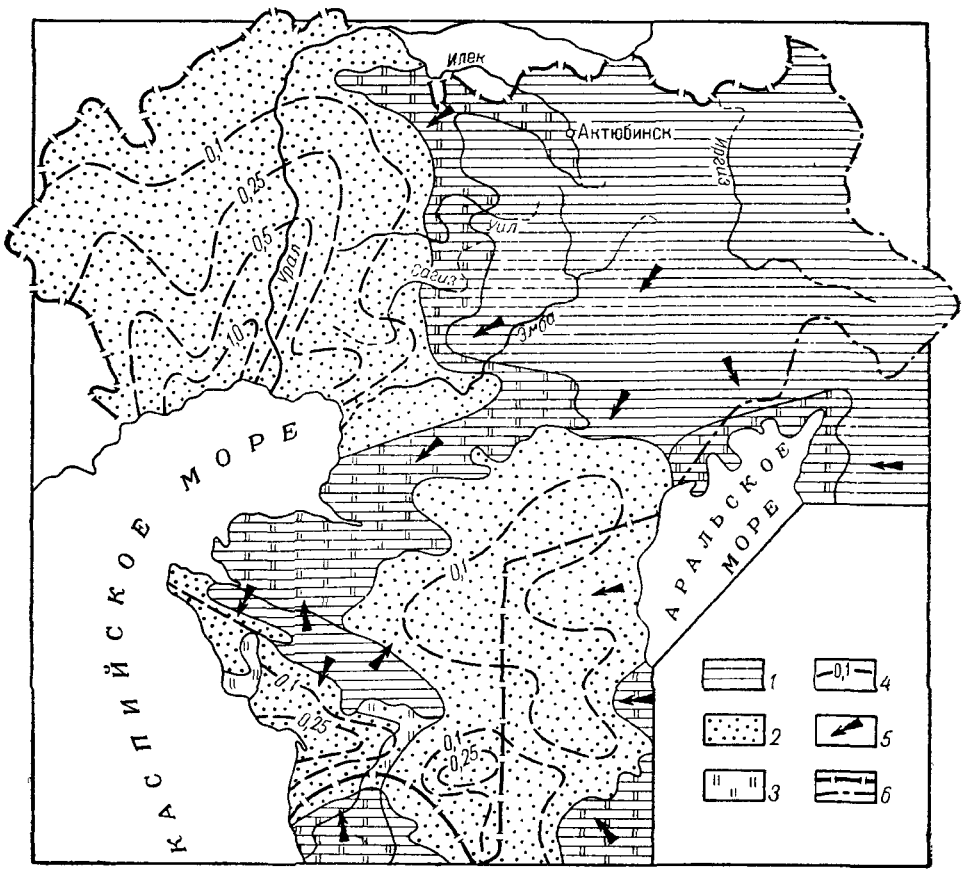


Рис. 61. Палеогидрогеологическая схема среднеплиоценовых отложений (составил Ж. С. Сыдыков)

Площади распространения подземных вод: 1 — пресных инфильтрационных вод в области выхода на поверхность досреднеплиоценовых отложений; *2* — седиментационных соленых вод и рассолов; *3* — площади внедрения седиментационных соленых вод в толщу четвертичных отложений; *4* — изолинии мощности отложений; *5* — направление подземного стока; *6* — граница Западного Казахстана

территории — Прикаспийскую низменность, включая п-ов Бузачи. Местами воды моря проникли в пониженные участки выработанного к этому времени рельефа Южного Мангышлака — во впадины Карагие, Каунды и через залив Кара-Богаз-Гол в Карынжарыкскую, а также в отдельные участки Северного и Южного Приаралья. Значительную площадь Северного Приаралья, Тургайской впадины и бассейна р. Ори занимали также солоноватоводные континентальные бассейны, откладывавшие в основном глинистые гипсоносные осадки.

На значительной территории, начиная со среднего плиоцена (местами даже ранее) и до наших дней, происходил процесс замещения первичных седиментационных вод инфильтрационными от возвышенного мелкосопочника и горно-островных равнин Урало-Мугоджар и

Горного Мангышлака в сторону обширных прогибов западной, южной и юго-восточной частей территории. Подобные перемещения седиментационных вод и их замещение инфильтрационными (пресными и солоноватыми) происходили неоднократно. В таких условиях трудно представить, чтобы на сколько-нибудь значительной площади сохранились первичные седиментационные, реликтовые воды, хотя в отдельных закрытых и плохо проницаемых пластах они подвергались слабому вытеснению инфильтрационными водами более поздних периодов.

Следует указать еще на один важный элемент формирования глубинных пластовых вод — о роли поровых вод, отжимаемых из толщи глинистых образований. Последние в течение описываемого гидрогеологического цикла, включая современный преимущественно континентальный этап, не играли такую роль, как в предыдущие геологические эпохи. Это видно хотя бы из следующей ориентировочной оценки изменения величин общей пористости (запасов влаги), в частности юрских глин, весьма широко распространенных в закрытых районах Западного Казахстана.

Исходя из данных экспериментальных исследований (Вассоевич, 1964; Ломтадзе, 1951, 1958, 1959 и др.), можно считать, что в пределах описываемой территории уже к концу юрского гидрогеологического цикла пористость (влажность) глин, образовавшихся за этот цикл и залегающих на глубинах от седиментационной поверхности до 1000—2000 *м* (такова мощность юрских отложений во впадинах), изменилась от 40 до 20—10%, а к концу последующих двух гидрогеологических циклов, когда эти глины оказались на глубинах 2000—5500 *м*, составляла лишь 3—10%. Таким образом, в течение указанных трех гидрогеологических циклов (от верхнего триаса до нижне-среднего миоцена) общей продолжительностью порядка 170 млн. лет в результате гравитационного уплотнения накопившихся глинистых осадков и уменьшения поровых пространств на 30—37% против первоначального их состояния в водоносные горизонты вытеснялось 200—500 млн. $м^3$ воды с каждого квадратного километра площади. Это могло бы составить постоянный источник с годовым расходом всего лишь 1,5—4 $м^3$. Столь незначительный ежегодный приток поровых вод из пластов глин в водоносные горизонты вполне мог обеспечиваться разгрузкой через различного рода гидрогеологические окна в течение указанного продолжительного промежутка времени.

В период последнего гидрогеологического цикла в связи с малым (до 100—250 *м*) приращением мощности перекрывающих образований (за исключением центральных районов Прикаспийской впадины, где мощность их достигает 500—1000 *м* и более), геостатическое давление на юрские глины и соответственно величина пористости существенно не изменились. Аналогичные условия поступления поровых вод в водоносные пласты и их разгрузка отмечаются в доюрских и меловых отложениях. Отсюда следует, что мнение некоторых исследователей об огромной роли отжатых из глин поровых вод в формировании пластовых вод в современный инфильтрационный этап и возможное их движение от центральных частей прогибов в сторону краевых обрамлений нельзя считать обоснованным.

Приведенные сведения показывают, что в течение длительного платформенного этапа развития описываемой территории различно направленные колебательные движения вызывали многократные перемещения областей питания, стока и базисов разгрузки подземных вод, усиливая и замедляя интенсивность водообмена на тех или иных площадях. Прослеживая пространственное перемещение береговых линий морских бассейнов хотя бы со времени основной фазы древнекиммe-

рийской складчатости (верхнего триаса — нижней юры), следует отметить, что на большей части Западного Казахстана формировались преимущественно седиментационные воды под морскими бассейнами. В Прикаспийской впадине, на большей площади Мангышлака и Устюрта, отчасти Северного Приаралья и Тургая, по мере погружения и уплотнения осадков под воздействием геостатического давления определенное количество воды отжималось из глинистых и глинисто-карбонатных образований. Наряду с пластовыми водами в самих водоносных горизонтах вода постепенно разгружалась в различные дренажные сети. Это происходило главным образом в течение древних гидрогеологических циклов и особенно интенсивно в начальный период погружения водовмещающей толщи на значительную глубину (на 1000—1500 *м* и более). Одновременно, по мере погружения водоносных пластов в прогибах, особенно в Прикаспийской впадине с многочисленными солями куполами, подземные воды все более насыщались минеральными солями и росла их метаморфизация.

Наиболее длительно существовавшей и обширной областью инфильтрационного питания пресных подземных вод со времени верхнего палеозоя были Урало-Мугоджарская горноскладчатая зона и некоторые прилегающие районы: Западное Примугоджарье (до конца триаса), Северное Приаралье (до средней юры) и западный борт Тургайской впадины (до середины верхнего мела). Последние как область питания перестали существовать с конца триаса до середины верхнего мела. Однако на западной периферии Урало-Мугоджар появилась новая значительная по площади область суши: в пределах Актюбинского Приуралья (с конца верхнего мела) и восточного борта Прикаспийской впадины (с конца палеогена). В конце триаса — начале юры в районе современных Каратау (Мангышлак) на юге возникла вторая область питания подземных вод, существовавшая до настоящего времени.

На остальной территории (на периферии Прикаспийской впадины, в центральных частях Устюрта и Мангышлака, на севере Бузачи и на некоторых участках) периоды образования слабоминерализованных инфильтрационных вод были кратковременными. Кроме того, равнинность территории и нередко образование глинистого покрова на поверхности в постседиментационные этапы способствовали медленному вытеснению седиментационных вод инфильтрационными. Это создавало условия местного водообмена и нарушения сформировавшегося ранее гидрогеохимического равновесия.

Отмеченная направленность питания, стока и разгрузки подземных вод в общем плане сохранилась и в современный континентальный этап, в результате чего в формировании их естественных ресурсов на территории Западного Казахстана и в настоящее время особое значение имеют указанные две основные области питания — Мугоджары с прилегающими районами Урало-Эмбенского плато и Горный Мангышлак.

Современные условия питания и формирования ресурсов подземных вод. Области питания, стока и разгрузки подземных вод. В условиях сложного пустынного ландшафта и геолого-структурного положения территории Западного Казахстана питание, сток и разгрузка подземных вод осуществляются сложным путем.

Как показано выше, наиболее древние водоносные комплексы допалеозойских, нижне- и среднепалеозойских пород обнажаются или залегают неглубоко в Урало-Мугоджарской горноскладчатой области. В аналогичных условиях залегают водоносные комплексы пород: 1) от пермских до меловых (Актюбинское Приуралье, Каратауская, Восточно-Мангышлакская и Бекебашкудукская мегантиклинали); 2) меловых

и локально, в пределах открытых куполов, домеловых (район Урало-Эмбенского плато); 3) меловых и палеогеновых (периферия Мугоджар и северное обрамление Прикаспийской впадины). Эти районы являются современными областями питания подземных вод указанных водоносных комплексов — от допалеозойских и палеозойских до палеогеновых пород — не только на площадях их обнажения, где формируются грунтовые воды, но и в зонах глубокого погружения и образования поэтажно залегающих водоносных пластов напорных вод. Положение этих районов как областей питания подземных вод определяется не только обнажением водовмещающих пород наземной поверхности, но и более высокими гипсометрическими отметками (200—500 *м* и более) по сравнению с районами, расположенными по направлению подземного стока на запад, юго-запад и юг, где абсолютные отметки местности понижаются до 50, минус 20 *м* и менее.

На остальной территории на дневной поверхности обнажаются в основном водовмещающие породы верхнего палеогена и неогена (Северное Приаралье и западный борт Тургайской впадины), верхнего миоцена и плиоцена (Южный Мангышлак и Устюрт) и четвертичного времени (Прикаспийская низменность, п-ова Бузачи, отдельные участки Южного Мангышлака, Северного Устюрта и Арало-Тургайского района). Эти районы и участки служат зонами и областями питания и отчасти разгрузки ненапорных подземных вод верхнепалеоген-четвертичных отложений.

Поэтажное залегание водоносных горизонтов и комплексов в многокилометровой толще платформенных образований во всех прогибах Западного Казахстана внесло существенное изменение в гидродинамический и гидрохимический режим подземных вод, в расположение их областей питания и разгрузки и в направление подземного стока. Группируя все водоносные комплексы в две большие серии и проводя раздел между ними по наиболее мощным и залегающим ниже местных базисов эрозии водоупорным отложениям отдельно для каждого крупного структурно-морфологического элемента, подземный сток, образующийся на описываемой территории, можно разделить на два потока: 1) верхний (или грунтовый) слабонапорный и 2) нижний (артезианский) напорный. Области питания и разгрузки их существенно различаются территориально. Общеизвестно, что для первых (грунтовых вод) эти элементы подземного потока совпадают с районами развития самих водоносных комплексов. Поэтому установление их не представляет никакой сложности. Более трудным и сложным является выяснение направления потока напорных вод, слагающих артезианские бассейны, областей их питания и разгрузки.

Как уже отмечено, основными водоносными комплексами, содержащими напорные воды в платформенном чехле, служат водовмещающие породы: в Прикаспийском районе — палеозоя (среди них изучены лишь пермские), нижнего и верхнего триаса, нижней и средней юры, нижнего мела — сеномана, в Мангышлак-Устюртском районе — средней юры и нижнего мела — сеномана, а в Арало-Тургайском районе — нижнего мела и среднего палеогена.

Унаследованный характер развития всех геологических структур описываемой территории от начального до позднего этапов их образования позволяет выяснить вопрос формирования наиболее широко распространенных водоносных комплексов. Такими повсеместно развитыми водоносными комплексами являются водовмещающие породы нижнего мела (главным образом альба).

Обширное поле выходов или неглубокого залегания водовмещающих отложений нижнего мела отмечается в Урало-Эмбенском плато,

Западном Примугоджарье, южном (Шошкакольский мегантиклинорий) и отчасти юго-западном обрамлениях Мугоджар, в Горном Мангышлаке, а также в пределах Общего Сырта и Туаркыр-Капланкырской зоны — вне описываемой территории. Эти районы являются областями питания подземных вод нижнемеловых пород, где формируются основные их ресурсы в результате просачивания атмосферных осадков и паводковых вод в долинах рек и временных водотоков. Здесь же в ниж-

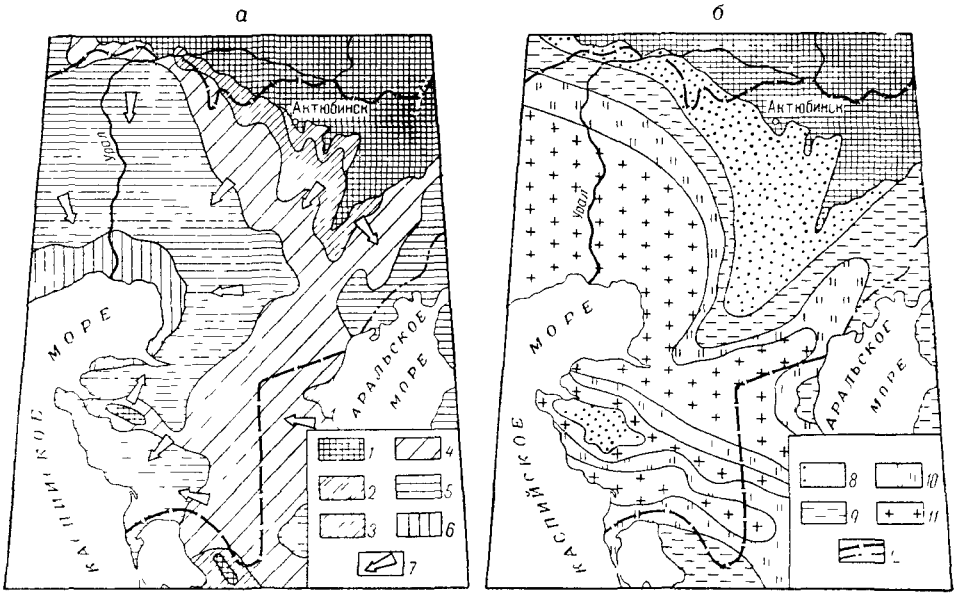


Рис. 62 Схематические карты положения пьезометрической поверхности (*а*) и градиента минерализации (*б*) подземных вод нижнемеловых отложений Западного Казахстана (составил Ж. С. Сыдыков)

1 — отсутствие водоносных отложений нижнего мела; *2* — изопьезы подземных вод более 300 *м* (абс. отметки); *3* — то же 200—300 *м*; *4* — то же 150—200 *м*; *5* — то же 0—100 *м*; *6* — то же ниже уровня моря; *7* — основное направление подземного стока; *8* — градиент минерализации подземных вод до 10 *мг/м*; *9* — то же, 10—50 *мг/м*; *10* — то же, 50 — 100 *мг/м*; *11* — то же, более 100 *мг/м*; *12* — граница Западного Казахстана

них горизонтах комплекса пластовые воды уже приобретают напор. Абсолютные отметки их пьезометрических уровней составляют: в Горном Мангышлаке 100—170 *м*, на остальной территории 150—300 *м* (рис. 62). Отсюда их отметки снижаются до 55—60 *м* в пределах Аральского моря и до минус 20—30 *м* — на побережье Каспийского. Соответственно сток напорных пластовых вод направлен в сторону Аральского и Каспийского морей. Средний общий уклон их пьезометрических уровней составляет: в направлении Каспия со стороны Общего Сырта, Урало-Мугоджар и с востока — 0,0003—0,0005, со стороны Горного Мангышлака — 0,0004—0,0007, а в сторону Аральского моря от Мугоджар — 0,0004—0,0006.

На общем фоне региональных изменений направления подземного стока намечается ряд участков с более высокими пьезометрическими уровнями подземных вод. Они приурочены к положительным структурным элементам в восточной и юго-восточной частях Прикаспийской впадины, мегантиклиналям Северного Приаралья, а также Актумсукской, Центрально-Устюртской, Центрально-Мангышлакской и Северо-Бузачинской зонам поднятий. Эти зоны могут рассматриваться как местные области питания и наращивания напора подземных вод.

Основные и местные области питания подземных вод комплекса отчетливо выделяются по гидрогеотермическим данным. В них в результате интенсивного поступления холодных инфильтрационных вод температура среды на каждом из плоскостей среза на 15—30 *м* ниже, чем в прилегающих прогибах.

Питающая роль Урало-Эмбенского плато и в целом всей северо-восточной окраины описываемой территории и Горного Мангышлака достаточно хорошо фиксируется также и гидрогеохимическими показателями: повышенной для подземных вод нижнего мела сульфатностью, пониженной метаморфизацией, гидрокарбонатным или сульфатным натриевым составом, а также низкими величинами бромного показателя и градиента минерализации. В частности, один из таких наиболее изученных показателей — градиент минерализации (отношение минерализации вод к глубине вскрытия водоносного горизонта) — на территории Западного Казахстана изменяется от 3—10 *мг/м* в областях питания до 100—300 *мг/м* и более — в областях разгрузки. Особенно высокое значение этот показатель имеет в солянокупольной области Прикаспийской впадины.

Существенное снижение пьезометрического уровня подземных вод нижнемеловых отложении (следует отметить и всех других водоносных комплексов платформенного чехла) в сторону котловин Каспийского и Аральского морей свидетельствует о том, что они могут быть рассмотрены как основные области разгрузки. Исходя из модуля глубинного подземного стока в районе этих морей, установленного в последние годы Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, суммарную величину артезианского стока ($Q_{об}$) из нижнемеловых отложений ориентировочно можно определить по формуле

$$Q_{об} = 31{,}5 \cdot 10^3 \cdot q \cdot F \text{ млн. } м^3/год,$$

где g — модуль подземного стока, $л/сек \cdot км^2$,

F — площадь бассейна разгрузки подземных вод, $км^2$.

Средний модуль глубинного подземного стока в 30-километровой полосе котловин составляет ($л/сек \cdot км^2$): в восточной части Каспийского моря от р. Урала до залива Кара-Богаз-Гол (протяженность около 1400 *км*) — 0,05, а в северной части Аральского моря, обращенной в сторону Мугоджар (500 *км*), — 0,15 (при расчетных величинах площадей бассейна разгрузки подземных вод соответственно 56 000 и 15 000 $км^2$). Эти данные позволяют ориентировочно определить общий подземный сток из нижнемеловых отложений в указанных частях котловин Каспийского и Аральского морей в сумме 159 млн. $м^3/год$.

Помимо отмеченных основных областей разгрузки подземных вод в каждом из гидрогеологических районов устанавливаются местные области (очаги) разгрузки. Таковыми являются в Прикаспийской впадине глубоко врезанные речные долины (рек Урала, Эмбы, Уила и др.), наиболее глубокие соровые понижения и озера, а также открытые и полураскрытые соляные купола, сводовые части которых нарушены различно ориентированными разломами. В Мангышлак-Устюртском районе подобного рода зонами и участками разгрузки служат глубокие бессточные впадины (Карагие, Каунды, Узень, Басгурлы-Жасгурлы, Карынжарык, Кайдак, Сарыкамыш, Барсакельмес, Хоскудук, Сам, Каратюлей и др.). В результате разгрузки подземных вод на участках этих впадин создаются депрессионные воронки с относительной глубиной до 40—70 *м*. Напорные воды альбских отложений разгружаются также вдоль зон тектонических разломов в осевых частях мегантиклиналей в Центрально-Мангышлак-Устюртской зоне и Северном При-

аралье. В настоящее время не установлено количество воды, разгружающейся в указанных зонах местной разгрузки.

Как уже отмечено, основное направление стока и разгрузки напорных вод других водоносных комплексов почти полностью совпадает с направлением альбского водоносного комплекса. Однако каждый комплекс несколько отличается по характеру расположения основных и местных областей питания. Напорные воды среднепалеогеновых отложений получают питание и формируются главным образом в северной части Северного Приаралья, в юрских отложениях (в пределах Актюбинского Приуралья, Общего Сырта, Горного Мангышлака и отчасти в Туаркыр-Капланкырской складчатой области), а платформенных палеозойских отложений — на Южном Урале и в прилегающих районах Русской платформы.

Интенсивность питания и формирования ресурсов подземных вод. Большой интерес представляет выяснение не только областей питания, разгрузки подземных вод и направления подземного стока, но и интенсивности их питания и формирования естественных ресурсов. Как известно, наиболее интенсивное питание происходит в верхних водоносных горизонтах, обнажающихся на дневной поверхности или залегающих под покровом водопроницаемых образований, где имеются благоприятные условия просачивания атмосферных осадков и поверхностных вод. В нижних водоносных горизонтах, слагающих артезианские бассейны, питание подземных вод происходит менее интенсивно. Оно протекает лишь в краевых частях прогибов.

Грунтовые воды Западного Казахстана, связанные с различными по литолого-фациальному составу и генезису породами, залегающими неглубоко (чаще всего на глубине 5—30 *м*) от дневной поверхности, в большинстве случаев доступны прямому воздействию климатических и гидрологических факторов. Восполнение ресурсов этих вод в зависимости от гидрогеологических свойств водоносных коллекторов, а также геологических, геоморфологических и климатических условий той или иной части рассматриваемой территории протекает по-разному.

Прикаспийский гидрогеологический район. Плоские низменные равнины (в центральной части района) и увалисто-холмистые (в его краевых частях) сложены с поверхности самыми различными по генезису и возрасту осадочными образованиями (от верхнетриасовых до современных). Это определяет различие условий питания распространенных здесь грунтовых вод, хотя основным источником восполнения их ресурсов почти всюду являются атмосферные осадки и лишь на прирусловых участках рек и их притоков — поверхностные воды.

Среднегодовое количество атмосферных осадков в районе изменяется от 150 на юге до 320 *мм* на севере и северо-востоке, а общий среднегодовой объем выпадающей атмосферной влаги составляет 100 млрд. $м^3$. Бо́льшая часть этого объема вследствие крайней засушливости климата и немалого дефицита влаги в атмосфере воздуха расходуется на испарение и транспирацию растениями, а около 4 млрд. $м^3$ идет на образование поверхностного стока в пределах района (исключая транзитный сток). Только некоторая часть объема атмосферных осадков тратится на питание и восполнение ресурсов подземных вод, в том числе грунтовых.

На территории данного района широко распространены грунтовые воды морских, озерно-морских и аллювиально-морских отложений, связанных с различными этапами каспийских трансгрессий. Эти отложения в основном глинистые; они занимают нерасчлененные плоские низменные равнины, нередко с глинистым покровом. Вследствие этого питание грунтовых вод чаще всего носит спорадический характер и про-

исходит главным образом на локальных участках распространения песчаных образований за счет инфильтрации атмосферных осадков холодного периода года (от ноября до мая). Величина инфильтрационного питания зависит не только от количества атмосферных осадков, литологии водовмещающих и перекрывающих пород, но и от глубины залегания зеркала грунтовых вод. Среднегодовой слой инфильтрации, по данным Г. Н. Каменского, И. В. Гармонова и др. (1960), на территории Прикаспийской низменности колеблется от 6 до 10 *мм*. В некоторых лиманах и впадинах в результате просачивания выпадающих осадков и поверхностных вод, стекающих с водосборной площади этих понижений, слой инфильтрационного питания достигает 20—30 *мм/год*.

Более благоприятные условия питания и формирования ресурсов грунтовых вод наблюдаются на площадях развития эоловых образований песчаных массивов на междуречье Волги — Урала, а также на левобережной части Урала и отчасти в Прикаспийских Каракумах. Здесь для преобладающей части песчаных массивов величина среднегодового слоя инфильтрационного питания грунтовых вод колеблется от нуля (в межбугристых понижениях, сильно заросших травой) до 10 *мм* (в среднем 4 *мм*), а в северной и северо-западной частях Нарынских и на отдельных участках Тайсойганских песков — от 3 до 12 *мм* и местами более. Эти данные позволяют оценить величину модуля подземного стока в песчаных массивах в среднем от 0,1 до 3,0 *л/сек* с 1 *км*^{2}.

В долинах рек Урала, Эмбы, Илека, Уила, Сагиза и др., особенно вблизи их русел, отмечаются наиболее благоприятные условия для формирования подземных вод не только за счет атмосферных осадков, но и за счет фильтрации речных паводковых вод. Среднегодовой сток инфильтрационного питания грунтовых вод аллювиальных отложений долин р. Урала и ее притоков изменяется от 30 до 150 *мм* в зависимости от водности года, высоты террас и глубины залегания воды. В приустьевых частях долин Эмбы, Сагиза и Уила эта величина уменьшается до 10—20 *мм*, а в Волго-Ахтубинской пойме, наоборот, увеличивается до 160—210 *мм/год*.

На небольшой части площади Предсыртовой полосы и Урало-Эмбенского плато грунтовые воды приурочены к различным комплексам пород, имеющим весьма сложные условия залегания и выхода на дневную поверхность. Здесь в результате инфильтрации атмосферных осадков ежегодно образуется более 1 млн. *м*^{3} грунтовых вод.

Таким образом, общий среднегодовой объем инфильтрационного питания грунтовых вод в пределах Прикаспийского гидрогеологического района достигает 2,6 млрд. *м*^{3}, или 83 *м*^{3}/*сек*, что составляет в среднем около 2,5% от объема атмосферных осадков.

Уралтау-Мугоджарский гидрогеологический район. Мелкосопочные равнины Южного Урала и Мугоджар со всхолмленным, местами сильно расчлененным рельефом, имеют в Западном Казахстане наилучшие условия питания и восполнения грунтовых вод. Почти все водовмещающие породы выходят здесь на дневную поверхность или покрыты тонким чехлом водопроницаемых образований, это облегчает просачивание атмосферных и поверхностных вод в водоносные горизонты, особенно в пределах русел рек и их притоков.

Среднегодовое количество атмосферных осадков, выпадающих в районе, изменяется от 200 до 360 *мм*, а годовой объем осадков, поступающих на поверхность района, составляет 12 млрд. *м*^{3}. Из них, по данным Государственного гидрологического института, около 2 млрд. *м*^{3} идет на образование поверхностного стока рек, который наряду с атмосферными осадками участвует в питании грунтовых вод. На питание грунтовых вод района расходуется в среднем от 2 до 11% (или 40 *мм*

слоя) выпадающих здесь атмосферных осадков. Наиболее интенсивное просачивание осадков происходит на площади распространения сильно трещиноватых осадочно-вулканогенных и интрузивных пород среднего палеозоя, слагающих пониженные участки мелкосопочника и низкогорья. Относительно повышенная величина инфильтрационного питания подземных вод наблюдается в пределах развития сильно трещиноватых, местами закарстованных известняков, известковистых песчаников и конгломерат-песчаников верхнего палеозоя в краевых частях карбоновых мульд и Актюбинского периклинального прогиба. Суммарная величина инфильтрационного питания грунтовых вод на площади распространения осадочно-вулканогенных, карбонатных и терригенных пород описываемого района составляет 535 млн. $м^3$, или 17 $м^3/сек$ в год.

На площадях развития меловых и палеогеновых водоносных горизонтов района среднегодовой слой инфильтрационного питания грунтовых вод изменяется от 8 до 18 *мм*. На различных участках речных долин наблюдается более широкий диапазон инфильтрационного питания (от 1,5 до 38 *мм*).

Наименее благоприятные условия питания имеют грунтовые воды юрских отложений Орской группы депрессий, где они слабо обнажены и перекрыты значительным покровом глинистых образований, а также грунтовые воды сильно метаморфизованных, уплотненных пород нижнего палеозоя и допалеозоя Восточно- и Центрально-Уральских поднятий. Здесь среднегодовой слой инфильтрационного питания изменяется от 4,7 до 6,3 *мм* в метаморфических породах и от 3 до 10 *мм* в юрских отложениях.

Суммарный среднегодовой объем атмосферных и поверхностных вод на всей площади распространения водоносных отложений Уралтау-Мугоджарского района составляет 720 млн. $м^3$, или около 6% от общего объема осадков.

Арало-Тургайский гидрогеологический район отличается плоским слаборасчлененным рельефом, засушливым климатом и широким развитием песчано-глинистых пород, на значительной площади перекрытых глинистым покровом. Только на участках распространения эоловых песчаных массивов, отложений континентального палеогена и отчасти в речных долинах, где развиты песчанистые, хорошо проницаемые образования, формируется основной сток грунтовых вод.

Среднегодовое количество атмосферных осадков, являющихся основным источником питания грунтовых вод района, изменяется от 150 до 200 *мм*. Наиболее интенсивная их инфильтрация происходит в весенний период в песчаных массивах Большие и Малые Барсуки и в Приаргизских песках. Всхолмленный рельеф, способствующий снегозадержанию в котловинах выдувания, наличие хорошо фильтрующих песков и близкое залегание уровня грунтовых вод при малой величине испарения (особенно в незакрепленных рыхлых песках) создают благоприятные условия для питания грунтовых вод. Режимные наблюдения за уровнем воды в Больших Барсуках позволили определить суммарное среднегодовое количество инфильтрационного питания на всей площади песчаных массивов, что составляет 90 млн. $м^3$, или 2,7 $м^3/сек$.

На обнаженных площадях распространения песчаных морских и континентальных отложений палеогена инфильтрационное питание грунтовых вод изменяется от 3 до 10 *мм/год*, а сумма ежегодного восполнения их ресурсов достигает 250 млн. $м^3$, или 8 $м^3/сек$.

Таким образом, в Арало-Тургайском районе инфильтрационное питание грунтовых вод происходит на площади около 50 тыс. $км^2$, а суммарная годовая величина восполнения их ресурсов составляет 340 млн. $м^3$, или 2,3% от общего объема атмосферных осадков.

Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район занимает самую пустынную часть Западного Казахстана, лишенную поверхностных водотоков. Поэтому единственным источником питания подземных вод района служат атмосферные осадки. На побережье Каспийского моря в образовании грунтовых вод участвуют морские и конденсационные воды. Среднегодовая сумма атмосферных осадков изменяется от 100—120 *мм* на юге района (Устюрт и Южный Мангышлак) до 150—250 *мм* на севере (Каратауские горы и Бузачи), а общее количество атмосферной влаги, выпадающей на всей площади района, достигает 20 млрд $м^3/год$.

Наибольшее количество атмосферных осадков расходуется на питание грунтовых вод в горах Каратау, чему способствует несколько повышенное их количество (150—250 *мм/год*), сильная трещиноватость водовмещающих пород и довольно густая расчлененность рельефа. Величина слоя питания грунтовых вод здесь составляет 6—10 *мм/год*, или 5 млн $м^3/год$ Также интенсивно пополняются ресурсы грунтовых вод атмосферными осадками и на участках обнажения сеноман-альбских отложении в Прикаратауских «долинах». Однако здесь в питании грунтовых вод участвуют не только атмосферные осадки, но и паводковые и ливневые воды, стекающие с большой водосборной площади Каратау-Актауских гор За счет этих источников в водоносные горизонты ежегодно проникает в среднем до 56 млн. $м^3$ воды.

Благоприятные условия питания грунтовых вод отмечаются в массивах эоловых песков Южного Мангышлака (Саускан, Бостанкум, Баскудук, Тюесу и др.), Бузачи (Кызылкумы, Дженишке и др.) и Северного Устюрта (Сам и Матайкумы). Здесь величина слоя питания грунтовых вод атмосферными осадками на отдельных участках изменяется от 1,5 до 10 *мм* и более. На незакрепленных и слабозакрепленных песчаных массивах (площадью 5,5 тыс. $км^2$) количество ежегодно аккумулируемых подземных вод составляет 25 млн. $м^3$, или 0,8 $м^3/сек$.

Некоторая часть атмосферных осадков расходуется и на питание грунтовых вод, заключенных в пористых кавернозных известняках и известковистых песчаниках неогена. Наиболее интенсивное питание этих вод происходит в широких понижениях рельефа (карстовые участки), куда помимо непосредственной инфильтрации атмосферных осадков стекают воды с окружающих возвышенностей На этих участках высота слоя годового инфильтрационного питания грунтовых вод составляет 5—7 *мм* В южном направлении высота слоя снижается до 1—3 *мм* в связи с уменьшением количества атмосферных осадков и усилением испарения. Суммарная величина восполнения ресурсов грунтовых вод неогеновых (главным образом сарматских) отложений на всей площади их питания (около 80 тыс. $км^2$) составляет 8 $м^3/сек$, или 252 млн $м^3$ в год.

В целом на обширной территории Мангышлака и Устюрта формирование ресурсов грунтовых вод неогеновых отложений происходит на площади 97 тыс. $км^2$. Суммарная величина среднегодового инфильтрационного питания этих вод достигает 350 млн. $м^3$, или 11 $м^3/сек$, что составляет около 2% от суммы атмосферных осадков.

В заключение следует отметить, что формирование грунтовых вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод осуществляется на большей части территории Западного Казахстана (76%). На остальной площади грунтовые воды либо не получают питания (там, где развит мощный глинистый покров), либо наблюдается отрицательный баланс питания (на соровых площадях, где испарение преобладает над инфильтрацией) и т. д

Формирование артезианских вод, как уже отмечено, происходит в несколько иных условиях. В Западном Казахстане артезианские бассейны с напорными водами занимают 90% всей его территории. Вблизи основных областей питания бассейнов и на отдельных соляных куполах глубина залегания этих вод не превышает 70—300 *м*, а в центральных частях впадин Прикаспийского и Мангышлак-Устюртского районов возрастает до 1200 *м* и более. В этих условиях воздействие поверхностных факторов (климатических, гидрологических и пр.) на артезианские воды значительно меньше, чем на грунтовые, особенно в пределах обширных платформенных прогибов.

Субартезианские бассейны Уралтау-Мугоджарской складчатой области приурочены к межгорным и предгорным тектоническим впадинам южной оконечности Урала и Мугоджар (Актюбинское Приуралье, Орская депрессия, Бакайская, Западно-Мугоджарская, Берчогурская и Восточно-Мугоджарская впадины и грабен-синклинали). Эти бассейны относятся в основном к категории малых артезианских бассейнов и характеризуются сравнительно крутым падением водоносных пластов и глубоким их погружением (до 300 *м* и более) в осевых частях впадин. Водоносные пласты сложены песчаниками, конгломератами и известняками верхнего и среднего палеозоя, в нижней и средней частях переслаивающимися с вулканогенными (на востоке) и терригенными (глинистыми) образованиями.

Питание и восполнение ресурсов напорных вод межгорных и предгорных субартезианских бассейнов происходит в их бортовых частях путем просачивания атмосферных осадков и поверхностного стока с прилегающих территорий, а также водного перетока из нижних горизонтов в верхние по тектоническим разломам, плоскостям размыва, слабопроницаемым пластам и т. д. Общее количество воды, поступающей таким путем в некоторые водоносные пласты, по аналогии с более изученными структурами Центрального Казахстана (Ахмедсафин, 1965), ориентировочно составляет одну треть количества воды, идущей на пополнение грунтовых вод в областях питания. Так, согласно приведенным данным в Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области в зоне интенсивного водообмена формируется около 250 млн. $м^3$ грунтовых вод в год, или 8 $м^3/сек$. Исходя из этого, на пополнение запасов напорных вод субартезианских бассейнов ориентировочно может поступать 85 млн. $м^3$, или 2,7 $м^3/сек$ в год. Разгрузка этих вод происходит в долинах, глубоких логах и по тектоническим разломам с образованием восходящих источников с дебитом до 10 *л/сек*.

Артезианские бассейны платформенных областей. Западный Казахстан, за исключением Уралтау-Мугоджарского района, представляет собой область развития обширных артезианских бассейнов платформенного типа. Среди многочисленных водоносных комплексов этих бассейнов наиболее мощными и широко распространенными являются нижнемеловые, отчасти среднеюрские (Предуралье) и палеогеновые (Северное Приаралье) комплексы, содержащие напорные воды, нередко дающие самоизлив. Они сложены выдержанными на обширных пространствах в основном песчаными образованиями мощностью от десятков до 200—250 *м*.

Питание напорных вод и образование их естественных ресурсов происходит здесь за счет инфильтрации атмосферных осадков на площадях обнажения водосодержащих пород, подтока вод из нижележащих водоносных горизонтов и фильтрации поверхностных вод рек, стекающих с гор или дренирующих рыхлые породы. Величина питания артезианских горизонтов может быть установлена лишь ориентировочно для наиболее изученных частей артезианских бассейнов, исходя из

оценки глубокого подземного стока. В Прикаспийской системе артезианских бассейнов такая оценка произведена для восточной и северо-восточной частей ее на площади около 175 тыс. *км*^{2}. По данным расчета расхода потока и величин вертикальной разгрузки подземных вод, установлено, что средний модуль подземного стока для глубоких нижнемеловых водоносных горизонтов изменяется от 0,05 до 0,30 *л/сек* с 1 *км*^{2}, а общая величина подземного стока составляет 32 *м*^{3}*/сек* (Сыдыков, 1967). Как видно из приведенного ниже расчета, бóльшая часть этой суммы, т. е. 26 *м*^{3}*/сек* (820 млн. *м*^{3}*/год*), поступает из основной области питания водоносного комплекса (Южный Урал и Мугоджары) Расход потока по формуле Дарси следующий:

$$Q = \frac{B \cdot m \cdot u}{86{,}4} = \frac{750 \cdot 100 \cdot 0{,}03}{86{,}4} = 26 \ м^3/сек,$$

где B — протяженность фронта питания глубинных вод по восточному обрамлению бассейна, составляющая около 750 *км*;

m — суммарная мощность водоносных горизонтов нижнемеловых отложений — около 100 *м*;

u — действительная скорость движения подземных вод нижнемеловых отложений от 0,01 до 0,06 *м/сутки* на различных участках фронта потока, в среднем 0,03 *м/сутки*.

Кроме того, на питание нижнемеловых водоносных горизонтов поступает часть атмосферных осадков, просачивающихся на площадях обнажения нижнемеловых отложений в пределах Урало-Эмбенского плато, составляющая одну треть суммарного грунтового потока (18 *м*^{3}*/сек*), т. е. около 6 *м*^{3}*/сек*, или 190 млн. *м*^{3} в год.

Размеры питания напорных вод до нижнемеловых водоносных горизонтов, в частности Урало-Эмбенском плато, могут быть определены сугубо ориентировочно. На участке Кандагач-Акжар средняя скорость движения глубинных подземных вод верхнеальбских горизонтов составляет 1,1 *м/год*, среднеюрских — 0,3 *м/год* и нижнетриасовых — 0,07 *м/год* (Садыков, 1966). При этом суммарные мощности среднеюрских и нижнетриасовых водоносных горизонтов в 1,5—2 раза меньше, чем нижнемеловых. Отсюда можно полагать, что при одинаковой протяженности фронта подземного потока в указанных водоносных горизонтах, величина питания юрских горизонтов на Урало-Эмбенском плато составляет 4—5 *м*^{3}*/сек*, т. е. в 6—8 раз меньше, чем та же величина для нижнемеловых горизонтов. Для нижнетриасовых горизонтов она не превышает 1,5 *м*^{3}*/сек*.

В Арало-Тургайской системе артезианских бассейнов питание напорных артезианских вод отмечается в водоносных горизонтах сеноман-альба и эоцена Северного Приаралья. Основной областью питания артезианских вод сеноман-альбских отложений Северного Приаралья являются Мугоджарские и Чушкакульские горы. В Мугоджарах все древние водоносные комплексы имеют меридиональное простирание и погружаются к югу, в сторону структур Северного Приаралья. В Примугоджарской полосе отложения сеноман-альба нередко залегают на размытой поверхности палеозойского фундамента, что создает условия, благоприятные для формирования в сеноман-альбе водоносных горизонтов. Объем подземного стока определяется по формуле Дарси.

Питание артезианских вод сеноман-альбских отложений Мангышлак-Устюртского района почти не изучено. По аналогии с ближайшими районами Прикаспийской впадины, можно предполагать, что модуль подземного стока для глубоких горизонтов сеноман-альбских отложений, прилегающих к горной части Мангышлака, изменяется от

0,05 до 0,1 *л/сек* с 1 *км*^{2}, составляя в среднем 0,07 *л/сек*. Отсюда суммарное количество воды, идущей на пополнение ресурсов артезианских горизонтов (на площади 30 тыс *км*^{2}), составляет 2,1 *м*^{3}*/сек*, или более 65 млн. *м*^{3} в год.

Таким образом, по данным приближенных подсчетов в некоторых частях платформенных артезианских бассейнов Западного Казахстана общей площадью более 240 *км*^{2} на питание напорных нижнемеловых, главным образом сеноман-альбских, водоносных горизонтов расходуется до 40 *м*^{3}*/сек* воды, или $1{,}24 \cdot 10^9$ *м*^{3} в год, а суммарное количество воды, участвующей в питании глубоких артезианских бассейнов платформенного типа, в целом достигает 54 *м*^{3}*/сек* ($1{,}7 \cdot 10^9$ *м*^{3}*/год*).

Гидрогеохимическая зональность и формирование химического состава подземных вод. На территории Западного Казахстана распространены самые различные по степени минерализации и химическому составу подземные воды (от ультрапресных до крепких рассолов). Только в изученной части гидрогеологического разреза артезианских бассейнов, охватывающей водоносные комплексы мезозойских и отчасти триас-пермских отложений на глубинах до 2000—3000 *м*, вскрыты высококонцентрированные рассолы с минерализацией 70—100 *г/л* в Северном Приуралье, 100—210 *г/л* на Южном Устюрте и Мангышлаке и 250—350 *г/л* в Прикаспийской впадине. На некоторых участках Прикаспийской впадины в верхах подсолевых отложений вскрыты воды с минерализацией 390—420 *г/л*.

Устанавливается определенная зависимость в изменении минерализации и химического состава подземных вод по площади и с глубиной. В качестве иллюстрации можно привести данные по Прикаспийскому бассейну, где минерализация подземных вод сеноман-альбских отложений возрастает в направлении от восточной и юго-восточной окраин бассейна к его центру. На восточной окраине бассейна (на востоке Актюбинского Приуралья) средняя минерализация подземных вод сеноман-альбского комплекса не превышает 0,2 *г/л*, западнее, в зоне развития дизъюнктивных мульд, она составляет 0,3 *г/л*, а на площади Урало-Эмбенского плато увеличивается до 1,9 *г/л*. Далее к западу, уже в пределах промысловой части Южной Эмбы, минерализация подземных вод рассматриваемого комплекса составляет (*г/л*): в Молдабеке — 32,4, в Женгельды — 57,6, в Танатаре — 84 и в Южном Кошкаре — 167.

Аналогичный характер изменения минерализации подземных вод сеноман-альбского комплекса прослеживается в направлении от юго-восточной окраины бассейна к его центру.

На территории Западного Казахстана выделяются все гидрохимические зоны, отраженные на гидрохимических картах Советского Союза (Зайцев, 1956, 1958).

В Западном Казахстане выделяются следующие гидрогеохимические зоны (см. рис. 62).

1. Зона пресных и слабосолоноватых вод (А) с минерализацией до 3 *г/л*, преимущественно гидрокарбонатных кальциевых и натриевых, реже гидрокарбонатно-сульфатных, сульфатно-хлоридных кальциевых и натриевых, а по газовому составу, преимущественно азотных и кислородных. В этой зоне выделяются подзоны: пресных вод ($А_1$) с минерализацией до 1 *г/л* и слабосолоноватых ($А_3$) с минерализацией 1—3 *г/л*.

2. Зона солоноватых вод (Б) с минерализацией от 3 до 10 *г/л*, преимущественно сульфатных, сульфатно-хлоридных натриевых, реже кальциевых, по составу газа — азотных и азотно-метановых. В этой зоне выделяются подзоны: солоноватых ($Б_5$) с минерализацией вод 3—5 *г/л* и сильносолоноватых ($Б_{10}$) с минерализацией 5—10 *г/л*.

3. Зона соленых вод (В) с минерализацией от 10 до 50 *г/л* хлоридных натриевых III типа, по составу газа — азотно-метановых и метаново-азотных. В ней выделяются подзоны: слабосоленых вод ($В_{35}$) с минерализацией 10—35 *г/л* и сильносоленых вод ($В_{50}$) с минерализацией 35—50 *г/л*.

4. Зона рассолов (Г) с минерализацией от 50 до 330 *г/л* и более. По составу воды хлоридные натриевые и кальциево-натриевые IIIб типа метаново-азотные и углеводородные. В данной зоне выделяются подзоны: слабых рассолов ($Г_{75}$) с минерализацией 50—75 *г/л*; средних рассолов ($Г_{150}$) с минерализацией 75—150 *г/л*; крепких рассолов ($Г_{330}$) с минерализацией до 330 *г/л* и весьма крепких рассолов с минерализацией более 330 *г/л*.

5. Зона разных по составу и минерализации подземных вод (Д), преимущественно азотно-кислородных и азотных. Это в основном воды континентального засоления в области аридного климата с минерализацией более 3 *г/л*.

Приведем характеристику пространственного положения выделенных гидрохимических зон подземных вод на территории Западного Казахстана и отразим условия их формирования.

Зона разных (по составу и минерализации) подземных вод (Д) захватывает верхнюю часть гидрогеохимического разреза (первые от поверхности водоносные горизонты) артезианских бассейнов Западного Казахстана главным образом на периферии и реже в центре этих бассейнов. В зоне Д подземные воды, различные по минерализации и сочетанию преобладающих ионов, во многих случаях перемещаются на небольших расстояниях как в вертикальном разрезе, так и по глубине. Несмотря на большую пестроту состава и минерализации подземных вод, здесь устанавливаются определенные закономерности в изменении гидрохимических параметров, которые в зависимости от условий питания, интенсивности водообмена, характера и состава водовмещающих пород и водорастворимых солей неодинаковы в различных районах и водоносных комплексах.

В Прикаспийском районе к зоне Д относятся водоносные комплексы четвертичных (морских, озерно-аллювиально-морских, аллювиальных), неоген-палеогеновых и верхнемеловых отложений.

Среди указанных водоносных комплексов в зоне свободного водообмена наименьшие пределы изменения минерализации подземных вод (1—7 *г/л* и реже более) устанавливаются в аллювиальных отложениях речных долин Уила, Сагиза, Эмбы и их притоков, а также в песчано-карбонатных отложениях неоген-палеогена и верхнего мела Присыртовых районов и западной части Урало-Эмбенского плато. По химическому составу эти воды изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных кальциевых до хлоридных натриевых III типа. Глубина распространения вод зоны Д в рассматриваемых отложениях изменяется от 3—10 *м* во внутренних частях Прикаспийской низменности до 50—70 *м*, реже более — во внешних ее обрамлениях и в дочетвертичных горизонтах. Наименьшие глубины залегания зоны Д (1—5 *м*) отмечаются в приморской части песчаных массивов, но при этом пределы изменения гидрохимических показателей здесь очень широки. Так, солоноватые воды с минерализацией 1—10 *г/л*, приуроченные к песчаным буграм, на небольшом расстоянии перемежаются с рассолами, обладающими минерализацией 50—100 *г/л* и более (межсопочные соровые понижения и равнинные участки). В первом случае воды по составу часто гидрокарбонатно-сульфатные или сульфатно-хлоридные натриевые II и III типа, а во втором — хлоридные натриевые III типа.

К гидрогеохимической зоне Д, залегающей до глубины 25—30 *м*, относятся главным образом неоген-палеогеновые водоносные горизонты северо-западного борта описываемой части Тургайской впадины, а также палеогеновые — северной окраины приаральских структур. При различном химическом составе минерализация подземных вод здесь варьирует от 1—3 *г/л* в местах выходов хорошо фильтрующих пород до 10—15 *г/л* на участках развития слабопроницаемых глинистых образований, а в соровых понижениях еще больше.

В северных и северо-восточных частях Устюрта и Южного Мангышлака подземные воды зоны Д приурочены к четвертичным эоловым, озерно-соровым образованиям и сарматским отложениям, а на Южном Мангышлаке, кроме того, и к нижнемеловым. Эти воды распространены до глубины 30 *м*. По химическому составу они изменяются от гидрокарбонатно-сульфатных или сульфатно-хлоридных натриевых с минерализацией от 0,5—3 *г/л* (песчаные массивы и отдельные участки распространения сарматских и меловых отложений) до хлоридных натриевых с минерализацией до 150—200 *г/л* и более.

На формирование подземных вод зоны Д оказывают влияние физико-географические, геологические, гидродинамические и другие факторы. Однако в зависимости от литологии водосодержащих пород, глубины залегания, уклона зеркала подземных вод и интенсивности их водообмена с поверхностью влияние отдельных факторов возрастает или уменьшается. Так, на дренированных участках, в речных долинах и оврагах, недалеко от глубоких понижений, на возвышенных плато и в пределах песчаных бугров, в результате обновления водной массы путем ее пополнения атмосферными осадками и оттока подземным стоком с вымыванием из пород легкорастворимых солей образуются воды относительно низкой минерализации гидрокарбонатные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные различного катионного состава. На равнинных, слабодренированных участках, особенно при наличии слабопроницаемых и засоленных пород и при малых (местами ничтожных) уклонах зеркала (от 0,0001 до 0,000001) формируются сильноминерализованные подземные воды (до 30—50 *г/л*).

В бессточных понижениях, в озерно-соровых впадинах, на участках разливов рек (Прикаспийская низменность и Арало-Тургайская впадина) и крупных лиманов с неглубоко залегающими грунтовыми водами (менее 3 *м*) формирование химического состава последних в основном обусловлено влиянием испарения и испарительной концентрации. В результате этих процессов минерализация воды достигает 150—200 *г/л* при однородном хлоридном натриевом составе.

Зона пресных слабосолоноватых вод (А) формируется в условиях интенсивного обмена. Она обычно охватывает первые от поверхности водоносные горизонты, а в артезианских бассейнах, кроме того, и более глубоко залегающие водоносные комплексы, хорошо промываемые инфильтрационными водами.

В горноскладчатых районах подземные воды зоны А приурочены к породам палеозоя, допалеозоя (Уралтау, Мугоджары) на глубинах до 50—75 *м*. В равнинных районах эта зона включает водоносные отложения речных долин и крупных песчаных массивов (Прикаспийская впадина, Северное Приаралье и Южный Мангышлак), а также континентального и реже морского палеогена (Арало-Тургайская впадина), мела и отчасти юры (Урало-Эмбенское плато и Прикаратауские «долины»), которые на участках, прилегающих к горноскладчатым областям, залегают до глубины 75 *м*.

На Урало-Эмбенском плато, на Южной Эмбе, в Северном Приаралье и на Мангышлаке пресные и слабосолоноватые воды приуро-

чены к толщам сеноман-альба, частично апта и неокома (Урало-Эмбенское плато), а также саксаульских отложений (Северное Приаралье) и залегают на глубинах 200—600 *м*.

Подземные воды указанных водоносных комплексов характеризуются значительными скоростями движения (от 0,005 до 0,015 *м/сутки* в артезианских бассейнах, до 0,1—0,15 и более в грунтовых потоках). Они имеют различную минерализацию (0,1—3 *г/л*) и пестрый химический состав, причем преобладают гидрокарбонатные и сульфатно-кальциевые и натриевые воды I и II типа и реже встречаются хлоридные натриевые воды II типа.

Пресные воды зоны А в наибольшей степени подвержены влиянию климатических факторов. Химический состав подземных вод мало зависит от литологического состава водовмещающих пород вследствие их хорошей промытости.

Содержанием микроэлементов в подземных водах зоны А и газовый состав вод изучены слабо. По единичным определениям среди галогенных микроэлементов в небольших количествах (от следов до 37 *мг/л*) встречаются бром и фтор, а среди металлов — железо, марганец, титан, никель, медь, цинк и другие в количествах от сотых до десятых долей *мг/л*. В составе растворенных газов преобладает азот с сопутствующими редкими элементами (преимущественно аргон).

Зона солоноватых вод (Б) занимает различное положение в гидрогеологическом разрезе, а местами располагается не только ниже местного базиса эрозии, но и ниже нулевой абсолютной отметки. На Южном Мангышлаке и Устюрте, на ряде участков Северного Приаралья, Примугоджарья и Урало-Эмбенского плато эта зона охватывает значительную часть водоносных пород неогена, палеогена и верхнего мела, где подошва зоны солоноватых вод прослеживается до глубины 50—70 *м*. Подземные воды этой зоны либо размещаются непосредственно под водами зон А или Д, либо находятся между различными подзонами соленых вод. На востоке Прикаспийской впадины, в Северном Приаралье и Центральном Мангышлаке зона Б располагается ниже зоны А и охватывает водоносные комплексы нижнего мела, юры, пермо-триаса и пермо-карбона в интервалах глубин 300—600 *м* и более.

Зона Б характеризуется сравнительно малыми скоростями движения подземных вод (0,001—0,005 *м/сутки*) и их слабой связью с поверхностными водами. По составу воды эти чаще всего сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые, иногда кальциевые. Местами в антиклинальных поднятиях и соляных куполах подток глубинных соленых вод по разломам, перегибам пластов или иным путем в зону свободного водообмена способствует повышению минерализации и преобразованию сульфатно-хлоридных натриевых вод II типа в хлоридные натриевые III типа.

В верхней части разреза или на промытых участках карбонатных пород верхнего мела (и отчасти верхней юры) в повышенных количествах содержатся гидрокарбонаты щелочных земель, в связи с чем постоянным компонентом сульфатных (минерализация до 5 *г/л*) и хлоридных (до 10 *г/л*) вод становится кальций.

В артезианских бассейнах состав и минерализация подземных вод зоны Б формируются в окислительной обстановке при активном воздействии атмосферного кислорода и углекислоты. Минерализация этих вод изменяется от 3 до 10 *г/л*, а состав — от сульфатных кальциевых и натриевых до гидрокарбонатных и хлоридных натриевых. На некоторых участках развития нефтеводоносных комплексов, ниже эрозионного вреза распространены хлоридные натриевые воды повышенной мине-

рализации (на структурах Актюбинского Приуралья, Кенкияка и др.). Они газируют метаном и сероводородом, что свидетельствует о формировании их в восстановительной обстановке.

В составе растворенных газов преобладает азот и только в пределах нефтегазоносных структур присутствуют углеводороды. Возраст подземных вод зоны Б по соотношению легких и тяжелых разностей редких газов варьирует от сотен тысяч до 2—3 млн. лет.

Зона соленых вод (В). Наименьшая глубина (5—50 *м*) подземных вод в этой зоне устанавливается во внешнем обрамлении Прикаспийской низменности, где эти воды залегают непосредственно с поверхности земли или под зоной Д. В остальных районах они залегают преимущественно под зоной Б на глубине 70—100 *м*, а в удалении на 10—100 *км* и более от основных областей питания Уралтау-Мугоджарской и Каратауской горноскладчатых систем, на глубинах до 300—700 *м* и более.

В состав зоны соленых вод входят водоносные комплексы морского палеогена Тургая и Северного Приаралья, палеогена и мела Мангышлака, Устюрта и Прикаспийской низменности, нижней юры — верхнего триаса Чушкакульских гор, пермо-триаса, нижней перми и отчасти нижне-средней юры Актюбинского Приуралья и восточного борта Прикаспийской впадины.

Зона В характеризуется незначительными скоростями движения подземных вод (0,0003—0,001 *м/сутки*) и весьма слабой их связью с дневной поверхностью. Зона заключает воды с минерализацией от 10 до 50 *г/л* хлоридного натриевого состава типа IIIа (преимущественно в верхней части) и IIIб типа (в основном в нижней). Подземные воды обогащены, особенно в нефтегазоносных структурах, различного рода микрокомпонентами. В газовом составе вод в зависимости от геохимической обстановки, в одних случаях преобладают углеводороды, в других — азот. Присутствуют также биогенный азот и сероводород. Возраст воды зоны, вычисленный по газовому составу, достигает 5—7 млн. лет.

Зона рассолов (Г). В Прикаспийской и Мангышлакской системах артезианских бассейнов соленые воды меловых, юрских, триасовых и нижнепермских отложений по мере их погружения сменяются рассолами (зона Г). Минерализация рассолов в изученной части зоны достигает 300—350 *г/л*.

Глубина залегания этой зоны в зависимости от геоструктурных и гидродинамических условий отдельных частей описываемых систем изменяется в следующих пределах: в Западном Примугоджарье — 1100 *м*, в Актюбинском Приуралье и на юге Чушкакульской структуры 950—1000 *м*, в межкупольных зонах восточного борта Прикаспийской впадины — 500—750 *м* и в краевых обрамлениях Прикаспийской низменности, на юге Мангышлака и Устюрта 300—350 *м*. В центральной части Прикаспийской впадины зона рассолов прослеживается от поверхности земли. Подошва ее определяется положением кровли складчатого фундамента и гидрохимических осадков (от 3000 до 7000 *м* и местами более).

Рассматриваемая гидрохимическая зона характеризуется весьма низкими скоростями движения подземных вод. Перемещение вод связано с подъемом их по разломам через различного рода гидрогеологические окна и толщи слабопроницаемых пород кровли. По химическому составу воды зоны Г — однородные хлоридные натриевые IIIб типа. С глубиной и по направлению погружения водоносных пластов происходят определенные изменения в составе рассолов: уменьшается содержание сульфатов, гидрокарбонатов (почти до нуля) и отношение

щелочей к хлору (от целых чисел до 0,7—0,6 и менее), увеличиваются концентрации хлоридов магния (от 5—10 *г/л* в глубоких водоносных пластах до 30—50 *г/л* в соровых водах) и кальция (до 13—20 *г/л*). В составе растворенных газов преобладают углеводороды, содержание которых изменяется от 50—60 до 90—96%, а также биогенный азот — от 1 до 20%. Возраст подземных вод зоны варьирует от 5—7 млн. лет в краевых частях впадин и верхних горизонтов до 80—110 млн. лет в глубоких слоях Прикаспийской впадины.

Происхождение рассолов и их специфического состава привлекало внимание многих гидрогеологов. Тем не менее эта сложная проблема до сих пор еще не решена. Некоторые исследователи высокую концентрацию подземных рассолов глубоких слоев объясняли исходя из теории метаморфизации одних только первичных седиментационных (погребенных) вод. Однако, полностью не отрицая участие вод в образовании рассолов, следует отметить, что даже в самых глубоких водоносных пластах артезианских бассейнов района существует водообмен в результате постоянного, хотя и медленного, перемещения подземных вод по разломам, через толщи слабопроницаемых пород и поступления вод из областей питания. Об этом свидетельствуют в частности данные о возрасте подземных рассолов, который для различных горизонтов и участков района в 3—5, а иногда и в 20—25 и более раз меньше, чем возраст пород, к которым приурочены эти рассолы. В таких условиях не может быть и речи о полном сохранении погребенных седиментационных вод даже в глубоких водоносных пластах.

Ввиду того что водообмен происходит во всей осадочной толще района, следует полагать, что в формировании концентрированных рассолов ведущая роль принадлежит инфильтрационным (древним и современным) водам, которые постоянно и непрерывно на продолжении длительного геологического времени внедрялись в глубокие водоносные пласты и вытесняли погребенные седиментационные воды. Следовательно, подземные рассолы при их длительном нахождении в водоносных пластах не могли сохранить облик «первичных» вод. Существенно изменен также и облик инфильтрационных, постседиментационных вод в условиях значительной закрытости структур, высоких давлений, температур и при воздействии многих других факторов. При длительном нахождении подземных вод на большой глубине в условиях слабого водообмена с поверхностью и замедленной миграции инфильтрационных вод рост их концентрации в первую очередь зависит от литологии и состава воднорастворимых комплексов водовмещающих пород. Так, в Прикаспийской впадине наличие мощной толщи соли в кунгурских отложениях и изоморфных галогенных примесей в более молодых водоносных пластах, являющихся неограниченными поставщиками солевой массы, обусловливает здесь весьма высокую концентрацию подземных рассолов зоны Г (до 300—330 *г/л*), особенно в ее нижних слоях.

О ведущей роли выщелачивания галогенов в повышении концентрации подземных рассолов свидетельствует тот факт, что почти повсеместно величина отношения натрия к хлору в этих рассолах близка к единице (0,99—0,94).

На Мангышлаке и Устюрте, где в геологическом разрезе отсутствуют соленосные породы, концентрация подземных рассолов даже в глубоких слоях зоны Г не превышает 180—230 *г/л*, а в районах Северного Приаралья и в описываемой части Тургайского прогиба подземные воды с минерализацией более 50 *г/л* встречаются редко. Происхождение такой минерализации подземных вод может быть объяснено выщелачиванием терригенных не содержащих галогенов пород.

Одновременно с процессом выщелачивания подземными водами водовмещающих пород в различных бассейнах с той или иной интенсивностью происходят процессы метаморфизации и концентрирования подземных рассолов. Основным среди них является катионный обмен между водой и водовмещающей средой. Глубинная восстановительная обстановка, высокая температура, наличие органических веществ и восходящая миграция вод через слабопроницаемые породы усиливают этот процесс. Среди остальных процессов, оказывающих значительное влияние на рост концентрации подземных рассолов и на формирование их химического состава, следует отметить явление фильтрационного эффекта. Сущность этого явления заключается в отставании растворенного вещества (соли, ионы и коллоиды) от растворителя (воды) при фильтрации через слабопроницаемые породы.

При перемещении подземных вод из нижних горизонтов в верхние и из более проницаемых пород в менее проницаемые концентрация той части воды, которая осталась в песчаных прослоях, может сильно расти вплоть до выпадения из водного раствора тех или иных компонентов растворенного вещества. Очевидно, таким путем возникли часто наблюдаемые в районе новые минералообразования в тонких песчаных прослоях или на стенках трещин скальных пород — известковые желваки, кальцитовые прожилки, кристаллы гипса, пирита и др. Именно этим процессом объясняется и резко аномальное повышение минерализации подземных вод в отдельных сильно глинистых водоносных слоях.

В заключение следует отметить, что выделение гидрогеохимических зон и установление условий их образования имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Пресные и слабосолоноватые воды зоны А могут быть широко использованы и уже в настоящее время успешно используются для питьевого, хозяйственно-технического водоснабжения, орошения и отчасти, особенно при минерализации более 1 *г/л* и наличия специфических компонентов, для бальнеологических целей. Солоноватые воды зоны Б с минерализацией 3—10 *г/л* пригодны для водопоя скота, орошения и отчасти для технических и бальнеологических целей. Соленые воды зоны В с минерализацией от 10 до 50 *г/л* на ряде участков обладают ценными бальнеологическими свойствами и, кроме того, данные исследования их специфического химического и газового состава могут быть использованы в качестве показателя нефтегазоносности структур. В этих целях используются и рассолы зоны Г. Помимо этого рассолы с минерализацией более 50 *г/л* могут служить для промышленной добычи поваренной и калийной соли.

Гидродинамическая зональность. На схематических гидрогеологических региональных разрезах (прилож. № 1) можно проследить все три гидродинамические зоны (активного, замедленного, застойного режима). Динамика подземных вод зависит от геоструктурных и физико-географических условий, гипсометрического положения, литологии и трещиноватости водоносных пород, а также наличия или отсутствия региональных водоупоров или соляных куполов на пути движения их.

Зона активного водообмена характеризуется интенсивным внедрением инфильтрационных вод в толщу земной коры. Эти воды взаимодействуют с породами и выщелачивают из них минеральные соли. Вода аккумулируется на водоупорном слое, заполняя поры и трещины пород и образуя водоносные горизонты. Подземные воды этой зоны преимущественно пресные или слабосолоноватые. Значительное влияние на их формирование оказывают рельеф, литологический состав по-

род и климат. Эта зона широко развита в Уралтау-Мугоджарском и Центрально-Мангышлакском районах.

Зона затрудненного водообмена характеризуется меньшей промытостью пород и солеными подземными водами. Она хорошо выделяется в артезианских бассейнах Северного Приаралья, в дизъюнктивных мульдах Прикаспийской впадины, а также в Актюбинском Приуралье и других районах. Мощность этой зоны изменяется в пределах нескольких десятков и сотен метров (до 500—700 *м*). Движение вод здесь медленное. В породах остаются сульфаты и легкорастворимые хлоридные соли. Поэтому в этой зоне подземные воды содержат повышенные количества химических компонентов сульфатов и хлоридов.

Зона застойного водного режима и весьма замедленного водообмена широко развита в Прикаспийском и Мангышлак-Устюртском гидрогеологических районах. Скорость движения подземных вод и промытость пород в этой зоне незначительны, чаще всего практически отсутствуют. Здесь залегают рассолы разной концентрации. Так, в центральной части Прикаспийской впадины и Южной Эмбы, т. е. в условиях соляных куполов, рассолы имеют минерализацию 350—400 *г/л*, а в Южном Мангышлаке — до 50—100 *г/л* и т. д. Мощность этой зоны достигает нескольких километров (4—6 *км*). Воды преимущественно **хлоридные натриево-магниевые** или кальциевые. Характеризуются повышенной температурой (от 20 до 140°).

Гидродинамические условия подземных водоносных горизонтов изучались в связи с исследованием нефтегазоносности данной территории и поисками источников водоснабжения народнохозяйственных объектов (Якуцени, 1961; Торгованова, 1965; Сыдыков, 1966; Колпаков, Сотников, Зейберлих, Онищенко, Давидович и др., 1948—1968 гг.). Наиболее хорошо изучена динамика альб-сеноманского водоносного комплекса в Восточно-Прикаспийском и Южно-Мангышлакском гидрогеологических районах. Для этих площадей представилась возможность нанести на карту схематические пьезометрические уровни (гидроизопьезы). Они проведены через 30 *м* в Восточно-Прикаспийском районе и через 20 *м* — в Южно-Мангышлакском. Движение подземного стока альб-сеноманского водоносного комплекса осуществляется от Уралтау-Мугоджарского района и Горного Мангышлака в юго-западном и западном направлениях, т. е. в сторону Каспия.

Наличие соляных куполов способствует замедленной скорости подземного стока и небольшому их отклонению от общего юго-западного направления.

На площади Челкарского артезианского бассейна гидроизопьезы показаны для эоценового водоносного горизонта. Линии проведены на карте через 20 *м*. Направление подземного стока идет на юго-восток от Мугоджар и к югу и юго-востоку по уклону поверхности водоносного комплекса.

Преобладание в геологической жизни Прикаспийской впадины тектонических погружений над поднятиями позволяет считать, что динамика подземных вод нижнего гидродинамического этажа в значительной степени подчинена седиментационным этапам водообмена. Периоды регрессии были более кратковременными, а поэтому древнеинфильтрационные этапы формирования подземных вод оказались подчиненными и не могли оказать длительного влияния на изменение гидродинамического режима. В связи с этим нижний гидродинамический этаж всего бассейна представляет зону весьма затрудненного водообмена. Движение подземных вод в этом этаже подчинено в основном отжатию флюидов из глинистых пород и направлению их в более проницаемые коллектора. Это положение подтверждается, как отмеча-

ет в своих наблюдениях М. П. Распопов, повышенным на ряде площадей содержанием йода в рассолах надсолевых отложений, наличием в разрезе, обрамляющем на западе впадину, крепких рассолов. Последнее не является фоновым для данного района. Значительное количество соляных куполов, имеющих многочисленные тектонические нарушения, создает условия для вертикального движения подземных вод. В верхнем гидродинамическом этаже повсеместно действует инфильтрационный этап образования подземных вод, происходит переток воды от внешних областей питания, перераспределение временного стока в отрицательные формы рельефа, подпитывание водоносного горизонта речным стоком и т. д.

Ниже сводов соляных куполов общее направление движения подземных вод в верхнем гидродинамическом этаже усложнено, так как происходит подпор и отклонение потока; по тектоническим разломам идет разгрузка маточной рапы галогенных толщ и подсолевых горизонтов.

В Актюбинском Приуралье при движении подземных вод приходится преодолевать меридионально вытянутые антиклинальные складки, сложенные переслаивающимися толщами разнородных по проницаемости пород. Такие складки представляют собой структурные барьеры, которые препятствуют движению подземного стока. Подобные структурные барьеры имеются на севере Прикаспийской впадины.

Нормальная вертикальная гидрохимическая зональность. На территории Западного Казахстана наблюдается как прямая, так и обратная вертикальная гидрохимическая зональность. На большей части площади развита прямая гидрохимическая зональность, где с увеличением глубины происходит последовательная смена одной гидрохимической зоны другой. Верхняя часть разреза характеризуется пресными водами с минерализацией до 1 *г/л*, преимущественно гидрокарбонатного натриевого или кальциевого, нередко смешанного ионного состава. Ниже залегают солоноватые воды с минерализацией 1—10 *г/л*, чаще всего сульфатно-хлоридного натриевого или хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого состава. По составу компонентов преобладают пестрые воды. Такая смена гидрохимических зон наблюдается в северной части разреза Донгузтауского бассейна. В районе долины Эмбы (Жаркамыс) преобладают пресные воды, ниже, с увеличением глубины в тех же альб-сеноманских песках, минерализация воды повышается до солоноватой группы (Кзылжар, Актумсук). К третьей зоне соленых вод с минерализацией 10—50 *г/л* приурочены хлоридные воды. В них преобладает анион хлора, достигающий 80—90 *экв*-%, а из катионов содержание щелочей составляет около 65—80%. Зона соленых вод распространена широко, почти повсеместно, т. е. во всех гидрогеологических районах. Так, в районе Актюбинского Приуралья (Биштамак, Петропавловка, Жилянка, Актюбинск и др.) минерализация воды в надсолевых водоносных горизонтах колеблется в пределах 14—18 *г/л* и изменяется от хлоридно-сульфатных натриево-магниевых до хлоридных натриевых (B_{20}).

На площади Северо-Восточного Приаралья (Саксаульская, Аральск) минерализация воды в интервале глубин 200—780 *м* в мезозойских отложениях изменяется от 10—11 (в верхнем мелу) до 12,5—13,5 *г/л* (в нижнем альбе и триасе). Минерализация возрастает с глубиной в небольших пределах (B_{20}).

В Западно-Тургайском районе соленые воды (B_{20} и B_{35}) развиты в нижних горизонтах морских палеогеновых и в южной части территории (Иргиз, совхоз им. Калинина и им. Коминтерна) в меловых по-

родах. Преобладают подземные воды хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого состава.

Следующая гидрохимическая зона характеризуется распространением рассолов с минерализацией выше 50 *г/л*. По содержанию компонентов воды хлоридные натриево-кальциевые, натриево-магниевые и натриевые. Количество хлора нередко достигает 98—100 *экв*-%, а натрия от 80 до 95 *экв*-%. С глубиной концентрация рассолов возрастает. Так, на профилях, приложенных к гидрогеологической карте, минерализация в опорной скв. 2 (Буранкуль) возрастает от 34 (альб-сеноманский горизонт) до 195—216 *г/л* (юрский и триасовый горизонты). Химический состав их хлоридный натриевый.

Высокая концентрация рассолов наблюдается в Восточно-Прикаспийском районе (на участке сверхглубокой Аралсорской скважины). Здесь (Аралсор, Зареченская, Болганмола, Ушкультас и другие структуры), в интервале отложений от альб-сеномана до нижнего триаса минерализация подземных вод достигает 196—252 *г/л* хлоридного (до 100 *экв*-%), натриево-кальциевого состава. Высокая концентрация рассолов 200—250 *г/л* встречается на участках многих соляных куполов (Макат, Шубаркудук, Доссор, Сагиз и др.), где также наблюдается увеличение минерализации с возрастанием глубины залегания горизонта. На плато Устюрт (Бейнеу, Арыстановская, Биринжикская, Аксаксаульская) минерализация подземных вод в альб-сеноманских и среднеюрских отложениях колеблется в пределах 95—172 *г/л*, преимущественно хлоридного натриево-кальциевого состава. Количество хлора достигает 98—100 *экв*-%, натрия 71—83 *экв*-% и кальция 13—16 *экв*-%.

В северной части Прикаспийской впадины (Уральская, Карповская, Солдатская площади) на глубинах более 2,5 *км* в подкунгурских и артинских породах, а также в верхнем и среднем карбоне минерализация достигает 148—213 *г/л*, где количество хлора составляет 100 *экв*-%, натрия 72—81 *экв*-% и кальция 15—22 *экв*-%.

Мощность зоны рассолов изменяется в очень широких пределах — от нескольких десятков метров (на участках соляных куполов) до 3000—4000 *м* — в Южно-Устюртском и Западно-Прикаспийском артезианских бассейнах.

Максимальная мощность зоны рассолов отмечается в глубоких, наиболее прогнутых частях артезианских бассейнов. Здесь хорошо прослеживается как гидродинамическая, так и гидрохимическая зональность водоносных горизонтов. Выделенные зоны приурочены к различным по возрасту отложениям, что связано с геоструктурными условиями и глубиной залегания водовмещающих отложений.

Инверсионная вертикальная гидрохимическая зональность подземных вод встречена на многих участках описываемой территории.

Наиболее ярко инверсия гидрохимической зональности развита в краевых частях артезианских бассейнов и на участках влияния соляных куполов. В юго-восточной части Донгузтауского артезианского бассейна (Жолутколь, Актумсук, Таскенчу) буровые скважины вскрыли в сантонских отложениях соленые воды ($Б_{20}$) хлоридного натриевого типа, а ниже в альб-сеноманских песчаных горизонтах — слабосолоноватые воды с минерализацией 1,6—2,4 *г/л*. Солевые воды залегают в маломощном песчаном горизонте (4—6 *м*), не имеющем в областях питания (горы Астау-Тобускен и Шошкаколь) выхода на дневную поверхность.

Водоносный горизонт альб-сеноманских отложений получает инфильтрационное питание в районе Жаркамыса и Шошкакольских гор

(на севере и северо-востоке). Песчаный комплекс отложений промыт лучше и минерализация подземных вод невысокая (пояс A_3).

В районе Челкара, находящегося почти в центре Челкарского артезианского бассейна, в толще песчано-глинистых отложений эоцена залегают три водоносных горизонта, которые на западе возле Шошкакольских гор подходят к дневной поверхности. Причем нижний песчаный горизонт обнажается, а второй и первый покрыты четвертичными суглинками и глинами. Через пески инфильтрационные воды поступают в нижний горизонт, напорные воды которого в г. Челкаре являются менее минерализованными, чем в верхних горизонтах. Здесь также наблюдается уменьшение минерализации воды в меловых породах (профиль по линии III—III). Так, в турон-сантонских отложениях минерализация воды хлоридно-сульфатного натриево-кальциевого состава, а ниже — в альб-сеноманских песках — хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатного натриевого состава, где количество хлора составляет 46 *экв*-%, гидрокарбоната 37 *экв*-%, натрия 96 *экв*-%. Понижение минерализации вод альб-сеноманских отложений связано с подпитыванием их в районе Мугоджарских гор пресными трещинными водами силур-девонских пород (пояс A_1).

На крайнем юге Северо-Приаральских артезианских бассейнов (профиль VI—VI) пробурен ряд скважин на полуостровах Аральского моря (мыс Изынды на п-ове Куланды, пункт Акпасты на восточной окраине п-ова Каратюп, пункт Акеспе на берегу залива Бутакова). В скважинах Акпасты и Акеспе минерализация самоизливающейся воды альб-сеноманских отложений составляет 9,2 *г/л*, а верхнего горизонта кампан-туронского — 14 *г/л*.

Областями питания альб-сеноманских отложений являются их выходы на поверхность на п-ове Куланды, где происходит инфильтрация атмосферных осадков и подземные воды содержат солей до 2 *г/л* хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатного натриевого состава. С погружением этих отложений в сторону Акпасты минерализация воды несколько повышается. Дополнительно поступает сюда морская вода. Верхний же горизонт питается исключительно за счет морской воды залива Тщебас.

Обратная гидрохимическая зональность наблюдается на Базайской площади (разрез VI—VI). Отложения палеогена (кумский горизонт) содержат седиментационные подземные воды с минерализацией 70 *г/л*.

В нижнем горизонте (альб-сеноманском) минерализация воды составляет 15,5 *г/л*. По-видимому, питание последнего осуществляется за счет подземного стока, идущего с Куландинского поднятия.

В крайней юго-западной части Западно-Прикаспийского гидрогеологического района (гор. Астрахань) в двух пробуренных здесь глубоких скважинах произведено опробование всех водоносных горизонтов, залегающих в морских четвертичных, плиоценовых, меловых, юрских, триасовых и пермских породах (разрез I—I). Результаты анализов воды показали возрастание минерализации (до 165 *г/л*) в интервале глубин до среднеюрских горизонтов, т. е. до глубины 1440 *м*, а затем она начинает уменьшаться до 2 *г/л* (на глубине 2130 *м*). Последняя приурочена к породам пермского возраста, представленным песчаниками, аргиллитами и гипсами. Здесь прослеживаются глубинные зоны тектонических нарушений, по которым, вероятно, идет подпитывание этой толщи.

На участке примыкания Западно-Тургайского гидрогеологического района к Уралтау-Мугоджарскому наблюдается инверсия гидрохимической зональности (разрез IV—IV). Нижние водоносные горизонты палеозойских пород подпитываются за счет подземного стока слабоми-

неразлизованных вод со стороны гор, где идет активный их водообмен. Пресные воды проникают под толщу палеогеновых песчано-глинистых осадков. Некоторые палеогеновые песчаные горизонты подпитываются этими водами. Создаются инверсионные условия формирования подземных водоносных горизонтов.

Инверсионные гидрохимические разрезы развиты в краевых полосах к западу от Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области, к северу и югу от Горного Мангышлака (разрез II—II). В Актюбинском Приуралье в подсолевых породах терригенных фаций артинского и сакмарского ярусов нижней перми встречаются воды с минерализацией 10—35 *г/л*, а выше по разрезу — рассолы с концентрацией более 50 *г/л*.

Южнее Горного Мангышлака в верхнемеловых породах минерализация воды выше, чем в нижних песчаных альб-сеноманских горизонтах. Питание этих коллекторов идет со стороны Актау. Гидрохимический пояс Б далеко простирается на юго-запад под зону В. Инверсионная вертикальная гидрохимическая зональность на описываемой территории встречается часто. Распределение гидрохимических поясов по площади и в разрезе отвечает геолого-структурным и геоморфологическим условиям.

Зональность газового состава подземных вод особенно характерна для Прикаспийского гидрогеологического района. В водах зоны А и Д повсеместно распространены кислородные и кислородно-азотные газы. Воды Б обычно обогащены азотными газами, реже азотно-метановыми, но встречаются и сероводородные (Джаксымай, Шубаркудук). Воды надсолевых комплексов разреза зоны В содержат преимущественно азотно-метановые и метановые газы.

На глубинах свыше 3000 *м* в газовой фазе сверхглубокой Аралсорской скважины установлены зоны азотно-углекислого, водородно-азотного и сероводородного насыщения.

Гидротермальная зональность подземных вод в вертикальном разрезе зависит от геотермического режима данного участка земной коры, от тектонических условий и литологического состава пород.

Основной закономерностью распределения тепла в недрах Прикаспийской впадины является последовательное возрастание температуры от периферии к районам глубокого погружения осадочного чехла впадины. На распространение естественного теплового поля оказывают влияние литолого-фациальный состав стратиграфических толщ, в том числе галогенных пород кунгура, высотное положение областей питания артезианского бассейна и структурные особенности района.

На описываемой территории температуры подземных вод колеблются в пределах от 8—10 до 170—180°. По температурным условиям можно выделить несколько зон.

Горноскладчатые области (Уралтау-Мугоджарская, Горный Мангышлак), которые служат областями инфильтрации и подземного стока холодных атмосферных вод, относятся к низкотермальной зоне (не более 20°). К этой зоне приурочены водоносные горизонты четвертичных, неогеновых, палеогеновых и меловых отложений Прикаспийского района, Мангышлака, Устюрта, Северного Приаралья, Тургая. В вертикальном разрезе эта зона распространена до глубины 400—500 *м*.

Вторая зона — теплых вод (20—40°) — распространена до глубины 1000—1200 *м*.

Третья зона — горячие и очень горячие воды (40—100°) — приурочена к внутренним платформенным областям — в Прикаспийской впадине, плато Устюрт, Мангышлак с преимущественным развитием мор-

ских и прибрежно-морских глинистых, мергельно-глинистых, известково-меловых и аргиллитовых пород. Она распространена до глубины 3000—4000 *м* (Карповская площадь).

На общем фоне этих гидротермальных зон отмечаются аномальные участки. Сверхглубокая Аралсорская скважина на глубине 6682 *м* вскрыла воду, температура которой 170°.

В январе 1969 г. на Мангышлаке был встречен аномальный участок, на котором на глубине 3300 *м* зарегистрирована температура воды 180°. Столь высокая температура воды на таких глубинах встречена в Казахстане впервые. Она объясняется проникновением горячих растворов с больших глубин, где предполагается наличие молодых глубинных интрузий, не успевших еще в достаточной мере остыть.

К аномально локальным участкам следует отнести соляные купола. Соль наиболее теплопроводна по сравнению с другими горными породами, а соляные купола, проникая в терригенные осадки, являются проводниками глубинного тепла. При равных глубинах от поверхности земли над сводами соляных куполов температура выше, чем по их периферии. Тектонические разломы соляных куполов служат очагами разгрузки глубинных подсолевых подземных вод и выноса тепла из недр, с чем связано снижение величины геотермического градиента. Наиболее высокие величины геотермических градиентов в надсолевом этаже наблюдаются на сводах соляных куполов, а в направлении межкупольных мульд происходит резкое снижение их. Самые малые геотермические градиенты приурочены к наиболее погруженной части надсолевого этажа.

Термальные воды средней и южной частей Западного Казахстана можно использовать для теплоэнергетических и лечебных целей.

Часть третья

РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

ГЛАВА X

ЕСТЕСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Естественные ресурсы представляют обеспеченный питанием приток или отток подземных вод (Куделин, 1966), т. е. характеризуют естественный расход подземного потока. При эксплуатации подземных вод они составляют наиболее важный элемент их баланса, как гарантируемое восполнение запасов.

Региональная оценка величины естественных ресурсов подземных вод зоны интенсивного водообмена в Уралтау-Мугоджарской горноскладчатой области и в восточной части Прикаспийского гидрогеологического района проводилась путем сложения меженного речного стока и суммарного расхода родников с учетом изменения их режима (Ахмедсафин, Сыдыков, Сотников, Кнышенко, 1966). На равнинной территории Арало-Тургайского и Прикаспийского районов, приток воды в многочисленные озерные котловины учитывался балансовым методом. На плато Устюрт, Мангышлак и на других слаборасчлененных равнинах в расчет принимались режимные наблюдения за изменением уровня вод в скважинах.

Как известно, величина естественных ресурсов выражается модулем подземного стока или среднегодовым слоем инфильтрационного питания. Естественные ресурсы подземных вод на территории Западного Казахстана распределены весьма неравномерно (рис. 63). Их величина зависит от климата, расчлененности рельефа, структурных условий, степени раскрытости, дренированности и коллекторских свойств водоносных горизонтов (или комплексов) в пределах той или иной территории.

Уралтау-Мугоджарская горноскладчатая область представляет собой область интенсивного формирования естественных ресурсов подземных вод. Значительная расчлененность рельефа на большей части территории, раскрытость структур, трещиноватость водовмещающих магматических и метаморфических пород, а также наличие хорошо водопроницаемых осадочных образований, выполняющих тектонические и морфологические депрессии (впадины, грабены, долины), способствуют формированию здесь интенсивного подземного стока. Последний связан преимущественно с четвертичными аллювиальными, палеоген-меловыми и среднеюрскими отложениями, а также с образованиями верхнего, среднего и нижнего палеозоя.

Аллювиальный водоносный горизонт распространен в долинах рек Джаксы-Карагалы, Ори и притоков Иргиза. Водосодержащие породы представлены разнозернистыми песками, нередко гравелистыми или глинистыми. Грунтовые воды этого горизонта гидравлически связаны с поверхностными, за счет которых они получают питание в паводковый период. В остальное время года запасы грунтовых вод пополня-

ются атмосферными осадками. При этом слой инфильтрационного питания, как показали исследования У. М. Ахмедсафина, Ж. С. Садыкова и других (1964), в долинах различных рек изменяется в широких пределах: от 1,5—3 (р. Иргиз) до 30—38 *мм* в год (Джаксы-Каргалы).

Исходя из этих данных, естественные ресурсы аллювиального во-

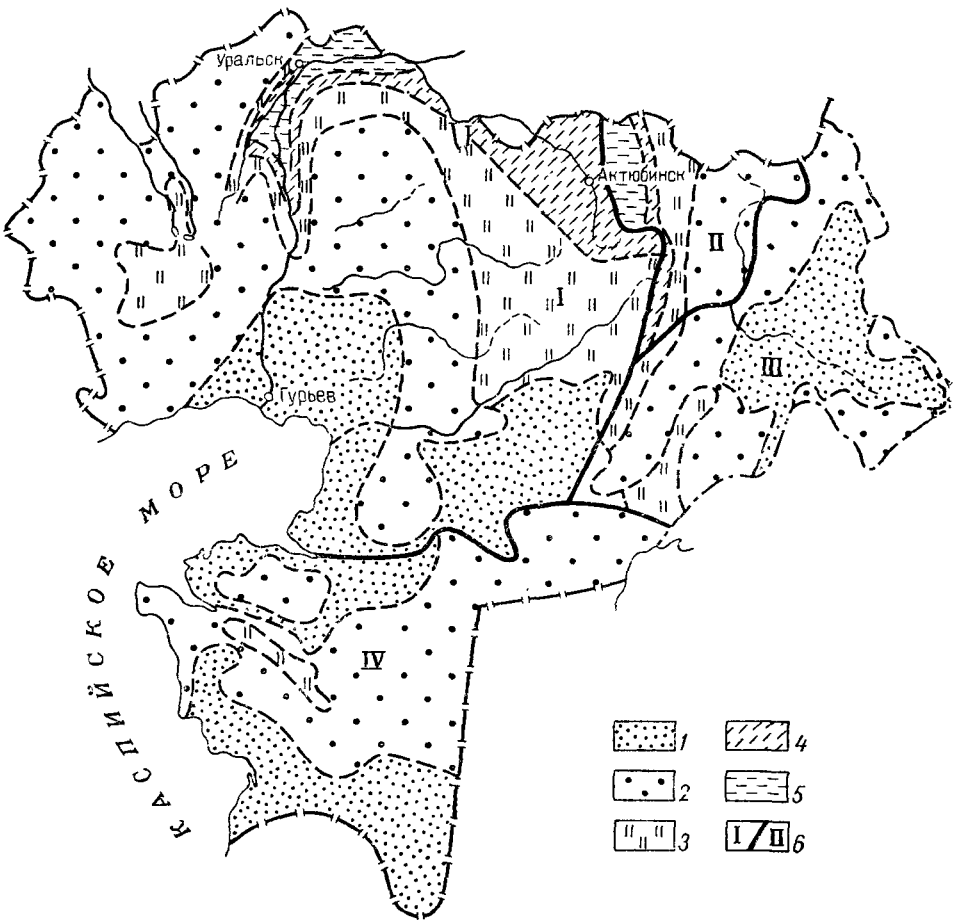


Рис. 63. Схематическая карта среднегодового слоя питания подземных вод Западного Казахстана. (Составил Ж. С. Сыдыков)

Среднегодовой слой инфильтрационного питания подземных вод (мм): *1* — до 3; *2* — от 3 до 10; *3* — от 10 до 20, *4* — от 20 до 30; *5* — от 30 до 40 (местами более); *6* — номер и граница гидрогеологического района

доносного горизонта на всей площади его развития в Уралтау-Мугоджарском районе оцениваются в 2 *м*³/*сек*, или 63 млн. *м*³ (табл. 26) в год.

Водоносный комплекс палеоген-меловых отложений в восточной прибортовой части Орь-Илекского водораздела представлен глауконитовыми и опоковыми песчаниками палеогена и разнозернистыми песками, песчаниками с гравием и ракушняками верхнего мела суммарной мощностью до 50—60 *м*. Слой подземного стока в пределах развития этого комплекса, рассчитанный по данным колебания уровня подземных вод в скважинах режимной сети, изменяется от 8—10 до 15—18 *мм/год*.

Таблица 26

Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена Западного Казахстана

Гидрогеологические районы и водоносные комплексы	Площадь, тыс. км²	Модуль стока, л/сек·км²		Слой стока, мм		Естественные ресурсы	
		Пределы	Средневзвешенное	Пределы	Средневзвешенное	Объем стока, млн. м³/год	Расход, м³/сек
I. Уралтау-Мугоджарский							
Аллювиальных отложений	5	0,05—1,2	0,4	1,5—3,8	12,6	63	2
Терригенно-карбонатных пород палеоген-мела	1,5	0,25—0,57	0,38	8—18	12	18	0,6
Терригенных отложений средней юры	2	0,1—0,3	0,2	3—10	6,3	13	0,4
Преимуществ. терриген. отл. *верхнего и среднего палеозоя*	5	0,4—1,2	0,6	13—38	19	95	3
Осадочн. и изверж. пород ср. палеозоя	16	0,15—1,32	0,87	4,7—42	27,5	440	14
Метаморф. пород нижн. палеозоя и допалеозоя	16	0,15—0,2	0,18	4,7—6,3	5,7	91	2,9
Итого	45,5	—	0,5	—	15,7	720	22,9
II. Прикаспийский							
Морских четвертичн. отлож.	140	0—0,4	0,1	0—13	3	425	13,5
Эоловых отложений	50	0—0,4	0,15	0—13	4,8	240	7,7
Аллювиальных отложений	25	0,3—3	0,80	10—100	24	650	21
Терриген. неоген., мелов., юрск. и верх. триас. отложений	150	0,05—0,8	0,3	2—25	10	1320	42
Итого	365	—	0,23	—	7,3	2635	84,2
III. Арало-Тургайский							
Эоловых отложений	10	0,1—0,6	0,3	3—19	10	97	3
Аллювиальных отложений	5	0,05—0,4	0,2	1,5—12	6	30	1
Терриг. палеоген. (пренм. контин.), отчасти меловых	35	0,1—0,4	0,2	3—10	6	220	7
Итого	50	—	0,22	—	7	347	11
IV. Мангышлак-Устюртский							
Морских четвертичных отложений	4	0,05—0,1	0,07	1,5—3	2,2	9	0,3
Эоловых отложений	5,7	0,05—0,3	0,14	1,5—10	4,5	25	0,8
Известняковых неоген. отложений	8	0,05—0,2	0,1	1,5—6	3	252	8
Терриг. нижн. меловых отложений	7	0,1—0,4	0,25	3—12	8	56	1,7
Терриг. пермо-триас. отложений	0,6	0,2—0,3	0,25	6—10	8	5	0,2
Итого	97	—	0,11	—	3,6	347	11
Всего по Западному Казахстану	547		0,23	—	7,4	4050	129

Модуль подземного стока варьирует от 0,25 до 0,57 *л/сек·км²*, а величина подземного стока (естественные ресурсы) на всей площади распространения комплекса (около 1,5 тыс. *км²*) составляет около 0,6 *м³/сек*, или 18 млн. *м³* в год.

В Орской депрессии водоносный комплекс средней юры приурочен к разнозернистым пескам, песчаникам и алевролитам мощностью от 15 до 60 *м*. Питание водоносного комплекса происходит в основном в краевых частях депрессии за счет атмосферных осадков и подтока трещинных вод из палеозойских пород, о чем свидетельствует сходство химического состава вод среднеюрского и палеозойского комплексов. Среднегодовой модуль подземного стока, рассчитанный по меженному стоку рек, расходу родников и колебанию уровня вод в наблюдательных скважинах, изменяется от 0,1 до 0,3 *л/сек·км²*, а суммарная величина естественных ресурсов подземных вод со всей площади водоносного комплекса составляет 0,4 *м³/сек*, или 13 млн. *м³* в год.

В краевых частях Урало-Мугоджарского района, на периклинальных погружениях палеозойских пород, во впадинах и грабен-синклиналях распространены водоносные комплексы терригенных и терригенно-карбонатных пород верхнего и среднего палеозоя. Подземные воды здесь приурочены к горизонтам алеврито-песчаников, гравелитов, известняков перми — нижнего триаса к горизонтам и конгломерат-песчаников, доломитов и известняков верхнего девона — нижнего карбона. Величина инфильтрационного питания водоносных комплексов, т. е. модуль подземного стока, варьирует от 0,4—0,5 до 1,2 *л/сек·км²*, а естественные ресурсы всей площади их неглубокого залегания (5 тыс. *км²*) составляют около 3 *м³/сек*, или 95 млн. *м³* в год.

Водоносные горизонты осадочно-вулканогенных и интрузивных пород среднего палеозоя широко распространены почти во всех структурных зонах Уралтау-Мугоджарской складчатой области. Они представлены разнозернистыми эффузивами, глинисто-кремнистыми, обломочными и карбонатными породами, а также массивами ультраосновных, основных и кислых интрузивных пород.

Естественные ресурсы подземных вод здесь формируются исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков.

В распределении величин подземного стока рассматриваемого района устанавливается определенная закономерность, в известной мере отражающая климатическую зональность. Модули подземного стока уменьшаются в направлении с севера на юг и с запада на восток. Так, средний модуль подземного стока на северо-западе, в пределах Орь-Илекского водораздела составляет 1,32 *л/сек·км²* площади, в Западных Мугоджарах (на юго-западе) он уменьшается до 0,7 *л/сек·км²*, а на юго-востоке в Восточных Мугоджарах — не превышает 0,15—0,2 *л/сек·км²*. Суммарные естественные ресурсы подземных вод рассматриваемых водоносных горизонтов на всей площади их распространения (16 тыс. *км²*) составляют 14 *м³/сек*, или 440 млн. *м³* в год.

На Орь-Илекском и Орь-Иргизском водоразделах естественные ресурсы подземных вод формируются в толще метаморфических пород допалеозоя и нижнего палеозоя (гнейсы, гранито-гнейсы, амфиболиты, кварциты и сланцы) мощностью до 18—20 *км*. Сильная степень метаморфизованности и уплотненности этих пород и наличие глинистого покрова на значительной площади их развития, обусловливают низкие модули подземного стока (от 0,15 до 0,2 *л/сек·км²*). Среднегодовой слой инфильтрационного питания здесь составляет 4,5—6 *мм*, или 2—3%, от годовой суммы атмосферных осадков. Отсюда общая величина естественных ресурсов подземных вод на площади распространения

метаморфического комплекса палеозоя и допалеозоя составляет 91 млн. $м^3$, или 2,9 $м^3/сек$ в год.

В Прикаспийском сложном артезианском бассейне естественные ресурсы подземных вод с минерализацией до 10 $г/л$ формируются в основном в его северной и восточной частях, отличающихся различным рельефом и выходами сравнительно хорошо проницаемых пород на поверхность земли.

Наиболее значительные естественные ресурсы формируются в четвертичных аллювиальных отложениях в долинах Илека, Уила, Эмбы, Урала и некоторых их притоков. Здесь грунтовые воды аллювия тесно связаны с водами рек, и их ресурсы восполняются весной в основном за счет фильтрации паводковых вод, а в меженный период за счет притока вод дочетвертичных (главным образом сеноман-альбских) отложений.

Модули подземного стока на разных отрезках речных долин, установленные гидрометрическим путем, изменяются в больших пределах. Так, по данным наблюдений Актюбинской гидрогеологической станции (Архидьяконских, Васильева и др.), инфильтрационные потери речных вод на 1 $км$ в долине р. Карагалы в пересчете на среднегодовой расход составляют 28 $л/сек$. Поскольку пойма реки повсеместно сложена хорошо водопроницаемыми породами и инфильтрация происходит равномерно по всей долине, величина фильтрационных потерь паводковых вод составляет 2352 $л/сек$, или 3,5 $л/сек \cdot км^2$ площади.

Среднегодовой модуль подземного стока в долине р. Илека и ее притоков достигает 3 $л/сек \cdot км^2$, а естественные ресурсы на площади 2005 $км^2$ — 6 $м^3/сек$.

В аллювиальных отложениях долин Урала, Утвы и других рек Прикаспийской низменности естественные ресурсы в основном формируются за счет паводковых вод. По данным режимных наблюдений, в долине р. Урала во время паводка уровень подземных вод повышается на 1,5—2,3 $м$ (Уральск), а в долинах более мелких речек на 0,4—0,9 $м$.

Средняя величина инфильтрационного слоя воды, по данным М. П. Распопова и других (1960), в речных долинах в зависимости от водности года и глубины залегания уровня воды изменяется от 30—50 до 100—150 $мм$, а модуль подземного стока от 0,8 до 1,5 $л/сек \cdot км^2$. Естественные ресурсы подземных вод в долине р. Урала составляют 10 $м^3/сек$, в долинах других рек — 1,5 $м^3/сек$.

В долинах рек Урало-Эмбенского плато подземный сток формируется в основном за счет фильтрационных потерь из рек во время паводков и дренирования подземных вод дочетвертичных отложений. По данным Актюбинской гидрогеологической станции, потери речных вод на фильтрацию в аллювий за паводковый период составляют 3% от расхода рек. Это позволяет определить величину модуля подземного стока от 0,3 до 1,2 $л/сек$, а слой стока — от 10 до 35—37 $мм$. Суммарные естественные ресурсы аллювиальных вод Урало-Эмбенского района, исключая р. Илек, равны 3,5 $м^3/сек$, а по всем речным долинам Прикаспийского района — 21 $м^3/сек$, или 650 млн. $м^3$ в год.

К обширным песчаным массивам (Нарын, Бийрюк, Тайсойган, Прикаспийские Каракумы и др.) приурочены значительные естественные ресурсы пресных и солоноватых грунтовых вод. Амплитуда колебания их уровня изменяется от 0,3—0,5 до 1—1,2 $м$ при глубине залегания воды соответственно до 5 и до 1 $м$ (Гаель, Голиков, 1949). Такое изменение происходит вследствие просачивания осадков холодного периода (ноябрь — апрель). По данным Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР, величина инфильтрационного питания грун-

товых вод песчаных массивов в зависимости от степени их закрепленности изменяется от 3 до 12 *мм* (в среднем 7 *мм*). Исходя из этого, модуль подземного стока здесь составляет около 0,15 *л/сек·км*^{2}, а естественные ресурсы грунтовых вод — 7,7 *м*^{3}*/сек*, или 240 млн. *м*^{3} в год.

В Прикаспийской низменности естественные ресурсы грунтовых вод морских четвертичных отложений формируются в результате инфильтрации атмосферных осадков холодного периода года. Величина инфильтрационного питания этих вод зависит от количества осадков, литологического состава водовмещающих пород и глубины залегания грунтовых вод. Суммарный годовой слой инфильтрации на дренируемой части Прикаспийской низменности в среднем имеет величину около 10 *мм*, а в бассейне р. Урала 3—7 *мм*. На слабодренированной морской равнине эта величина колеблется от отрицательных значений (участки солончаков) до 6 *мм*. На участках развития лиманов и падин величина инфильтрационного питания увеличивается до 20—30 *мм/год* в результате просачивания поверхностных вод. Исходя из этих данных, в краевой части низменности, на площади около 90 тыс. *км*^{2}, модуль подземного стока изменяется от 0,1 до 0,4 *л/сек·км*^{2}, а в центральной ее части, на площади более 50 тыс. *км*^{2}, — от 0 до 0,2 *л/сек·км*^{2}. Естественные ресурсы грунтовых вод на всей площади распространения морских отложений в Прикаспийской низменности составляют около 13,5 *м*^{3}*/сек*, или 425 млн. *м*^{3} в год.

Значительные естественные ресурсы подземных вод формируются в отложениях неогена, палеогена, мела, юры и верхнего триаса на северном и северо-восточном обрамлениях Прикаспийской впадины. Наименьший объем подземного стока в зоне свободного водообмена с дневной поверхностью характерен для водоносных горизонтов неоген-палеогена, развитых на Общем и Зауральском Сыртах. Величина инфильтрационного питания вод этих горизонтов варьирует от 1,5 до 3 *мм/год*, а модуль подземного стока — от 0,05 до 0,1 *л/сек·км*^{2} площади. Отсюда естественные ресурсы пресных и солоноватых вод на площади порядка 13 тыс. *км*^{2} составляют 0,9 *м*^{3}*/сек*, или 28 млн. *м*^{3} в год.

На Урало-Эмбенском плато верхнемеловые водоносные горизонты в песчано-галечных и трещиноватых мергелисто-меловых породах получают атмосферное питание и отчасти пополняют свои запасы из нижнемеловых водоносных горизонтов. Модуль подземного стока здесь не превышает 0,05—0,2—0,3 *л/сек·км*^{2} площади. Естественные ресурсы на всей площади распространения верхнемеловых водоносных горизонтов (около 125 тыс. *км*^{2}) составляют 20 *м*^{3}*/сек*, или 630 млн. *м*^{3} в год.

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений содержит большие естественные ресурсы подземных вод. Водопроницаемые образования этого комплекса в Западном Примугоджарье, Актюбинском Приуралье и на отдельных участках Урало-Эмбенского плато выходят на дневную поверхность или лежат под маломощным делювиальным покровом. На этих площадях (около 32 тыс. *км*^{2}) подземные воды получают интенсивное атмосферное питание, особенно в холодный период года.

Модуль меженного речного стока, формирующегося вследствие дренирования реками меловых водоносных горизонтов, гидравлически с ними связанных, изменяется от 0,1—0,2 (Эмба, Сагиз, Уил) до 0,5—0,6 *л/сек·км*^{2} (Карахобда, Сарыхобда). Однако реками дренируется не вся мощность зоны интенсивного водообмена, а лишь ее небольшая верхняя часть. Воды меловых отложений на значительной площади дают начало многочисленным родникам, суммарные расходы которых в меженный период на Урало-Эмбенском плато составляют 6—8% от меженного речного стока. Весной, когда сток грунтовых вод в реки

сокращается, дебиты родников увеличиваютея в 1,5—2 раза, вследствие чего среднегодовая величина родникового стока достигает 10—12% от речного. Часть подземного стока зоны интенсивного водообмена, не дренируясь гидрографической сетью, проходит ниже местных базисов стока (долин рек). Величина его изменяется от 0,15 до 0,4 *л/сек·км²*. Общие естественные ресурсы подземных вод нижнемеловых отложений на указанной площади (32 тыс. *км²*) достигают 17,6 *м³/сек*, или 554 млн. *м³* в год.

Водоносный комплекс верхнетриасовых — юрских песчаных отложений развит в бассейне р. Илека и получает питание за счет атмосферных осадков, а в долинах рек — за счет фильтрации речных, особенно паводковых, вод. Величина инфильтрационного питания в бассейне р. Илека изменяется от 0,3 до 0,6 *л/сек·км²*, а суммарные естественные ресурсы подземных вод составляют 3,5 *м³/сек*, или 110 млн. *м³* в год.

В Арало-Тургайском районе ввиду незначительного количества атмосферных осадков и слабой расчлененности рельефа условия формирования естественных ресурсов подземных вод менее благоприятны, чем в прилегающих районах Мугоджар. Однако и здесь довольно значительный подземный сток формируется в эоловых песчаных массивах (Большие и Малые Барсуки, Приаральские Каракумы, Прииргизские, Таупские и др.). Питание грунтовых вод этих массивов происходит за счет поглощения атмосферных осадков осенне-зимнего периода. Этому способствуют хорошие фильтрационные свойства песков и холмистый рельеф местности. Модули подземного стока песков, рассчитанные по данным режимных наблюдений на песчаных массивах, изменяются от 0,1 до 0,6 *л/сек·км²*. Максимальные модули отмечаются в Больших и Малых Барсуках, а минимальные — в Прииргизских и Таупских песках. Естественные ресурсы подземных вод песчаных массивов на площади 10 тыс. *км²* при среднем модуле 0,3 *л/сек·км²* составляют 3 *м³/сек*, или около 100 млн. *м³* в год.

Небольшие естественные ресурсы грунтовых вод (модуль подземного стока от 0,05 до 0,4 *л/сек·км²*, в среднем 0,2 *л/сек·км²*) приурочены к песчано-суглинистым отложениям долин Иргиза, Улькаяка, Каракая. Они формируются в результате инфильтрации атмосферных осадков и частично подтока вод со стороны эоловых массивов и олигоценового водоносного горизонта. Величина естественных ресурсов здесь не превышает 1 *м³/сек*. Менее благоприятные условия формирования естественных ресурсов подземных вод устанавливаются в отложениях континентального олигоцена на Иргиз-Тургайском междуречье и Чатрайском плато. Здесь на значительной площади песчаные отложения выходят на дневную поверхность и служат областями питания и формирования естественных ресурсов подземных вод. Доля атмосферного питания рассматриваемого водоносного комплекса составляет 3—5% от среднегодового количества атмосферных осадков. Судя по величине питания и результатам режимных наблюдений Актюбинской гидрогеологической станции, модуль подземного стока здесь не превышает 0,1—0,3 *л/сек·км²*.

Общая величина естественных ресурсов подземных вод Северного Приаралья (при площадях питания 35 тыс. *км²* и среднем значении модуля подземного стока 0,2 *л/сек·км²*) составляет около 7 *м³/сек*, или 220 млн. *м³* в год.

В Мангышлак-Устюртском районе, где выпадает незначительное количество атмосферных осадков и отсутствует поверхностный сток, условия для формирования естественных ресурсов подземных вод

весьма неблагоприятны. Исключение составляют песчаные массивы и участки развития трещиноватых пород пермо-триаса в Горном Мангышлаке. К песчаным массивам Тюесу, Саускан, Баскудук, Бостанкумы, Кызылкумы, Увахкумы, Сам приурочены значительные ресурсы пресных подземных вод, которые служат в этом районе единственным надежным источником питьевого и хозяйственного водоснабжения. Слой инфильтрационного питания за счет атмосферных осадков, по данным наблюдений за уровнем подземных вод, изменяется от 1,5—3,0 (Карынжарык) до 7—10 *мм* (Сам) при значении модулей подземного стока от 0,05 до 0,3 *л/сек·км²* (в среднем 0,14 *л/сек·км²*). Такие модули обеспечивают формирование естественных ресурсов на всей площади развития песчаных массивов (5,7 тыс. *км²*) в количестве 0,8 *м³/сек*, или 25 млн. *м³* в год.

На равнинах Южного Мангышлака и Устюрта, сложенных известняками сармата, где в целом условия формирования ресурсов подземных вод неблагоприятные, выделяются отдельные карстовые участки, представляющие собой широкие долинообразные понижения. В них стекают воды с окружающих возвышенных равнин. Закарстованные участки встречаются на плато Устюрт, Южно-Мангышлакском и Тюбкараганском. Слой инфильтрационного питания на этих площадях равен 5—7 *мм*. Модуль подземного стока соответственно изменяется от 0,2 в северной и центральной частях района до 0,05 *л/сек·км²* на юге района. Естественные ресурсы на всей площади распространения сарматского водоносного горизонта составляют около 8 *м³/сек,* или 252 млн. *м³* в год.

В Прикаратауских «долинах», где отложения сеноман-альба выходят на поверхность, происходит пополнение естественных ресурсов подземных вод сеноман-альбского водоносного горизонта. В формировании ресурсов принимают участие не только атмосферные осадки, но паводковые и ливневые воды, которые стекают с хребтов Каратау и Актау. Значительная часть этих вод проникает в породы сеноман-альба через сквозные долины-капы, прорезающие Актауские горы. Расходы временных потоков, проходящих по отдельным долинам, иногда достигают десятков кубических метров в секунду. По ориентировочным подсчетам (Садыков, 1967) из общего количества проходящей здесь воды (около 100 млн. *м³*) в водоносный горизонт поступает 1,7 *м³/сек*.

На участках развития пород пермо-триаса в Каратауских горах создаются благоприятные условия для формирования естественных ресурсов подземных вод, величина которых составляет 0,2 *м³/сек*.

Таким образом, в пределах Западного Казахстана, в зоне интенсивного водообмена, выявленные естественные ресурсы подземных вод с минерализацией до 10 *г/л* составляют 129 *м³/сек*, или 4 млрд. *м³* в год.

Формирование естественных ресурсов подземных вод ниже зоны интенсивного водообмена, т. е. в пределах развития глубоких водоносных горизонтов напорных (артезианских) вод, происходит в очень сложных условиях. Основными источниками питания этих вод являются атмосферные осадки, которые фильтруются на участках выходов водовмещающих пород на дневную поверхность, а также подземный сток с прилегающих низкогорных районов Уралтау и Мугоджар.

В наиболее мощных сеноман-альбских горизонтах артезианских бассейнов Западного Казахстана величина естественных ресурсов подземных вод составляет 41 *м³/сек*.

В заключение следует отметить, что полученные величины модулей подземного стока и величины естественных ресурсов являются ориентировочными и в дальнейшем будут корректироваться и уточняться.

ГЛАВА XI

ПРОГНОЗНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ ДО 10 Г/Л

Эксплуатационными ресурсами называется то количество воды, которое может быть получено из водоносного горизонта или комплекса в течение расчетного времени водопотребления рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями, при заданном режиме эксплуатации и качестве воды, удовлетворяющем установленным кондициям. Как известно, эксплуатационные ресурсы подземных вод обеспечиваются или являются суммой естественных (восполняемых) ресурсов и естественных статических (емкостных) запасов. Кроме того, при действии водозаборных сооружений срабатываются также упругие запасы, высвобождающиеся из водоносного горизонта при его эксплуатации в результате снижения в нем пластового давления.

При прогнозной оценке региональных эксплуатационных ресурсов в зависимости от природных факторов учитывалась лишь часть естественных ресурсов. Естественные запасы также учтены только частично: для грунтовых вод принималось не более 50% от их общего количества, а для напорных 10—20%.

Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод на территории Западного Казахстана проводилась по основным водоносным горизонтам и комплексам, содержащим напорные и грунтовые воды, пригодные для водообеспечения промышленных и сельскохозяйственных объектов. Эти материалы положены в основу переоценки эксплуатационных ресурсов по водоносным горизонтам и комплексам в пределах площадей четырех гидрогеологических районов.

Расчет эксплуатационных ресурсов произведен для подземных вод с минерализацией до 10 *г/л* в следующих интервалах минерализации (*г/л*): до 1, 1—3, 3—5, 5—10, 3—5, 1—5, до 2, до 3, до 5, до 10.

Региональные эксплуатационные ресурсы выражаются модулем эксплуатационных ресурсов, представляющим собой расход подземных вод (в *л/сек·км*^{2} площади распространения водоносного горизонта). Определение указанного модуля при расчетах прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод в Западном Казахстане произведено по методике, разработанной ВСЕГИНГЕО (Биндеман, 1963; Биндеман, Бочевер, 1964).

В связи с тем что при расположении водозаборов в области питания, они будут обеспечиваться прежде всего естественными ресурсами, общая величина модуля эксплуатационных ресурсов грунтовых и артезианских вод бассейнов открытого типа определена с учетом модуля питания. Однако при более сложных условиях залегания и формирования подземных вод, например, при наличии напорных вод в артезианских бассейнах закрытого типа, на различных участках Западного Казахстана модуль эксплуатационных ресурсов по питанию принимался от 10 до 100% от модуля естественных ресурсов. Наименьшая величина модуля по питанию (10—20%) принята для неогеновых, неоген-четвертичных водоносных горизонтов южных и юго-восточных районов, где условия питания этих горизонтов на ряде участков неблагоприятны. В песчаных массивах Прикаспия, Урало-Эмбенского плато, Северного Приаралья, Устюрта и Мангышлака понижение уровня грунтовых вод в процессе эксплуатации водозаборов влечет за собой уменьшение испарения с поверхности грунтовых вод, а следовательно, и увеличение питания за счет атмосферных осадков. Для водоносных горизонтов

артезианских бассейнов Прикаспия и Северного Приаралья модуль естественных ресурсов принят за 100%, так как при снижении уровней подземных вод уменьшается перетекание в другие водоносные горизонты и увеличивается инфильтрация атмосферных осадков в области питания.

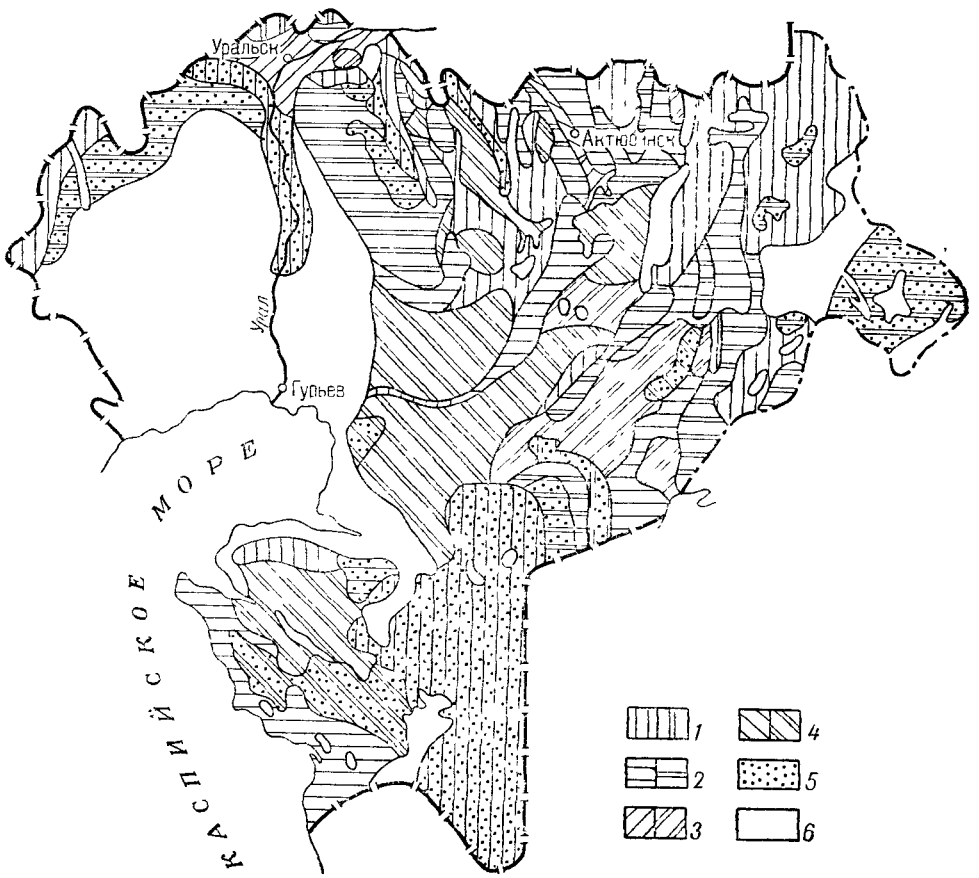


Рис. 64. Возможная производительность расчетных водозаборов с минерализацией подземных вод до 3 *г/л*

1 — до 10 *л/сек*; *2* — от 10 до 50 *л/сек*; *3* — от 50 до 100 *л/сек*; *4* — от 100 до 200 *л/сек* и более; *5* — водозаборы с минерализацией подземных вод от 3 до 10 *г/л*; *6* — участки, по которым не производился подсчет производительности водозаборов

Прогнозная производительность водозаборов (рис. 64) определялась в зависимости от физических свойств пласта по следующим расчетным формулам:

а) без осушения горизонта

$$Q = \frac{0{,}32 \cdot km \cdot S}{\lg \frac{r + 200\sqrt{a}}{2}};$$

б) с осушением на половину мощности горизонта без учета восполнения ($S = 0{,}5\ m$)

$$Q = \frac{0{,}024 km \cdot S}{\lg \frac{r + 200\sqrt{ay}}{2}},$$

где Q — эксплуатационный расход водозабора, *л/сек*;
km — водопроводимость, *м²/сутки*;
S — величина понижения к концу расчетного периода, *м*;
a, ay — коэффициент пьезопроводности и уровнепроводности, *м²/сутки*;
r — приведенный радиус контура расположения скважин (*м*) определялся в зависимости от величины $km \cdot S$, коэффициентов a, ay и максимально возможной производительности водозаборов.

Ниже приводятся данные по оценке эксплуатационных ресурсов подземных вод с минерализацией до *10 г/л* основных водоносных комплексов и горизонтов по выделенным гидрогеологическим районам (*табл. 27*).

Таблица 27

Региональная оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод с минерализацией до 10 *г/л* по водоносным горизонтам и комплексам Западного Казахстана (*м³/сек*)

Водоносные горизонты и комплексы	Гидрогеологические районы				Всего	
	Прикаспийский	Уралтау-Мугоджарский	Арало-Тургайский	Мангышлак-Устюртский	*м³/сек*	%
1. Четвертичных отложений						
а) аллювиальный горизонт	19,160	1,917	0,024	—	21,101	11,51
б) эоловый горизонт	0,421	—	6,247	2,476	9,144	4,97
2. Неогеновых отложений						
а) нерасчлененных неогеновых отложений	5,196	—	—	—	5,196	2,82
б) сарматских известняков	—	—	—	10,569	10,569	5,74
в) миоценовых отложений	—	—	0,150	0,874	1,024	0,55
3. Неогеновых и верхнемеловых отложений	10,730	—	—	—	10,730	5,83
4. Континентального олигоцена (совместно с палеозоем в Мугоджарах)	—	1,188	1,700	—	2,888	1,57
5. Эоценовых отложений	—	—	17,019	—	17,019	9,14
6. Палеогеновых и верхнемеловых образований	0,831	—	—	—	0,831	0,45
7. Верхнемеловых отложений	2,775	0,706	2,273	—	7,754	4,24
8. Сеноман-альбских	78,982	1,506	2,280	6,675	89,443	48,64
9. Юрских отложений	1,387	0,831	—	—	2,218	1,22
10. Триасовых образований	0,591	—	—	—	0,591	0,32
11. Пермских отложений	0,958	—	—	—	0,958	0,52
12. Палеозойских и допалеозойских пород	—	4,576	—	—	4,576	2,48
Всего	121,031	10,724	31,693	20,594	184,042	100
%	66,0	6,0	17,0	11,0		

Как показывают данные, отраженные в таблице, наибольшие прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод заключены в Прикаспийском гидрогеологическом районе, преимущественно в четвертичных аллювиальных, неогеновых и меловых отложениях.

Здесь весьма значительные эксплуатационные ресурсы содержатся в водоносных горизонтах аллювиальных отложений речных долин, осо-

бенно долин рек Илека и Урала. Аллювиальный водоносный горизонт является одним из самых перспективных источников подземных вод для крупного водоснабжения. В Западном Казахстане водопроводимость аллювиальных отложений изменяется в широких пределах от 32 до 1200 *м²/сутки*, причем величина водопроводимости уменьшается к низовью рек (от 1200—600 до 32 *м²/сутки* в долине р. Илека, от 466 до 55 *м²/сутки* в долине р. Урала).

Модули эксплуатационных ресурсов аллювиальных отложений изменяются в пределах 0,16—3,3 *л/сек·км²*. Наименьшие из них (0,16—0,3 *л/сек*) отмечаются в долинах рек Сагиза, Эмбы, Уила, а наибольшие — в отложениях долин рек Илека и Урала (1,28—3,3 *л/сек*). Общие эксплуатационные ресурсы вод аллювиальных отложений речных долин Западного Казахстана достигают 19,2 *м³/сек*, из них 10,8 *м³/сек* относится к пресным водам с минерализацией до 1 *г/л* и 5,9 *м³/сек* — к слабосолоноватым водам (до 3 *г/л*). Возможная производительность водозаборов изменяется от 100 до 1000 *л/сек*.

Незначительное распространение, но большое практическое значение имеют грунтовые воды эоловых песчаных массивов (Баркин и др.). Модули эксплуатационных ресурсов грунтовых вод изменяются в пределах 0,17—0,8 *л/сек*, а их общие эксплуатационные ресурсы составляют 0,42 *м³/сек*.

Неогеновый водоносный горизонт имеет практическое значение на северном обрамлении Прикаспийской впадины, где в нем формируются слабосолоноватые воды. На отдельных участках юго-западных и южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов неогеновый водоносный горизонт взаимосвязан с водами палеогенового и верхнемелового горизонтов. Поэтому региональная оценка эксплуатационных ресурсов произведена совместно для всех этих горизонтов.

Пески неогена отличаются незначительной водоносностью, а их водопроводимость изменяется от 47 до 97 *м²/сутки*. Соответственно и модули эксплуатационных ресурсов изменяются от сотых долей до 0,46 *л/сек·км²*. Эксплуатационные ресурсы здесь составляют 16,8 *м³/сек*, из них пресные и слабосолоноватые воды с минерализацией до 3 *г/л* составляют 7 *м³/сек*, а сильносолоноватые (3—10 *г/л*) — 9,7 *м³/сек*.

Сравнительно благоприятные условия для формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод отмечаются на участках распространения трещиноватых мергельно-меловых пород верхнемелового возраста, широко развитых на южных отрогах Общего и Зауральского Сыртов. Здесь в зависимости от степени трещиноватости мергельно-меловых пород их водопроводимость изменяется от 30 до 1365 *м²/сутки*. Модули эксплуатационных ресурсов варьируют от 0,2 до 1,73 *л/сек* с 1 *км²*, причем наибольшее значение модулей отмечается на левобережье р. Урала, вблизи г. Уральска. Общие эксплуатационные ресурсы подземных вод верхнемеловых отложений составляют 2,8 *м³/сек*. На участках развития верхнемеловых отложений производительность водозаборов может изменяться в пределах 10—100 *л/сек*.

Большими эксплуатационными ресурсами характеризуется сеноман-альбский водоносный комплекс в восточной части Прикаспийского гидрогеологического района. Формированию ресурсов здесь способствуют благоприятный литологический состав и большие мощности водовмещающих пород, а также значительные площади их выходов на дневную поверхность. В зависимости от изменения мощности и проницаемости водовмещающих пород их водопроводимость колеблется от 40—50 на водораздельных участках до 620 *м²/сутки* в пределах артезианских бассейнов. На Урало-Эмбенском плато средняя водопроводи-

мость сеноман-альбских пород составляет 100—225 *м²/сутки*, в Примугоджарье и Донгузтауском артезианском бассейне — 300—500 *м²/сутки*. Модуль эксплуатационных ресурсов изменяется от 0,37 до 1,1 *л/сек·км²*. Значения модулей выше 1 *л/сек·км²* характерны для участков, где при эксплуатации возможно некоторое осушение водоносных пластов, в частности в пределах Урало-Эмбенского мелового плато вблизи соляных куполов, а в межкупольных прогибах возможна только сработка упругих запасов, вследствие чего модули здесь снижаются до 0,34 *л/сек·км²*. Общие эксплуатационные ресурсы сеноман-альбского водоносного комплекса достигают 79 *м³/сек*, из них бóльшая часть (70,8 *м³/сек*) приходится на долю подземных вод с минерализацией до 3 *г/л*. В пределах развития водоносного комплекса сеноман-альбских отложений водозаборы могут иметь производительность 50—200, а в Донгузтауском бассейне — до 250 *л/сек*.

Воды юрских и триасовых отложений имеют практическое значение для водоснабжения лишь в бассейне р. Илека и в северной части Уральской области. Водопроводимость пласта изменяется от 50 до 130 *м²/сутки*, с меньшим ее значением в пределах Сыртов и бóльшим — в бассейне р. Илека. Соответственно и модули эксплуатационных ресурсов варьируют от 0,095 до 0,5 *л/сек·км²*, а общие эксплуатационные ресурсы слабосолоноватых вод составляют 1,8 *м³/сек*.

В пределах Актюбинского Приуралья эксплуатационные ресурсы подземных вод, подсчитанные для участков развития пермских отложений, составляют 0,96 *м³/сек*, при среднем модуле 0,32 *л/сек·км²*.

Всего в пределах Прикаспийского гидрогеологического района прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и солоноватых подземных вод мезо-кайнозойских водоносных комплексов составляют 121 *м³/сек*.

Уралтау-Мугоджарский гидрогеологический район является основной областью питания подземных вод, накапливающихся в больших количествах в межгорных и предгорных артезианских бассейнах. Благоприятные условия формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод наблюдаются в долинах рек Ори и Иргиза, выполненных четвертичными песчано-гравийно-галечными отложениями. Водопроводимость этих отложений изменяется от 40 до 184 (долина р. Ори) и до 600—700 *м²/сутки* (долина р. Иргиза). Модули эксплуатационных ресурсов составляют 0,65 *л/сек·км²*, а общая величина ресурсов — 1,9 *м³/сек*.

В пределах Қзылжарского и Қайрактинского артезианских бассейнов в верхнемеловых песках и известняках-ракушечниках накапливается значительное количество напорных подземных вод. Водопроводимость водосодержащих пород изменяется от 70 до 250 *м²/сутки*, уменьшаясь с юга на север. Модули эксплуатационных ресурсов равны 0,8—0,9 *л/сек·км²*, а эксплуатационные ресурсы — 0,7 *м³/сек*.

В Орской депрессии гидрогеологическая обстановка не способствует накоплению значительных эксплуатационных ресурсов пресных вод. Вследствие значительной глинистости пород средней юры водопроводимость их очень низкая (от 15 до 70 *м²/сутки*). Модули эксплуатационных ресурсов равны 0,3—0,7 *л/сек·км²*, а эксплуатационные ресурсы составляют 0,8 *м³/сек*. Весьма благоприятные условия для накопления подземных вод в Орской депрессии имеются лишь на участках развития закарстованных известняков нижнего карбона. В зависимости от степени трещиноватости и закарстованности водопроводимость известняков изменяется от 40 до 1800 *м²/сутки*, а модули эксплуатационных ресурсов достигают 1,3 *л/сек·км²*.

На значительной площади развития палеозойско-допалеозойских пород Орь-Илекского междуречья и Мугоджар эксплуатационные возможности водоносных комплексов в значительной мере зависят от степени трещиноватости и дренированности водовмещающих пород. Наибольшей водопроводимостью и водоносностью отличаются участки дробления пород вдоль крупных зон тектонических нарушений и региональных разломов. На таких участках водопроводимость увеличивается до 150—330 *м²/сутки*, в то время как на остальных площадях она не превышает 40—50 *м²/сутки*. Средние модули эксплуатационных ресурсов колеблются в пределах 0,14—0,35 *л/сек*, а общие эксплуатационные ресурсы равны 5,2 *м³/сек*.

В целом по Уралтау-Мугоджарскому району эксплуатационные ресурсы пресных и слабосолоноватых подземных вод составляют 10,7 *м³/сек*.

На территории **Арало-Тургайского гидрогеологического района** благоприятные условия питания подземных вод наблюдаются на участках песчаных массивов Северного Приаралья. Здесь вследствие хороших фильтрационных свойств песков песчано-грядового рельефа в них накапливаются значительные ресурсы пресных подземных вод. Водопроводимость песков изменяется в пределах 50—120 *м²/сутки* при среднем значении 60 *м²/сутки*. Модули эксплуатационных ресурсов подземных вод составляют 0,3—0,5 *л/сек·км²*, а общие эксплуатационные ресурсы 3,2 *м³/сутки*. Производительность водозаборов в песчаных массивах может изменяться от 10 до 70 *л/сек*.

Достаточно хорошими условиями для формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод отличаются районы развития песчаных отложений континентального олигоцена Иргиз-Тургайского междуречья и юга Челкарского артезианского бассейна. Здесь, в зависимости от изменения мощности водовмещающих песков и их глинистости, водопроводимость водоносного горизонта варьирует от 15—70 (Иргиз-Тургайское междуречье) до 50—100 *м²/сутки* (Челкарский артезианский бассейн). Модули эксплуатационных ресурсов соответственно составляют 0,19 и 0,43 *л/сек·км²*, а общие эксплуатационные ресурсы подземных вод оцениваются в 4,9 *м³/сек*.

В артезианских бассейнах Северного Приаралья (Челкарском, Жиланском, Тугузском и Чокусинском) большое эксплуатационное значение имеет водоносный горизонт эоценовых отложений. Мощность его изменяется от 20 до 100 *м*. Обширные площади выходов отложений эоцена на дневную поверхность (на антиклинальных участках) способствуют формированию в них довольно значительных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод. Водопроводимость пластов варьирует от 50 до 300 *м²/сутки*, уменьшаясь в южном направлении, а величина модуля изменяется от 0,08 (Иргиз-Тургайское междуречье) до 0,63 *л/сек·км²* (Челкарский бассейн). Суммарные эксплуатационные ресурсы эоценовых отложений Северного Приаралья составляют 16,9 *м³/сек*. Производительность водозаборов здесь может изменяться в пределах 30—100 *л/сек*.

Верхнемеловой водоносный горизонт имеет незначительные области питания, что способствует образованию вод повышенной минерализации (сухой остаток в воде преимущественно составляет 3—10 *г/л*). Водопроводимость пород горизонта изменяется от 60 до 240 *м²/сутки* и уменьшается по направлению от антиклинальных участков к центру прогибов. Модули эксплуатационных ресурсов равны 0,12—0,47 *л/сек*, а эксплуатационные ресурсы составляют 4,3 *м³/сек*, из них с минерализацией до 3 *г/л* всего лишь 0,8 *м³/сек*.

Значительными эксплуатационными ресурсами обладают отложения альбского водоносного горизонта. Однако слабая степень его изученности позволила оценить эти ресурсы только вдоль Мугоджар (северная часть Челкарского артезианского бассейна). Модули эксплуатационных ресурсов здесь изменяются от 0,26 до 0,52 *л/сек*.

Всего в Арало-Тургайском гидрогеологическом районе эксплуатационные ресурсы пресных и солоноватых подземных вод достигают 31,7 *м³/сек*.

В Мангышлак-Устюртском гидрогеологическом районе наиболее благоприятные условия для формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод имеют также участки развития песчаных массивов (Кызылкум, Тюесу, Саускан, Баскудук. Бостанкум, Сам и др.). Пресные и слабосолоноватые воды песчаных массивов играют большую роль в решении проблемы хозяйственно-питьевого водоснабжения этого пустынного края. Модули эксплуатационных ресурсов здесь изменяются от 0,17 до 1,46 *л/сек·км²*, при наибольшем их значении в песчаном массиве Тюесу. Эксплуатационные ресурсы этих массивов равны: для вод с минерализацией до 3 *г/л* — 0,9 *м³/сек*, а для вод с минерализацией 3—10 *г/л* — 1,6 *м³/сек*.

Неблагоприятные условия для формирования пресных подземных вод отмечаются на равнинных пространствах Южного Мангышлака и Устюрта, сложенных преимущественно кавернозными, нередко закарстованными известняками сармата. Пресные воды с сухим остатком до 1 *г/л* выявлены лишь в районе г. Форт-Шевченко, на отдельных участках Южного Мангышлака и вблизи песчаного массива Сам. На небольших площадях распространены воды с минерализацией до 3 *г/л*, а на преобладающей части территории сухой остаток изменяется от 3 до 10 *г/л*.

Мощность верхней опресненной зоны водоносного горизонта сарматских известняков не превышает 5—10 *м*. Модули эксплуатационных ресурсов изменяются в пределах 0,1—0,16 *л/сек·км²*, а эксплуатационные ресурсы подземных вод составляют 10,6 *м³/сек*.

Большие мощности сеноман-альбских отложений в пределах Северо-Мангышлакского и Южно-Мангышлакского артезианских бассейнов способствуют накоплению в них немалых естественных запасов подземных вод. Оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод, произведенная методом расчета дебитов площадных водозаборов, позволила установить их величину, которая достигла 1,8 *м³/сек* для подземных вод с сухим остатком до 3 *г/л*.

Всего по Мангышлак-Устюртскому гидрогеологическому району выявленные эксплуатационные ресурсы подземных преимущественно солоноватых вод составляют 20,6 *м³/сек*.

Значительная часть территории Северного Прикаспия и низовья Тургая характеризуются спорадическим распространением пресных вод, количественные расчетные данные по которым пока отсутствуют. Эти линзы выявлены и изучены недостаточно полно. Среди административных областей (табл. 28) наиболее обеспечена прогнозными эксплуатационными ресурсами Актюбинская область, где сосредоточено около 70% всех выявленных ресурсов подземных вод Западного Казахстана.

В табл. 29 дано распределение подсчитанных прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод по степени их минерализации. Как видно из таблицы, ресурсы пресных вод (до 1 *г/л*) на территории Западного Казахстана не превышают 22% от суммы всех эксплуатационных ресурсов, а вместе со слабосолоноватыми (до 3 *г/л*) составляют 72%.

Таблица 28

Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и солоноватых подземных вод по административным областям Западного Казахстана

Области	Площадь, тыс. км²	Площадь, на которой произведен подсчет ресурсов		Эксплуатационные ресурсы		Модуль
		тыс. км²	% от площади области	м³/сек	%	л/сек на 1 км²
Актюбинская	229,8	268,2	87,5	128,1	69,6	0,45
Уральская	151,9	48,5	31,9	23,1	12,6	0,48
Гурьевская	278,0	138,1	49,6	32,8	17,8	0,24
Всего	729,7	448,8	—	184,0	100,0	0,39
%	100	61,5				

Таблица 29

Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных и слабосолоноватых подземных вод по Западному Казахстану

Район	Всего, м³/сек	Пресные до 1 г/л	Слабосолоноватые, 1—3 г/л	Среднесолоноватые, 1—3 г/л	Сильносолоноватые, 5—10 г/л	Пестрые до 10 г/л
Прикаспийский	121,0	22,2	77,5	3,7	0,7	16,9
Уралтау-Мугоджарский	10,7	6,4	4,1	—	—	0,2
Урало-Тургайский	31,7	11,7	4,6	0,8	4,9	9,7
Мангышлак-Устюртский	20,6	0,3	4,4	4,9	3,3	7,7
Всего	184,0	40,6	90,6	9,4	8,9	34,5
%	100	22,1	49,2	5,1	4,8	18,8

ГЛАВА XII

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОБВОДНЕНИЯ

В Западном Казахстане сооружен ряд водозаборов, эксплуатирующих подземные воды. В 1952—1965 гг. для водоснабжения поселков и обводнения пастбищ были пройдены разведочно-эксплуатационные скважины, многие из которых оборудованы насосами. Количество скважин, переданных в эксплуатацию, достигает нескольких сотен.

Промышленное и коммунальное водоснабжение. Актюбинская группа водозаборов. Водоснабжение населения г. Актюбинска и его промышленных предприятий основано на эксплуатации подземных вод аллювиальных отложений долины р. Илека и ее притоков. Подземные воды современных аллювиальных образованнй гидравлическн связаны с водами переуглубленных древнпх долин и с поверхностными водами, за счет которых происходит восполнение запасов подземных вод в периоды паводков. В межень реки, имеющие постоянный водоток, дренируют грунтовые воды.

Установленные в настоящее время эксплуатационные запасы подземных вод по десяти водозаборам г. Актюбинска, большей частью утвержденные в ГКЗ, могут обеспечить водой хозяйственно-питьевые нужды города с суммарным расходом воды до 200 тыс. *м*³/*сутки*. К наиболее перспективным для постановки дальнейших поисково-разведочных работ относятся водоносные комплексы аллювиальных отложений в долине р. Карагалы (выше разведанных участков) и в долине р. Илека (ниже ст. Курайли), а также водоносные комплексы нижнего мела и юры.

Водоснабжение г. Уральска может быть основано на подземных водах аллювиальных отложений р. Урала. Наиболее перспективный участок для сооружения водозабора расположен на правом берегу р. Урала, в 15—20 *км* выше города. Мощность водовмещающих пород здесь изменяется в пределах 12—26 *м*. Дебиты скважин достигают 50 *л*/*сек* при понижении уровня воды на 2,5 *м*. Подземные воды участка тесно взаимосвязаны с рекой. Это создает благоприятные условия для восполнения их запасов и позволяет рассчитывать на получение значительных количеств подземных вод хорошего качества для полного покрытия потребности в воде г. Уральска и его промышленных предприятий.

Водоснабжение г. Алги может быть ориентировано в основном на подземные воды аллювиальных образований долины р. Илека и альбские пески дизъюнктивных мульд (Приилекской, Новоукраинской, Сарблакской и др.), расположенных вблизи города. Здесь на Богдановском, Алгинском, Сарблакском и Новоукраинском участках были проведены детальные гидрогеологические исследования с подсчетом запасов подземных вод, которые утверждены в ГКЗ в количестве 145,4 тыс. *м*³/*сутки* по промышленным категориям (А+В).

Одним из перспективных участков для размещения водозаборов централизованного водоснабжения города является Богдановский участок, где указанные водоносные горизонты взаимосвязаны между собой.

Водоснабжение г. Хромтау. Для водоснабжения населения г. Хромтау, рудников и вспомогательных предприятий могут быть рекомендованы подземные воды верхнемеловых и нижнекарбоновых отложений, развитых в депрессионных прогибах. Эти воды разведаны на Донском и Кзылкаинском участках, которые находятся в благоприятных гидрогеологических условиях. Водозаборные скважины здесь предполагается расположить по линии, перпендикулярной направлению движения подземных вод.

Водоснабжение г. Челкара. Один из действующих водозаборов города расположен в северной части песчаного массива Большие Барсуки, в 4—6 *км* юго-восточнее города. Водоносные пески с поверхности частично задернованы, частью перевеяны, мощность их от 5 до 19 *м*. В песках содержатся большие ресурсы пресных грунтовых вод, пригодных для водоснабжения города и железнодорожной станции. Водозабор состоит из 39 скважин, глубиной в среднем до 19 *м*. В 1950 г. вступил в эксплуатацию новый водозабор из 11 скважин. Мощность водоносного горизонта на участке этого водозабора достигает 40—42 *м*, а суммарная производительность скважин свыше 3 тыс. *м*³/*сутки* (около 35 *л*/*сек*).

В 1967 г. завершены разведочные работы, на основе которых произведена переоценка эксплуатационных запасов подземных вод на участке Большие Барсуки (грунтовые воды) и на площади города (напорные воды альбских отложений, залегающие на глубине 600—700 *м*).

Водоснабжение поселка нефтяников Кенкияк может быть основано на подземных водах аллювиальных отложений р. Темира и альбских породах нижнего мела. В долинах рек Темира и Эмбы аллювиальные образования местами залегают непосредственно на песчаных отложениях альба. Приуроченные к ним водоносные горизонты гидравлически взаимосвязаны и образуют единый водоносный комплекс. Такие участки являются наиболее перспективными для эксплуатации подземных вод. На одном из них в долине р. Темира намечено сооружение водозабора для совместного использования водоносного комплекса аллювиальных и альбских отложений. Эксплуатационные запасы этих вод, по данным детальных гидрогеологических исследований, определены в количестве 21,9 тыс. *м*^{3}*/сутки* и утверждены в ГКЗ по промышленным категориям. Эти запасы обеспечивают водоснабжение пос. Кенкияк с учетом перспективы его развития.

Водоснабжение компрессорной станции № 13 газопровода Бухара — Урал. Для водоснабжения КС-13 используются пресные подземные воды неоген-четвертичных отложений и метаморфических пород докембрия. В песчаных неоген-четвертичных отложениях дебиты скважин достигают 3 *л/сек*, а в трещиноватых породах докембрия и палеозоя — 5,7 *л/сек*. Разведанные и утвержденные в ТКЗ эксплуатационные запасы этих вод в количестве 1,1 *м*^{3}*/сутки* полностью обеспечивают потребности компрессорной станции.

Водоснабжение нефтепромыслов Мангышлака. Наиболее перспективными для водоснабжения нефтепромыслов Южного Мангышлака (Узень, Жетыбай, Тенге) являются подземные воды эоловых образований песчаных массивов Баскудук, Тюесу и Саускан, а также альбских отложений. В центральных частях песчаных массивов подземные воды имеют низкую минерализацию (до 1 *г/л*). Значительная мощность водовмещающих отложений вполне обеспечивает стабильную работу скважин на весь расчетный период. По Саусканскому водозабору разведаны и утверждены эксплуатационные запасы в сумме 11 тыс. *м*^{3}*/сутки*.

Для водоснабжения пос. Ералиево выявлены два участка распространения пресных подземных вод, расположенные в 25 *км* севернее поселка, на мысе Песчаном.

На первом участке площадью 3,3 *км*^{2} подземные воды с минерализацией до 1 *г/л* заключены в толще эоловых песков. Общие естественные запасы их составляют 2,8 млн. *м*^{3}. На втором участке площадью 11 *км*^{2} к известнякам сармата приурочены несколько более минерализованные воды (1—1,5 *г/л*) с общими естественными запасами 3,8 млн. *м*^{3}.

Водоснабжение г. Шевченко. В 1959 г. для водоснабжения города был построен Куюлусский водозабор, эксплуатирующий воды верхнеальбского горизонта. В дальнейшем в связи с ростом водопотребления города в эксплуатацию были введены новые скважины, эксплуатируемые при самоизливе. В скважинах Северной группы подземные воды с минерализацией 2 *г/л* используются для питьевых нужд (после смешения до необходимой кондиции с дистиллятом опреснительной установки); скважины Южной группы используются для получения технической воды.

Воды питьевого и технического назначения подаются потребителю (г. Шевченко) с помощью насосов по водопроводам протяженностью 60 *км*. Суммарный расход водозабора при работе 14—16 скважин составляет 0,5—0,6 *м*^{3}*/сек*.

Водоснабжение месторождения Узень. Водозабор технических вод с суммарной производительностью до 30 тыс. *м*^{3}*/сутки* для водоснабже-

ния эксплуатационных скважин на нефть и законтурного заводнения нефтяных месторождений строится во впадине Узень. Основным источником получения технических вод здесь служат напорные подземные воды сеноманских и альбских отложений, которые залегают на глубинах 800—1000 *м*. В бессточных впадинах Узень, Асар и других скважины дают самоизлив 1000—1500 *м*^{3}/*сутки* с напором выше устья до 20—50 *м*.

Для полного решения проблемы водоснабжения Мангышлака необходимо провести поисковые работы и детальную разведку наиболее перспективных водоносных комплексов. К ним относятся грунтовые воды песчаных эоловых массивов и аллювиально-пролювиальных отложений Горного Мангышлака, а также напорные воды сеноман-альбских отложений и трещинные воды пермо-триасового комплекса Каратау. Наряду с этим большое практическое значение для водоснабжения Мангышлака будут иметь воды опреснительных станций.

Водоснабжение сельского хозяйства. Уральская область расположена преимущественно в Прикаспийской впадине. Лишь крайняя северная ее часть относится к южной оконечности Общего и Зауральского Сыртов.

На севере области пресные воды, как подземные, так и поверхностные, распространены широко. Они используются для орошения, обводнения пастбищ и водоснабжения населенных пунктов. В бассейнах рек Урала, Малого и Большого Узеней проектируется строительство нескольких крупных оросительно-обводнительных систем: Малоузеньской, Большеузенькой, Чижино-Дюринской, Джангалинской, Урало-Алтаякской, Утвинской и других, которые обеспечат лиманное орошение на площади 300 тыс. *га* в 1970 г. Площадь правильного орошения будет доведена до 23 тыс. *га*, а площадь обводнения пастбищ составит около 3 млн. *га*.

В северной части области дальнейшее улучшение водоснабжения сельскохозяйственных объектов может решаться за счет использования подземных вод четвертичных аллювиальных, акчагыльских и верхнемеловых отложений. Дебиты скважин здесь обычно не менее 0,5 *л/сек*, а иногда достигают 10—25 *л/сек*. В большинстве южных районов области водоснабжение сельскохозяйственных объектов осуществляется за счет подземных вод, приуроченных к отдельным пресным линзам в четвертичных отложениях. Эти воды вскрываются шахтными колодцами глубиной 5—10 *м* с дебитами 0,2—0,3 *л/сек*.

Актюбинская область. Ввиду отсутствия на значительной части территории области поверхностных вод обводнение пастбищ следует базировать в первую очередь на подземных водах. Подземные воды, удовлетворяющие водопойным нормам, здесь широко распространены как в осадочных толщах, так и в верхней зоне открытой трещиноватости изверженных и метаморфических пород. Несмотря на это, в настоящее время подземные воды для обводнения используются недостаточно Оборудованные шахтные колодцы, вскрывающие водоносный горизонт на всю мощность, чрезвычайно редки, а эксплуатационные скважины, глубоко залегающие водоносные горизонты, недостаточны (рис. 65—68).

Западная половина области сравнительно хорошо обеспечена поверхностными и подземными водами, которые могут полностью удовлетворить нужды обводнения. В дальнейшем здесь намечается комплексное использование водных ресурсов рек и водоносных горизонтов аллювиальных четвертичных, палеогеновых, верхнемеловых и сеноман-альбских отложений. На реках Бол. Хобды, Сагиза, Эмбы и их притоках предусматривается создание водохранилищ, которые будут

питать оросительно-обводнительные системы. Каптаж подземных вод осуществляется шахтными колодцами и буровыми скважинами. Дебиты оборудованных колодцев и родников могут достигать 0,5—1 *л/сек*, а местами 2—3 *л/сек*. На водораздельных участках целесообразно сооружать буровые скважины глубиной 50—300 *м*, которые обеспечивают получение дебитов воды порядка 0,5—2,5 *л/сек*.



Рис. 65. Колодцы (кудуки) в Северном Приаралье. (Фото Г. Т. Давидовича)

На участках гор Уралтау и Мугоджар обводнение пастбищ можно осуществлять путем устройства шахтных колодцев глубиной до 10—15 *м* с дебитами 0,5—1,5 *л/сек*, а также каптажа родников, расходы которых достигают 0,01—5 *л/сек*. В северо-западных предгорьях Уралтау, а также в долинах рек Илека и Ори для обводнения целесообразнее сооружать колодцы и скважины. Развитые на этих площадях аллювиальные песчано-галечниковые отложения характеризуются сравнительно высокой водообильностью. Расходы колодцев глубиной до 20 *м* составляют 1—2 *л/сек*, а скважины глубиной до 80 *м* могут давать дебиты 3—10 *л/сек*.

В Арало-Тургайском районе расположены самые большие в области песчаные массивы — Большие и Малые Барсуки с крупными линзами пресных подземных вод.

Для обводнения земель района рекомендуется использовать водоносные горизонты эоловых песков, а также песчано-глинистых отложений неогена и палеогена. В связи с неглубоким залеганием грунтовых вод здесь целесообразно закладывать шахтные и трубчатые колодцы и горизонтальные водозаборы.

На юге области, в пределах плато Устюрт, в качестве источника сельскохозяйственного водоснабжения используются воды сарматских известняков, эксплуатация которых возможна лишь сважинами глубиной до 50 *м* и более. Расчетные дебиты скважин составляют 0,1—0,5 *л/сек*.

В Актюбинской области планируется организовать оазисное орошение путем использования подземных вод на площади не менее 1200 *га*. Для этой цели наиболее перспективны подземные воды сеноман-альбских песков в артезианских бассейнах северо-западных и южных районов области. Расчетные дебиты одиночных водозаборов здесь составляют 13—27 *л/сек* и более.

Возможность использования ресурсов подземных вод для водоснабжения сельских населенных пунктов (центральных усадеб, ферм) находится в зависимости от глубины залегания и степени минерализации воды. Суточное водопотребление в сельской местности колеблется от 585 до 1165 $м^3$. Такая потребность на большей части области может быть обеспечена одиночными водозаборными скважинами, эксплуатирующими артезианские воды сеноман-альбского горизонта. Исключе-

ние представляет Карабутакский район, где эксплуатационные дебиты скважин, из-за слабой водоотдачи пласта не превышают 58—116 *м*³/*сутки*. В этом случае для обеспечения населенных пунктов потребуется сооружение групповых водозаборов из двух-трех скважин.

В последние годы (1963—1966) в Актюбинской области проводятся поиски и разведка подземных вод для строительства хозяйственных и питьевых водозаборов.

Следует отметить, что область в целом располагает большими запасами подземных вод. Разведку и оценку их намечено провести на участках, расположенных вблизи всех населенных пунктов.

Гурьевская область. Ведущей отраслью сельского хозяйства является отгонное животноводство. Поэтому вопрос водоснабжения

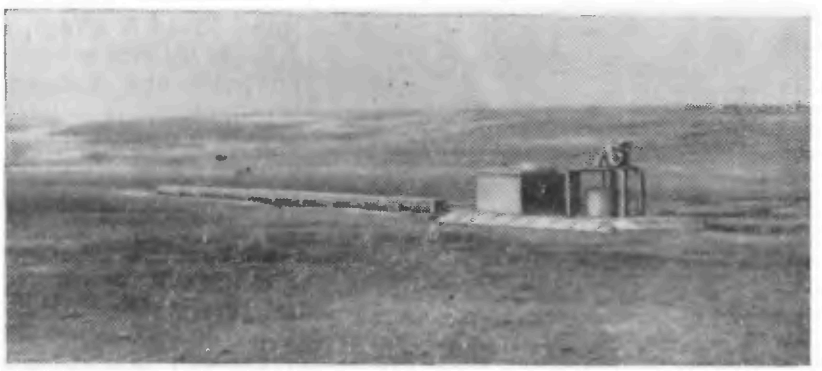


Рис. 66. Временный водопункт на летних пастбищах

сельского хозяйства здесь сводится к обеспечению водой отдельных сельскохозяйственных объектов, животноводческих ферм и некоторых центральных усадеб колхозов и совхозов. Водообеспечение их осуществляется за счет подземных вод основных водоносных горизонтов и комплексов (эоловых песков, известняков-ракушечников неогена, сеноман-альбских и пермо-триасовых отложений) и реже за счет вод других горизонтов.

Массивы эоловых песков занимают около 20% всей территории Гурьевской области. В западной половине области, расположенной к западу от р. Урала, воды эоловых песков являются единственным источником водоснабжения. Здесь зарегистрировано свыше 500 колодцев, каптирующих пресные и слабосолоноватые воды, на которых в настоящее время базируется водоснабжение. Таким же образом используются подземные воды других песчаных массивов области: Тайсойган, Прикаспийские Каракумы, Сам, пески п-ова Бузачи и Юго-Восточного Мангышлака. Одним из важных источников сельскохозяйственного водоснабжения являются подземные воды сарматских известняков, широко развитые на Мангышлаке и плато Устюрт и сравнительно легкодоступные вследствие их неглубокого залегания. Мощность зоны пресных и солоноватых вод в различных частях указанной территории изменяется от 1—3 до 5—10 *м* и редко достигает 20 *м*. Воды сарматских известняков широко используются для водопоя скота, а наиболее пресные из них для питьевого водоснабжения населения. Эти воды вскрываются колодцами глубиной от 5—15 до 30—40 *м* и реже 60 *м*. На п-ове Мангышлак и плато Устюрт таких колодцев насчитывается около 400.

Наиболее мощным, но в настоящее время слабо используемым источником сельскохозяйственного водоснабжения в Гурьевской области являются пресные и слабосолоноватые подземные воды сеноман-альбских отложений, широко известные на Мангышлаке и на Южной Эмбе. Большое значение эти воды приобретают на территории, расположенной к югу от р. Эмбы и восточнее Прикаспийских Каракумов, где сеноман-альбский водоносный комплекс залегает на глубинах 300—500 *м*. Запасы подземных вод с минерализацией 1—3 *г/л* здесь предварительно оцениваются в размере более 5 *м³/сек*, из них 1,5—2 *м³/сек* воды можно получить при свободном самоизливе. В настоящее время в этом районе существует более 100 фонтанирующих скважин, дающих слабосолоноватые воды с минерализацией от 1 до 4—6 *г/л* и суммарным дебитом 0,6 *м³/сек*. Однако из этого количества воды используется лишь небольшая часть для водопоя скота. На п-ове Мангышлак воды сеноман-альбского водоносного комплекса используются для водопоя скота и частично для орошения



Рис. 67. Устюрт. Колодец в сарматских известняках. (Фото А. В. Сотникова)



Рис. 68. Колодец на плато Устюрт глубиной 30 *м*. Для подъема воды используется тягловая сила — лошади, верблюды. (Фото А. В. Сотникова)

в районах Горного и Южного Мангышлака. Всего здесь эксплуатируется 50 скважин с общим дебитом 0,2 *м³/сек*.

В Мангистауском районе для нужд колхозов и совхозов эксплуатируются пресные воды пермо-триасовых отложений Каратау, питающие несколько десятков родников и ряд скважин с суммарным дебитом около 100 *л/сек*.

Подземные воды других водоносных горизонтов (прибрежных песков, пролювиально-делювиальных хвалынских палеогеновых, верхнемеловых и юрских) используются пока еще недостаточно полно.

Опреснение вод в Западном Казахстане. На значительной части всей описываемой территории распространены подзем-

ные воды высокой минерализации, использование которых возможно только после их опреснения. В настоящее время на Мангышлаке, в г. Шевченко, сооружена четырехкорпусная опытноиспарительная установка (ОПИУ), представляющая собой крупный опреснительный завод.

В заключение следует отметить, что на территории Западного Казахстана для целей водоснабжения и обводнения пастбищных земель разведано несколько десятков месторождений подземных вод, эксплуатационные запасы которых утверждены в ГКЗ и ТКЗ (табл. 30, 31).

Таблица 30

Эксплуатационные запасы подземных вод в Западном Казахстане, утвержденные ГКЗ и ТКЗ по состоянию на 1968 г. (тыс. *м*³/*сутки*) *

Области Западного Казахстана	Количество месторождений	Категории запасов				Годы апробации
		А+В	C_1	А+В+С	C_2	
Гурьевская						
хозяйственно-питьевое водоснабжение промышленных объектов	4	22,61	15,83	38,44	—	1960—1967
	1	1,38	3,05	4,43		1967
Уральская						
хозяйственно-питьевое водоснабжение населенных пунктов	—	—	—	—	—	—
	3	5,44	9,77	15,21		1967
Актюбинская						
а) хозяйственно-питьевое и техническое водоснабжение промышленных объектов	15	189,29	79,05	268,34	130,3	1959—1967
	8	46,66	31,21	77,87	60,75	1961—1967
б) хозяйственно-питьевое, техническое, обводнение	—	—	—	—	—	—
	53	25,43	34,13	59,56	62,34	1965—1967
Итого	19	211,9	94,88	306,78	130,3	1959—1967
	65	78,91	78,16	157,07	123,09	1961—1967
Всего утверждено запасов	84	290,81	173,04	463,85	253,39	1959—1967

* Числитель ГКЗ, знаменатель — ТКЗ.

Как видно из таблицы, общая сумма утвержденных запасов подземных вод по 84 месторождениям (на 1/I 1968 г.) достигает 717,2 тыс. *м*³/*сутки*, что составляет 4,5% от общих расчетных прогнозных ресурсов Западного Казахстана.

Наибольшее количество подземиых вод (288 тыс. *м*³/*сутки*) разведано в аллювиальных отложениях долин рек Урала, Илека, Утвы, Хобды и др. Второе место по величине разведанных запасов занимают напорные воды сеноман-альбских песчаных отложений (210 тыс. *м*³/*сутки*).

Потребность в детальной разведке подземных вод постоянно растет. Первоочередными объектами для дальнейших исследований должны явиться грунтовые воды эоловых массивов, аллювиальных отложений, а также напорные водоносные комплексы сеноман-альбских, эоценовых и неокомских песчаных пород (в первую очередь на участках артезианских бассейнов).

Таблица 31

Утвержденные запасы подземных вод по водоносным горизонтам или комплексам областей Западного Казахстана (тыс. *м³/сутки*)

Водоносные комплексы и горизонты	Актюбинская	Гурьевская	Уральская	Всего	
				сумма	%
Аллювиальный	274,34	—	13,91	288,15	40,2
Воды аллювия и трещинной зоны палеозоя	0,74	—	—	0,74	0,1
Эоловый	8,6	28,63	—	37,23	5,2
Объединенный гориз. эолов. и аллювиальных отложений с олигоценом	3,86	—	—	3,86	0,5
Хвалыно-хазарский	—	—	1,3	1,3	0,2
Объединенный горизонт эолов. и саксаульских отложений	8,55	—	—	8,55	1,2
Неогеново-четвертичный	10,3	—	—	10,3	1,4
Континент. олигоценовый	11,6	—	—	11,6	1,6
Эоценовый (саксаульский, тасаранский)	41,82	—	—	41,82	5,8
Верхнемеловой (маастрихт)	54,7	—	—	54,7	7,7
Альб-сеноманский	196,1	14,24	—	210,34	29,5
Нижнемеловой и юрский	9,85	—	—	9,85	1,4
Каменноугольных пород	30,46	—	—	30,46	4,3
Палеозойских пород+неоген	3,12	—	—	3,12	0,4
Палеозойских гранитных пород	5,11	—	—	5,11	0,7
	659,16 92%	42,87 5,5%	15,21 2,5%	717,24	100

ГЛАВА XIII

ТЕРМАЛЬНЫЕ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ЛЕЧЕБНЫЕ ВОДЫ И ГРЯЗИ

Широким распространением на территории Западного Казахстана пользуются термальные и минеральные подземные воды. Ресурсы этих вод значительные. Нередко термальные воды одновременно являются и минеральными. Здесь также имеются значительные ресурсы минеральных грязей, которые наряду с минеральными водами могут быть весьма полезными для бальнеологических целей.

ТЕРМАЛЬНЫЕ ВОДЫ

В Западном Казахстане развиты термальные воды различной температуры и химического состава. Но они изучены преимущественно в пределах нефтегазоносных площадей Прикаспийской впадины, Актюбинского Приуралья, Южного Мангышлака и в некоторых районах Северного Приаралья.

Прикаспийская впадина, выполненная мощной толщей осадочных пород, включающих серию водоносных горизонтов, содержит большие запасы термальных вод, обогащенных различными микроэлементами. Наличие разнообразных по литолого-фациальному составу осадочных пород, мощной толщи гидрохимических осадков, нефтегазовых залежей, а также развитие солянокупольной тектоники, осложняющей геологическое строение впадины, способствует неравномерному распределению подземного тепла по площади и с глубиной. Средние величины геотер-

мических градиентов изменяются даже в пределах небольших внутренних участков впадины от 1,4—2 до 3,0—3,6° С на 100 *м* и температура на глубине 1000 *м* — от 28 до 47°, на 2000 *м* — от 45 до 80° С и т. д. (табл. 32).

Таблица 32

Геотермическая характеристика Прикаспийского гидрогеологического района

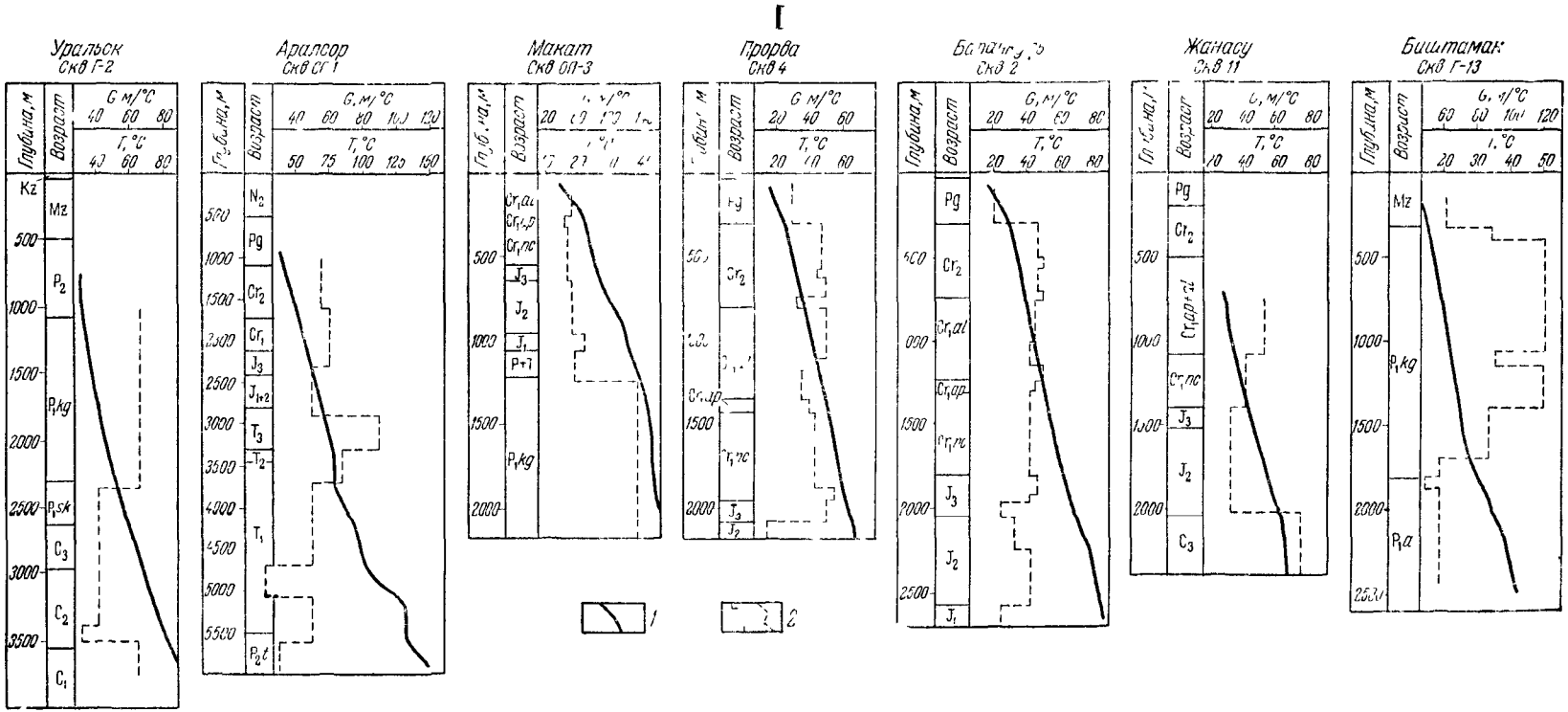
Площади и скважины	С/100 *м*	*м*/°С	Температура (°С) на разных глубинах							
			500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Аралсор СГ-1	2,2	45,2	29,2	39,6	47,3	56,6	67,0	71,0	86,2	125,4
Порт-Артур Г-13	1,9	52,6	29,5	38,6	48,2	59,1	68,5	77,6	—	—
Джаныбек П-29	2,12	47,0	21,0	28,0	40,8	52,8	—	—	—	—
Мастексай, П-28	1,46	68,6	25,4	34,2	41,0	48,0	54,6	—	—	—
Жана-Шаруа, П-25	2,12	47,0	—	36,7	49,6	59,5	68,5	—	—	—
Акоба, 32р	2,5	40,0	—	36,2	48,7	62,3	—	—	—	—
Уральск, Г-2	2,0	50,0	—	31,2	37,9	45,5	54,3	67,7	—	—
Южно-Эмбенский промысловый район										
Макат ОП-3	2,02	49,5	24,3	35,0	45	55*	66+**	—	—	—
Жолдыбай 17	2,2	45	21,4	32,9	43,9+	54,9+	65,9+	—	—	—
Искине 210	2,61	38,4	26,3	39	52+	65+	78+	—	—	—
Корсак 32	3,57	28	26,3	44+	62+	79,7+	97,5+	—	—	—
Кульсары 412	1,9	52,6	—	40	50,9	59,1	67,3	—	—	180+
Тюлюс 9	3,14	31,5	23,1	39,3	55,5	72+	87,5+	—	—	—
Такырбулак 6	3,05	32,7	31,6	46,6	61,6+	76,6+	88,8+	—	—	—
Карачунгул 21	2,61	38,2	31,4	44,4	57,4+	70,4+	83,4+	—	—	—
Тажигалн 7	2,8	35,7	25,7	39,7	57,6	67,5+	81,3+	—	—	—
Кумтюбе Г-1	3,6	27,7	—	41	59	77+	—	—	—	—
Жанасу 11	2,35	42,6	22,2	33,3	44,7	56,3	67,9+	—	—	—
Туресай 3	2,23	44,7	29	40,2	51,4	62,6	73,8	84,9	—	—
Тугаракчан 3	1,9	52,2	33,8	40,6	52,4	—	—	—	—	—
Туранкуль ОП-2	2,66	37,7	29,6	42,6	55,7	69,2	83,0	—	—	—
Прорва 1	2,63	38,1	25,8	39	52,2	65,4	78,3	—	—	—
Восточное обрамление впадины										
Жилянка Г-3	1,5	66,7	14,5	21,1	29,1	38,5	—	—	—	—
Актюбинская Г-2	1	100	19,7	24,3	29,3	34	—	—	—	—
Биштамак Г-13	1,3	76,2	17,5	21	26	33	42,8	—	—	95+
Жана-Жол Г-1	1,2	83	22,5	28	35	42,2	46,5	—	—	—
Мортук Г-10	0,8	126	23	25,6	30,2	33,0	36,7	42,8	—	—
Кенкняк П-12	0,62	161	23,8	27,2	32,6	34,4	36,2	—	—	—

* Замеренная температура.
** Расчетная температура.

Как известно, литолого-фациальный состав осадочных образований влияет на их геотермические свойства. Весьма показательны результаты определения геотермических ступеней в глубоких скважинах, вскрывающих различные горизонты во внутренних районах Прикаспийской впадины (рис. 69).

Здесь выделяются следующие геотермические толщи: кайнозойская, верхнемеловая, нижнемеловая, среднеюрская, средне- и нижнеюрская, триас-пермская, кунгурская и подсолевая.

Кайнозойская (четвертично-палеогеновая) геотермическая толща во внутренних зонах Прикаспийской впадины представлена песчано-глинистыми и глинисто-карбонатными породами общей мощностью до


Уральск
Скв Г-2
Аралсор
Скв Сг 1
Макат
Скв ОП-3
Прорва
Скв 4
Жанасу
Скв 11
Биштамак
Скв Г-13
Глубина, м
Возраст
G, м/°С
T, °С
1
2

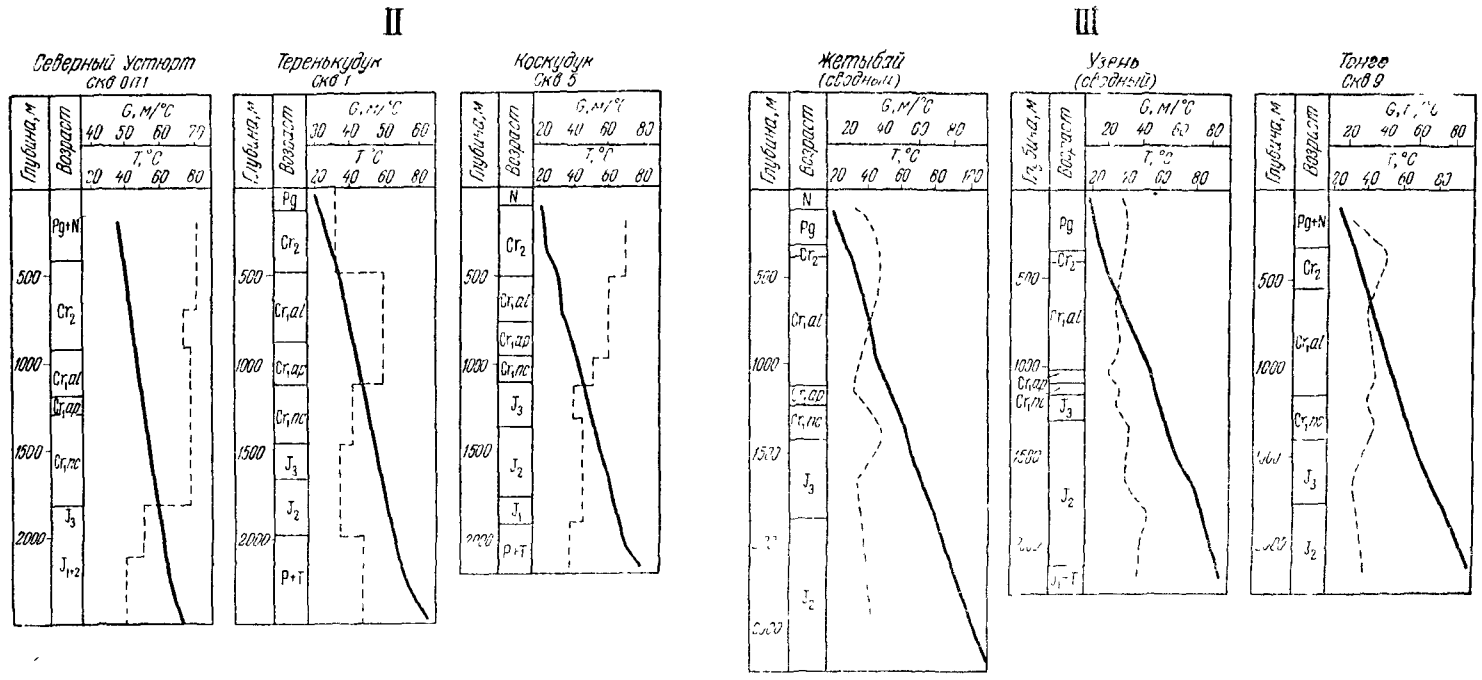


Рис. 69. Геотермическая характеристика разрезов опорных пунктов

I — Прикаспийской впадины; II — Устюрта; III — Южного Мангышлака
1 — температура, °С; *2* — геометрическая ступень, *м*/°С

Таблица 33

Геотермические ступени основных геотермических толщ (g) и температуры подземных вод (t) внутренних районов Прикаспийской впадины

Стратиграфические толщи	Уральск, Скв. Г-2		Аралсор, Скв. СГ-2		Макат Скв. ОП-3		Прорва Скв. 1		Бурацуль Скв. ОП-2		Жанасу Скв. 11		По ранопу в целом	
	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t
kz			49	До 50			30	До 25	22—25	До 28			22—50	15—40
Cr_2			55—60	40—50			48—56	25—35	48—50	28—38			48—60	25—50
Cr_1			60	50—60	43—52	До 25	37—83	35—62	37—62	37—48	41—52	До 42	37—83	25—65
J_3			50—60	60—62	47	25—28	47	62—68	26—48	65—73	32	42—44	26—60	25—75
J_{1+2}			50	62—68	48—68	28—35	39	68—78	27—42	73—90	32	44—60	27—68	28—90
P+T			20—68	68—150	51	35—39					42	68	20—68	35—180
P_1kq	65	30—55			130	39—48							65—130	15—65
Pz_2	30—65	52—85									74		30—74	

1000—1100 *м*. В толще содержится ряд маломощных водоносных горизонтов, преимущественно с высокоминерализованными водами. К песчаным горизонтам палеогена, в частности эоцен-палеоцена, местами приурочены газовые залежи. Осадочные образования, слагающие толщу кайнозоя, имеют различную теплопроводность и соответственно этому значение геотермической ступени варьирует от 22 до 50 *м*/° С. Температура подземных вод, приуроченных к различным горизонтам толщи, изменяется от 10 до 40° С (табл. 33).

Верхнемеловая геотермическая толща сложена преимущественно карбонатными отложениями (писчий мел, мергели, мелоподобные глины, известняки), которые отличаются слабой водонасыщенностью. Водоносные горизонты заключены здесь в трещиноватых разностях карбонатных пород и песчаниках малой мощности, хотя общая мощность толщи в центральных районах впадины достигает 500—750 *м*. Она в целом отличается довольно высокой теплопроводностью, в связи с чем величина геотермической ступени колеблется от 48 до 60 *м*/° С. Температура подземных вод в зависимости от глубины их залегания составляет 25—50° С.

Нижнемеловая геотермическая толща представлена терригенными песчано-глинистыми осадками мощностью до 800—1000 *м*. В пределах соляных куполов и локальных поднятий мощность нижнемеловой толщи, так же как и других надсолевых образований, сильно сокращается. В этой толще, особенно в отложениях верхнего — среднего альба и неокома, содержатся мощные водоносные горизонты с высокоминерализованными водами в центральной части и существенно опресненными в краевых обрамлениях впадины. Указанные водоносные горизонты имеют высокую водообильность; дебиты скважин достигают 15—25 *л/сек*. Наблюдается значительное разнообразие геотермических свойств пород. Величина геотермической ступени здесь изменяется от 37 до 83 *м*/° С. Такие большие пределы ее колебания обусловлены, очевид-

но, не только разнородным литолого-петрографическим составом пород, но и поступлением в песчаные коллекторы вод различной температуры из смежных горизонтов. Из областей питания по пласту поступают (в краевых частях впадины) низкотемпературные воды, а из нижних горизонтов (в центральной части) — высокотемпературные воды. Температура подземных вод, установленная по данным глубоких и сверхглубоких скважин, изменяется от 15—25 до 65° С. В глубоких межкупольных прогибах центральной части Прикаспийской впадины, где водоносные горизонты (особенно в нижних слоях) залегают на глубине 2000—3000 *м* и более, температура вод, очевидно, будет еще выше.

Верхнеюрская геотермическая толща представлена преимущественно карбонатными осадками (мергели, известняки, известковистые глины, доломиты) с прослоями терригенных образований (в восточном и северо-восточном районах). Мощность толщи до 300—400 *м*. Водоносные горизонты, приуроченные к маломощным слоям известняков, разнозернистых, местами гравелистых песков, занимают в разрезе толщи подчиненное положение. Теплопроводность пород неодинаковая, нередко высокая: геотермическая ступень колеблется от 26 до 60 *м*/° С. Температура подземных вод в зависимости от глубины их вскрытия варьирует в пределах 25—75 *м*.

Средне- и нижнеюрская геотермическая толща выражены преимущественно континентальными песчано-глинистыми образованиями, в которых водоносные горизонты, заключенные в песках и песчаниках, занимают значительную часть разреза. В них, особенно в центральных районах впадины, содержатся высококонцентрированные рассолы и нередко промышленные скопления нефти, газа и газоконденсата. Общая мощность толщи составляет 400—750 м. Теплопроводность ее в целом несколько выше, чем в толще пород верхней юры. Геотермическая ступень изменяется от 27 до 68 *м*/° С. Температура подземных вод, залегающих на глубинах от первых сотен до 3000—2500 *м*, колеблется от 28—30 до 90°, местами приближаясь к 100° С.

Геотермические свойства пермо-триасового и нижележащих комплексов в центральных районах Прикаспийской впадины в настоящее время изучены недостаточно полно. Судя по данным Макатской опорной и Аралсорской сверхглубокой скважинам, величина геотермической ступени пермо-триасовых пород, заключающих серию водоносных горизонтов с высококонцентрированными рассолами, изменяется от 20 до 68 *м*/° С, т. е. по теплопроводности указанные комплексы аналогичны средне- и нижнеюрской геотермической толще. Температура подземных вод различных горизонтов доюрских отложений, вскрывающихся на глубинах от 1000—1100 до 4000—6000 *м*, варьирует от 35 до 150° С. В пределах Новоказанско-Индерского и Челкарского прогибов, где указанные породы погружаются на глубину 8—10 *км*, температура, очевидно, достигнет 170—180° С.

Нижележащие гидрохимические осадки кунгура (нижняя пермь), представленные преимущественно каменной солью, отличаются высокой теплопроводностью; геотермическая ступень равна 100—130 *м*/° С. Исключение составляют гидрохимические осадки краевых обрамлений впадины, где в составе солей встречаются примеси терригенного материала. Здесь величина геотермической ступени сокращается до 80—65 *м*/° С. В связи с указанным обстоятельством температура этих пород, являющихся в целом практически безводными, несмотря на их большую мощность (до 6—8 *км*) в пределах куполов, изменяется от 15—30° в кровле до 50—60° С вблизи подошвы.

Сведения о геотермических свойствах подсолевых палеозойских образований недостаточны. Эти породы вскрыты единичными скважинами, в которых не всегда проводились термометрические определения. По данным А. А. Алексина и Е. А. Дьяконовой (1967), среднее расчетное значение геотермического градиента подсолевых терригенных и карбонатных отложений солянокупольной области Прикаспийской впадины мощностью около 6 *км* составляет около 1,8° С/100*м*. Сведения о температуре подземных вод подсолевых горизонтов отсутствуют. На основании данных схематической карты термоизогипс Прикаспийской впадины (рис. 70), расчетным путем получена температура от 100 до 200° С. Если исходить из указанных выше средних значений термоградиента, то в подошве осадочного чехла (кровля складчатого фундамента) центральной части впадины температура пласта (и вместе с тем подземных вод), очевидно, достигает 250—300° С.

Определенная направленность в распределении тепла и изменении температуры подземных вод устанавливается не только в вертикальном разрезе, но и по площади. Об этом свидетельствуют геотермические данные, показанные на схематических геотермических картах (рис. 71—72). Сравнение этих карт показывает, что распределение подземного тепла на разных глубинах носит закономерный характер (табл. 34—36).

Увеличение температуры подземных вод происходит в направлении от периферии впадины (север, северо-восток) к ее центральной, наиболее погруженной, части, причем изменение температуры в разных направлениях неодинаково. Это объясняется различным современным и древним тектоническим режимом впадины, с которым связано движение подземных вод, влияющих на перераспределение тепла в недрах земной коры (Алексин и Дьяконова, 1967, стр. 59).

На периферии впадины самые низкие температуры относятся к районам Актюбинского Приуралья и Западного Примугоджарья, где на глубине 1000 *м* она равна 20—25°, т. е. на 15—20° ниже, чем во внутренних зонах впадины на той же глубине. Такие низкие температуры объясняются непосредственным соседством этих территорий с Уральским складчатым сооружением, где в течение длительного геологического времени в составе многих осадочных формаций накапливались мощные толщи грубообломочных терригенных пород. Последние отличаются высокой теплопроводностью, не способствующей накоплению тепла, поступающего из недр земли. Горные области Южного Урала и Мугоджар являются основными областями питания Прикаспийского сложного артезианского бассейна, благодаря чему холодные инфильтрационные воды, проникая в водопроницаемые пласты, значительно снижают их температуру.

Наиболее высокие температуры (39—44° на глубине 1000 *м*) наблюдаются в Байчунасском и Каратонском (может быть и в Новоузеньско-Индерском) прогибах II порядка (Айзенштадт, Колтыпин и др., 1967), являющихся областями накопления мощных, преимущественно глинисто-мергелистых осадков, которые характеризуются низкой теплопроводностью.

Аналогичное площадное распределение подземного тепла в горных породах и изменение температуры подземных вод устанавливается и на глубинах 1500, 2000, 3000 *м* (см. рис. 69). Помимо регионального изменения теплового поля в Прикаспийской солянокупольной области наблюдаются местные геотермические аномалии, связанные с наличием мощных галогенных толщ в пределах соляных куполов. В результате этого совершенно отчетливо устанавливается увеличение температуры от сводов соляных куполов к межкупольным прогибам. Амплитуда из-

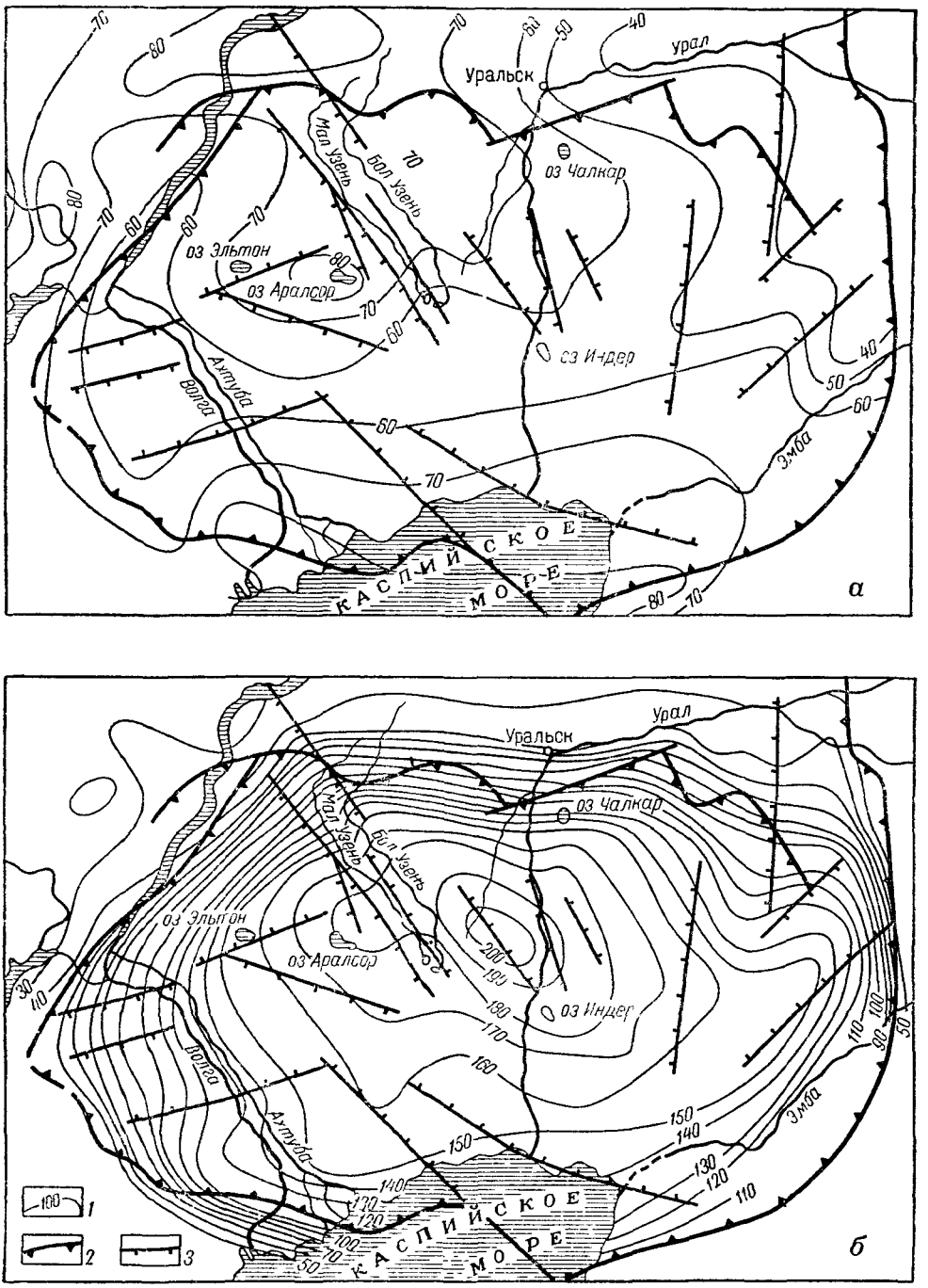


Рис. 70. Схематическая геотермическая карта Прикаспийской впадины

а — на абс. отметке — 3000 *м*; *б* — по поверхности подсолевых отложений (по А. А. Алексину и Е. А. Дьяконовой, 1967)

1 — изотермы; *2* — борт Прикаспийской впадины; *3* — градиенты силы тяжести

менения температуры в пределах куполов с неглубоким залеганием (100—500 *м*) соляного ядра в интервалах глубин 500—1000 *м* составляет 10—21°, тогда как при его глубоком залегании (1500—2000 *м*) эта амплитуда не превышает 3,5—6° (табл. 37).

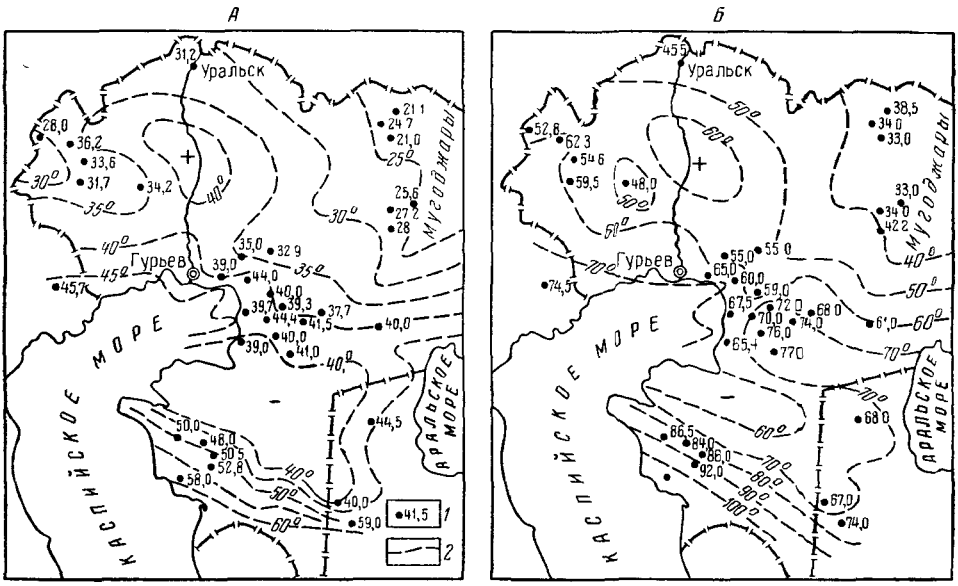


Рис. 71. Схематические геотермические карты Арало-Каспийского региона для глубин *А* — 1000 *м*; *Б* — 2000 *м* (Составлены Ж. С. Сыдыковым по материалам В. Б. Колпакова, В. Н. Корценштейна, И. Б. Дальяна, Д. А. Джангирьянца, Ж. С. Садыкова и др.) *1* — скважины, в которых проведены глубинные размеры температуры воды, °С, *2* — изотермы, °С

Таблица 34

Изменение температуры подземных вод с глубиной в прибортовой части Прикаспийской впадины

Глубина, *м*	Температура (в °С) по скважинам в опорных пунктах						
	Уральск	Акоба	Аралсор	Жана-Шаруа	Мастексай	Искине	Корсак
1000	31,2	36,2	39,6	36,7	34,2	39,0	44,0
1500	37,9	48,7	47,3	49,6	41,0	52,0	62,0
2000	45,5	62,6	56,6	59,5	48,0	65,0	79,7
2500	54,3	—	67,0	68,5	54,6	78,0	97,5

Таблица 35

Изменение температуры подземных вод с глубиной в Приуралье

Глубина, *м*	Температура (°С) по скважинам в опорных пунктах							
	Жилянка	Актюбинск	Мортук	Кенкняк	Жолдыбай	Макат	Искине	Корсак
1000	21,1	24,3	25,6	27,2	32,9	35,0	39,0	44,0
1500	29,1	29,3	30,2	32,6	43,9	45,0	52,0	62,0
2000	38,5	34,0	33,0	34,4	54,9	55,0	65,0	79,7
2500	—	(42,8)	36,7	36,2	65,9	66,0	78,0	97,5

Как видно из таблицы, положительные структуры за пределами солянокупольной области (зона Южно-Эмбенского поднятия) в отношении изменения температур занимают промежуточное положение между зонами неглубокого и глубокого залегания соляного ядра в Прикаспийской впадине (амплитуда температур 8—10°). Исследованием установлено также, что толщи пород с крупными скоплениями нефти и газа характеризуются аномально высокими температурами и в связи с этим подобные участки, обнаруженные при разведке, могут рассматриваться как перспективные для поисков нефтегазовых месторождений На распределение подземного теплового потока некоторое влияние оказывают также и открытые дизъюнктивные нарушения, которые в ряде случаев приводят к возникновению высокотемпературных аномалий.

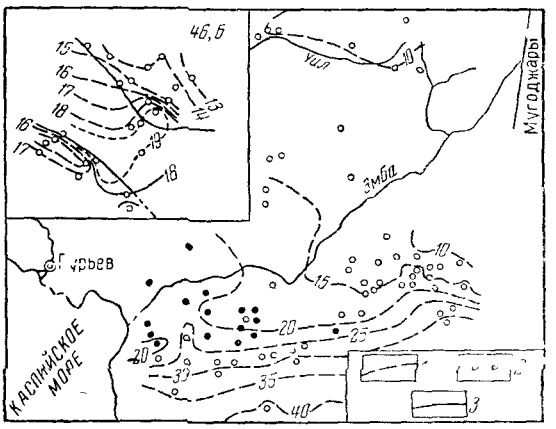


Рис. 72. Схематическая карта гидроизотерм сеноман-альбского водоносного комплекса Эмбенского района и солянокупольной структуры Ушкан. (Составил В. Б. Колпаков)

1 — гидроизотермы; *2* — отдельные скважины или группа скважин, в которых проводилось определение температуры подземных вод комплекса; *3* — разломы

Северное Приаралье. В Северном Приаралье и на прилегающих к нему участках Северо-Восточного

Таблица 36

Изменение температуры подземных вод с глубиной на Южно-Эмбенском поднятии

Глубина, *м*	Температура (°С) по скважинам в опорных пунктах					
	Буранкуль	Карачунгул	Тюлюс	Кульсары	Такырбулак	Корсак
1000	42,6	44,4	39,3	40,0	46,6	44,0
1500	55,7	57,4	55,5	50,9	61,6	62,0
2000	69,2	70,4	72,0	59,1	76,6	79,7
2500	83,0	83,4	87,6	67,3	88,8	97,5

Таблица 37

Распределение температур в интервалах глубин 500—1000 *м* в солянокупольных структурах Прикаспийской впадины с неглубоким (I) и глубоким (II) залеганием соляного ядра, а также в зоне Южно-Эмбенского поднятия (III)

Глубина, *м*	Температура пласта °С								
	I			II			III		
	минимальная	максимальная	амплитуда	минимальная	максимальная	амплитуда	мицимальная	максимальная	амплитуда
500	21,2	31,9	10,7	24,9	28,9	3,5	22,2	31,3	8,1
750	27,0	42,1	15,1	37,3	43,0	5,7	27,7	37,2	9,5
1000	31,5	52,4	20,9	51,4	56,0	4,6	33,7	42,9	9,6

Устюрта пробурены скважины, вскрывшие подземные воды с температурой более 20—25° С (табл. 38).

Таблица 38

Изменение температуры подземных вод с глубиной в Северном Приаралье

Пункты	Геотермический градиент, °С/100 *м*	Геотермическая ступень, *м*/°С	Температура (°С) на глубинах, (*м*)			
			250	500	1000	1500
Город Аральск	1,9	53	21,4	26,3	36,3*	46*
Станция Саксаульская	3,3	31	18	30,5	—	—
Город Челкар	2,1	48	—	27,6	38*	—
Поселок Актумсук	1,9	52	26*	30,5	40*	50*
Северный Устюрт	1,55	64,5	36	40	47	54

* Температура, полученная расчетным путем.

По данным гидрогеологических исследований, на одной и той же глубине увеличение температуры подземных вод происходит в направлении от краевых к центральным частям Челкарского и Северо-Устюртского прогибов. Так на глубине 500 *м* температура воды увеличивается от 26,3 (г. Аральск) и 27,6° (г. Челкар), до 30 (пос. Актумсук в Донгустауском бассейне) и 40° (опорная скважина на Северном Устюрте). Аналогичное изменение температуры наблюдается и на глубинах 1000—1500 *м*. Аномальное значение ее устанавливается в разрезе Куландинской опорной скважины, пройденной вблизи регионального тектонического разлома, который служит путем выноса глубинного тепла в верхние горизонты. Здесь температура пласта в одних и тех же интервалах на 14—18° выше, чем в прилегающих районах Мугоджар и Нижнесырдарьинского поднятия, и на 2—12° выше, чем в разрезе Северо-Устюртской опорной скважины, расположенной почти на одной широте.

Мангышлак-Устюртский район. В этом районе геотермические исследования проводились лишь в последние годы в глубоких скважинах, пробуренных на нефтегазовых месторождениях Южного Мангышлака и на отдельных участках Устюрта (табл. 39). Данные

Таблица 39

Геотермическая характеристика Мангышлак-Устюртского гидрогеологического района

Площади	Номер скважины	Геотермический градиент, °С/*м*	Геотермическая ступень *м*/°С	Температура, (°С), (*м*) на глубине				
				500	1000	1500	2000	2500
Жетыбай	—	3,17	31,6	34,4	50	67,2	86,6	102,3
Узень	—	3,58	28	32,2	50,5	71,7	86	—
Карамандыбас	—	3,54	28,3	30	48	66	84	—
Тенге	—	3,55	28,2	36,3	52,8	70,9	92	—
Коскудук	4	2,78	36	29	40	52	67	—
Шахпакты	2	1,7	59,9	—	59	65,7	74	84
Тереиькудук	1	2,45	40,9	34	44,5	56	68	81,5
Северный Устюрт	0—1	1,55	64,5	40	47	54	61	71
Куланды	0—1	2,24	44,6	41,7	54,5	64,3	72,8	82

этих исследований показывают, что интенсивность прогревания глубинных слоев повышается с севера и юго-востока на юго-запад и запад в сторону центральной части Южно-Мангышлакского артезианского бассейна. Об этом свидетельствуют увеличение в указанном направлении среднего значения геотермического градиента (°С/100) от 1,55 (Северный Устюрт) и 1,7 (Юго-Восточный Устюрт) до 3,2—3,6 (Южный Мангышлак) и соответственное уменьшение величин геотермической ступени от 65—60 до 31—28 *м*/°С.

Для всех интервалов глубин величина температуры воды увеличивается по направлению от Устюрта к центральной части Южно-Ман-

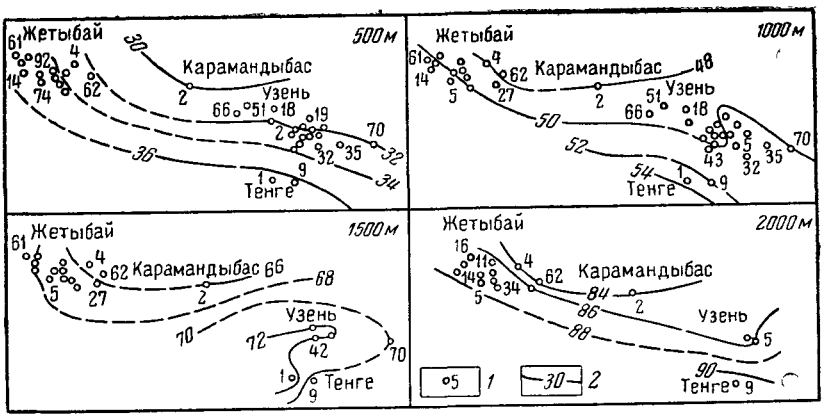


Рис. 73. Схема распределения температуры на различных глубинах в северной части Южно-Мангышлакского артезианского бассейна (по В. Н. Корценштейну, 1967)

1 — скважины, в которых проведены геотермические исследования; *2*—изотермы, °С

гышлакского бассейна. Это особенно наглядно видно при сопоставлении величин температуры на глубинах 2500, 2000 и 2500 *м* (см. табл. 38, 39), где они по мере движения с севера на юг соответственно составляют (°С): в Северо-Устюртской опорной скважине 54, 61, 71, в Теренькудукской — 56, 68, 81,5 и в Шахпактинской — 65,7, 74, 84. Некоторое снижение температуры (на 4—19°) наблюдается на участке Центрально-Устюртского поднятия, где осадочные породы разбиты многочисленными тектоническими нарушениями, способствующими более активному рассеиванию глубинного тепла.

На Южном Мангышлаке происходит увеличение температуры к юго-западу от Каратау. Здесь, в горах пермо-триасовые породы выведены на дневную поверхность и подземные воды в них получают питание за счет атмосферных осадков (рис. 73).

Помимо выявленных особенностей распределения подземного тепла по площади, намечается определенная закономерность и с глубиной. Анализ графиков изменения температуры с глубиной и геотермических ступеней показывает, что линии геоизотерм имеют вид изогнутых кривых различной формы, отображающих нелинейный характер изменения температур с глубиной. Эта нелинейность еще более четко проявляется на кривых изменения геотермической ступени. Все эти данные позволяют выделить здесь характерные геотермические толщи с определенным значением геотермической ступени. При этом по геотермическим свойствам разрезы Южного Мангышлака существенно отличаются от разрезов Устюрта.

На Южном Мангышлаке выделяются семь геотермически разнородных толщ: 1) карбонатные и глинисто-карбонатные отложения от

неогена до верхнего мела; 2) песчано-алевролитовые и песчано-глинистые отложения сеномана и альба; 3) преимущественно глинистые образования апта; 4) песчано-глинистые отложения нижнего неокома; 5) карбонатные отложения нижнего неокома и верхней юры; 6) песчано-глинистые породы средней и нижней юры; 7) метаморфические породы пермо-триаса.

Следует отметить, что интересны не столько указанные частные значения геотермической ступени, характерные для каждой толщи, сколько направление ее изменения. Это особенно наглядно видно при

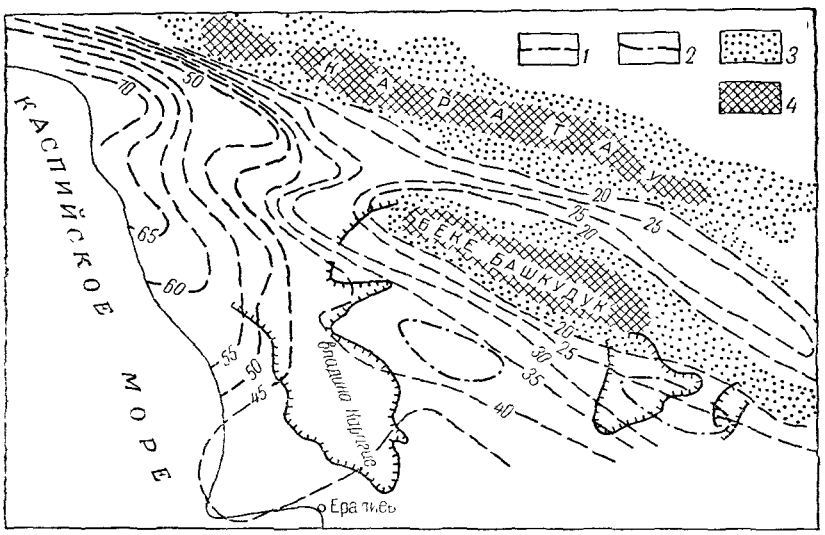


Рис. 74. Схематическая карта гидроизотерм верхнеальбского водоносного комплекса Южно-Мангышлакского артезианского бассейна (составил В. Б. Колпаков)

1 — гидроизотермы водоносного комплекса; *2* — контуры нефтегазоносности; *3* — площади выхода отложений сеномана и альба; *4* — районы отсутствия верхнеальбского водоносного комплекса

рассмотрении термограмм скважин Жетыбайского месторождения (рис. 74). Как видно из рисунка, геотермическая ступень в первой толще возрастает с глубиной от 21 до 37 *м*/° С. Вторая толща характеризуется снижением геотермической ступени от 37—35 до 30 *м*/° С, достигая минимума (21—23 *м*/° С) — в третьей толще (апт), а затем в четвертой толще она возрастает до 40—42 *м*/° С. Последующие две геотермические толщи характеризуются спокойным, медленным ростом геотермоступени. Аналогичная картина изменения геотермических ступеней устанавливается и в разрезах других участков.

На Устюрте некоторые геотермические толщи объединяются и общее число их сокращается до пяти: 1) неоген-верхнемеловая, в основном карбонатная; 2) нижнемеловая терригенная; 3) верхнеюрская карбонатная; 4) средне- и нижнеюрская терригенная и 5) пермо-триасовая метаморфическая. Наиболее высокие значения геотермической ступени (50—80 *м*/° С) характерны для второй толщи, где температура при залегании толщи в интервалах глубин 500—1800 *м* изменяется от 30 до 66°. Несколько пониженные ее значения 36—71 *м*/° С свойственны первой толще, залегающей на глубине 500—700 *м* (температура до 30—55°). Наиболее низкие величины геотермической ступени (33—55 *м*) отмечаются в третьей толще (интервалы глубин 1100—1880 *м* и температура 45—68°), более повышенные (37—52 *м*) — в четвертой (глу-

бина 1350—2420 *м* и более, температура 50—82°) и пятой (глубина более 2000—2500 *м* и температура 76—85°) толщах (табл. 40).

Сопоставление частных значений геотермических ступеней отдельных толщ показывает, что эти значения в пределах Устюрта в 1,6—2,5 раза больше, чем на Южном Мангышлаке.

Ниже рассмотрим распределение температуры подземных вод в Южно-Мангышлакском артезианском бассейне в наиболее изученных и мощных водоносных комплексах верхнего альба и средней юры. На южном обрамлении Каратауской мегантиклинали и в своде Бекебашкудукской антиклинальной зоны эти водоносные комплексы выходят на поверхность и к ним приурочены холодные воды с температурой до 18—20°. Отсюда к югу и юго-западу по мере погружения водоносных комплексов и в соответствии с изменением температуры пластов повышается температура подземных вод.

В верхнеальбском комплексе самая высокая температура подземных вод (57,6°) зафиксирована в районе г. Шевченко, в скв. 2г на глубине 981 *м*. В районе впадины Карагие и Куюлус температура подземных вод несколько ниже (скв. 37г на глубине 931,7 *м* — 50° и в скв. 32г на глубине 650,4 *м* — 36,6°).

Средняя температура подземных вод в кровле верхнеальбского водоносного комплекса на участке Жетыбай равна 36°, на Узене — 26° (см. рис. 74). Средний геотермический градиент верхнеальбского

Таблица 40

Средние значения геотермической ступени осиовных геотермических толщ (g) и температуры подземных вод (t) Мангышлак-Устюртского гидрогеологического района

Пункт	Неоген-верхнемеловые		Альб-сеноманские		Аптские		Неокомские		Верхнеюрские		Нижне-среднеюрские		Пермо-триасовые	
	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t
Жетыбай	29	до 30	31	30—55	22	55—60	35	60—65	25	65—80	31	110		
Узень	30	до 30	25	30—55	21	55—58	25	58—60	23	60—65	32	65—90	38	90
Тенге	32	до 35	29	35—60	23	60—64	28	64—68	22	68—84	25	100		
Северный Устюрт	71	до 42	68	42—50	69	50—52	69	52—58	55	58—60	50	71		
Теренкудук	36	до 32	50	32—40	50	40—47	41	47—54	37	54—58	37	58—68	44	84
Коскудук	71	до 30	60	30—35	60	35—40	51	40—45	40	45—50	46	50—65	38	76
Шахпакты	—	до 55	80	55—60	80	60—62	70	62—66	33	66—68	52	68—82		83
Среднее по Мангышлаку														
	29—32		25—31		31—23		25—35		22—25		25—32			
Среднее по Устюрту														
Устюрт	36—71	до 55	50—80	30—60	50—80	35—62	41—70	40—66	33—55	45—68	37—52	50—82	38—44	

комплекса равен 3,75°/100 *м* при среднем значении геотермической ступени 26,6 *м*/° С.

Температура подземных вод среднеюрского комплекса возрастает от 17 на глубине 60 *м* (нейтральный слой) до 95—105° на глубинах 2300—2500 *м* (Жетыбай) и до 120—123° на глубине 3100 *м* и более (в районе г. Шевченко). Среднеарифметическая величина геотермического градиента данного комплекса составляет 3,5° С на 100 *м* при величине геотермической ступени 28,6 *м*/° С.

В заключение следует отметить, что наиболее перспективные районы вскрытия термальных подземных вод располагаются в центральной и юго-западной части Прикаспийской впадины, включая Устюрт и Южный Мангышлак, где температура подземных вод на одних и тех же глубинах на 10—25° выше, чем в прилегающих районах.

ЛЕЧЕБНЫЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Геолого-структурные и гидрогеологические особенности артезианских бассейнов Западного Казахстана обусловливают зональное распространение подземных вод различного химического состава и свойств от пресных до высококонцентрированных и от холодных до термальных.

В зависимости от соотношения анионного и катионного состава воды, определяющего соответственно ее класс и подкласс, а также по газовому составу и содержанию микрокомпонентов — группу и подгруппу минеральной воды, в пределах Западного Казахстана могут быть выделены следующие типы минеральных вод(табл. 41): 1) сульфатные сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатные с различным катионным составом, содержащие азот, с минерализацией в пределах 2—35 *г/л* и температурой до 10—60° С; 2) хлоридные натриевые с различной минерализацией от 2—35 до 35—150 и 350 *г/л*, отличающиеся по газовому составу; 3) хлоридные натриевые, с минерализацией от 5 до 150 *г/л*.

Минеральные воды в Западном Казахстане распространены почти повсеместно и характеризуются значительными их ресурсами (рис. 75).

Они приурочены к многочисленным водоносным комплексам. Степень их изученности совершенно неравномерна. В связи с этим при описании минеральных вод широко используется приведение известных аналогов описываемых типов воды и выделение более изученных артезианских бассейнов.

Сульфатные натриево-кальциевые азотные воды встречены в отложениях верхнего палеогена Тургайского артезианского бассейна, они холодные (10—12°), имеют минерализацию от 2 до 15 *г/л*.

Близкая по составу вода встречается в г. Иваново (Сосновская скважина). Она используется как лечебно-питьевая при желудочных заболеваниях.

Хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные азотные воды имеют широкое распространение. По катионному составу среди них выделяются натриевые, натриево-кальциевые и натриево-кальциево-магниевые.

Хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные натриевые воды приурочены к верхненеогеновым отложениям северо-восточной окраины Прикаспийского артезианского бассейна, а также к меловым отложениям Южно-Мангышлакского, Южно-Эмбенского и палеогеновым и меловым отложениям Тургайского артезианских бассейнов. Минерализация их в основном не превышает 15 *г/л* и лишь на юго-востоке Актюбинской области (Иргиз) в меловых отложениях достигает 34 *г/л*.

Аналогичная по составу вода применяется для ванн на курорте Тотьма Вологодской области при лечении нервных, гинекологических заболеваний и заболеваний опорно-двигательного аппарата.

На Мангышлаке и в Южно-Эмбенском районе вскрыты сульфатно-хлоридные натриевые воды верхнеальбского комплекса. Они теплые,

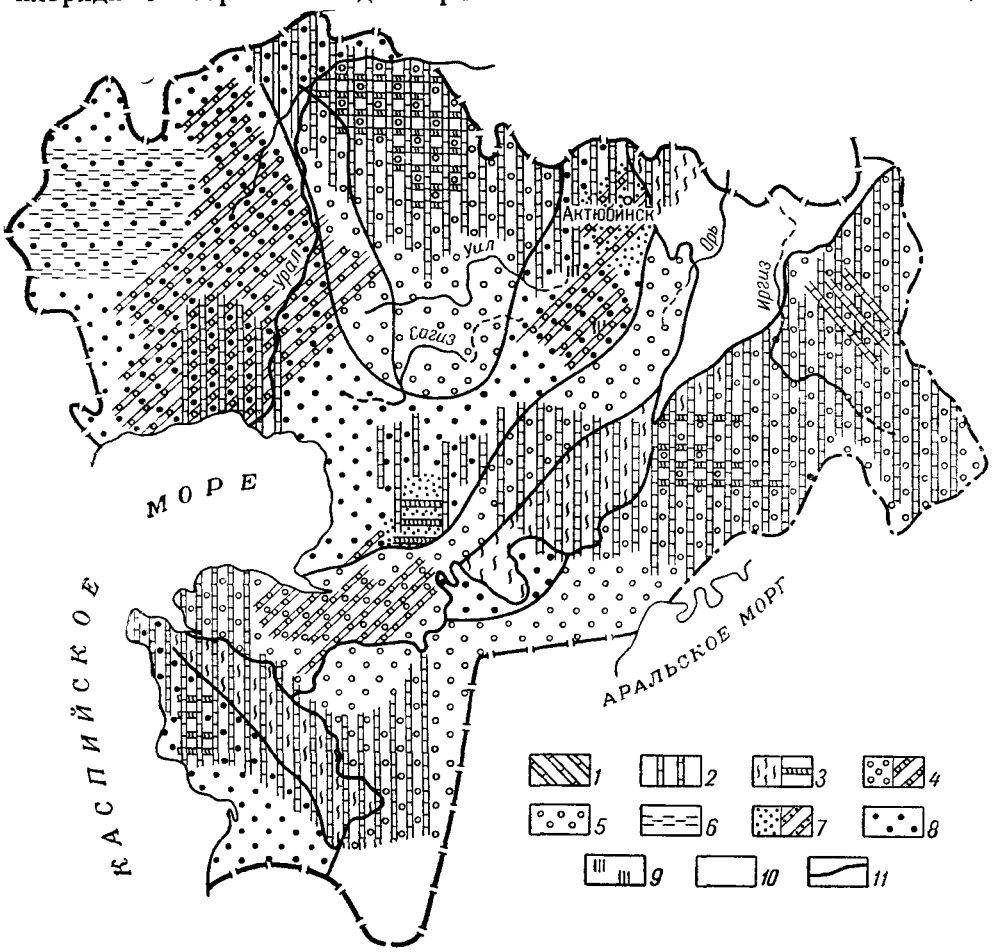


Рис. 75. Схематическая карта распространения минеральных лечебных вод Западного Казахстана. (Составила А. Б. Авдеева)

Области распространения минеральных вод: *1* — сульфатные кальциевые, кальциево-магниевые и кальциево-натриевые с минерализацией 2—5 *г/л*, реже магниево-натриевые с минерализацией 5—35 *г/л*; *2* — сульфатно-хлоридные различного катионного состава с минерализацией 2—15 *г/л*, *3* — хлоридные натриевые, натриево-кальциевые с минерализацией 2—15 *г/л*; *4* — хлоридные натриевые, натриево-кальциевые с минерализацией 15—36 *г/л*; *5* — хлоридные натриевые, натриево-кальциевые рассолы с минерализацией 35—350 *г/л*

Метановые и азотно-метановые воды: *6* — хлоридные натриевые и натриево-кальциевые воды с минерализацией 2—15 *г/л*; *7* — хлоридные натриевые, натриево-кальциевые с минерализацией 15—35 *г/л*; *8* — хлоридные натриевые, натриево-кальциевые рассолы с минерализацией 35—350 *г/л*; *9* — сульфидные (H_2S>50 *мг/л*); *10* — области, в которых минеральные воды неизвестны; *11* — границы областей распространения минеральных вод

горячие и очень горячие. Скважины самоизливают с дебитами до 25—40 *л/сек*. Так, скв. 1-Б в г. Шевченко на глубине 973 *м* вскрыла горячие сульфатно-хлоридные натриевые воды.

Близкая по составу вода находится в Феодосии (ист. Таша-Тепе), на курортах Сольвычегодск Архангельской области и Учум в Красноярском крае. Эта вода может применяться при лечении болезней желудка, а горячая — для ванн в бассейнах.

Таблица 41

Основные типы минеральных вод Западного Казахстана

Классификация по химическому и газовому составу подземных вод				Минерализация, г/л	Температура, °С	Район распространения	Водоисточники			Известные аналоги
класс по анионам	класс по катионам	группа по газу	подгруппа по микроэлементам				Местоположение, наименование	Водоносный горизонт	Формула состава воды	
Сульфатные	Натриево-кальциевые		—	2—15	10—12	Восточная часть Актюбинской области, Тургайский артезианский бассейн	Аул Сасыкбай	Верхний олигоцен	$M_{5,5}\frac{SO_4\,64\ Cl\,24}{(Na+K)\,79\ Ca\,24}$ pH 7,8; T — 12°	Ивановская минеральная вода
Хлоридно-сульфатные	Натриевые	Fe		2—15	15—60	Южная часть Гурьевской области, Южно-Мангышлакский артезианский бассейн	Город Шевченко, скв. 1-Б	Верхний альб	$M_5\frac{Cl\,74\ SO_4\,22}{Na\,94}$ pH 7,2; T — 55°	Феодосия, ист. Ташатепе, курорт Учум Красноярского края
				2—35	12—15	Восточная часть Актюбинской области, Тургайский артезианский бассейн	Нефтепромысел Узень, скв. 2,9	Верхний альб	$M_{10}\frac{Cl\,67\ SO_4\,29}{Na\,94}$ pH 8,3; T — 36°	Сольвычегодск Архангельской области
							Пос. Иргиз, скв. 91		$M_{34}\frac{Cl\,79\ SO_4\,20}{(Na+K)\,83\ Mg\,9}$ pH 6,8; T — 15°	Курорт Тотьма Вологодской области
	Натриево-кальциевые		—	2—15	10—15	Северо-восточная часть Уральской области, Прикаспийский артезианский бассейн	Район оз. Челкар, скв. 325	Кунгур	$M_{4,4}\frac{SO_4\,54\ Cl\,46}{Na\,67\ Ca\,26}$ pH 6,5; T — 10°	Трускавец

Сульфатно-хлоридные	Натриево-кальциево-магниевые	Азотные	—	2—5	10—14	Восточная часть Гурьевской области, Южно-Эмбенский артезианский бассейн; южная часть Актюбинской области, Челкарский артезианский бассейн	Район г. Челкар, скв. 34	Эоцен	$M_{2,9}\frac{SO_4\ Cl\ 22}{Na\ 54\ Ca\ 25\ Mg\ 20}$ pH 7,2; T — 14°	Ижевская минеральная вода
Хлоридные	Натриевые (натриево-кальциево-магниевые)			5—15	15—32	Южная часть Гурьевской области, Мангышлакский и Южно-Эмбенский артезианские бассейны	Район Тугаракчана—Торесая, скв. 7	Верхний альб	$M_7\frac{Cl\ 83\ SO_4\ 11}{Na\ 94}$ pH 8,3; T — 28°	Минская минеральная вода, курорт Нижние Серги
						Уральская область, Прибортовая зона Прикаспийского артезианского бассейна	Ст. Казахстан, скв. 110	Нижне-средняя юра	$M_{5,8}\frac{Cl\ 89}{Na\ 87\ Mg\ 8}$ pH 7,5	То же
				15—35	12—15	Восточная часть Гурьевской области, Прикаспийский артезианский бассейн	Оз. Индер, родники	Кунгур	$M_{22,5}\frac{Cl\ 84\ SO_4\ 14}{Na\ 79\ Ca\ 14}$	Курорт Солигалич Костромской области, Старая Русса Новгородской области
				35—150 и более	12—15	Восточная часть Гурьевской области, Прикаспийский артезианский бассейн	Оз. Индер, родники	Кунгур	$M_{40}\frac{Cl\ 88\ SO_4\ 12}{Na\ 86\ Ca\ 8}$ pH 7,4	Иваново (Сосновская скважина)
						Южная часть Гурьевской области, Северо-Мангышлакский бассейн	Полуостров Бузачи. Скважины на берегу Каиндаксора	Верхний мел	$M_{169}\frac{Cl\ 85\ SO_4\ 15}{Na\ 75\ Mg\ 22}$	То же

Классификация по химическому и газовому составу подземных вод				Минерализация, г/л	Температура, °С	Район распространения	Водоисточники			Известные аналоги
класс по анионам	класс по катионам	группа по газу	подгруппа по микроэлементам				Местоположение, наименование	Водоносный горизонт	Формула состава воды	
натриевые	Натриевые (натриево-кальциево-магниевые)	Сероводородные (0,060—0,230)		35—150	18—20	Западная часть Актюбинской области, Прикаспийский артезианский бассейн	Нефтепромысел Джаксымай, скв. 38	Нижнеюрский	$M_{43}\frac{Cl\ 97}{Na\ 97}$ pH 7,4; T — 20°	Сочи—Мацеста (Новая Мацеста)
				130—150	20—25	Центральная часть Гурьевской области, Прикаспийский артезианский бассейн	Нефтепромысел Искине, скв. 69	Нижнемеловой	$M_{306}\frac{Cl\ 98}{Na\ 92}$ pH 6,8; T — 22°	Курорт Усть-Кача (скв. 3)
		Азотные		2—5	12—14	Южная часть Актюбинской обл., Челкарский артезианский бассейн	Город Челкар, скв. 130	Эоценовый	$M_4\frac{Cl\ 67\ SO_4\ 18}{Na\ 90\ Mg\ 6}$ pH 7,5; T — 14°	Сосьва, Талица Свердловской обл.
				15—35	25—35	Южная часть Гурьевской обл., Южно-Мангышлакский артезианский бассейн	Район г. Шевченко, скв. 16	Кунгур	$M_{22}\frac{Cl\ 94}{Na\ 79\ Mg\ 10}$ pH 7,5; T — 27°	Курорт Кашин (скв. 14)

Хлоридные	Азотно-метановые и метановые				Актюбинское Приуралье	Жилянка, скв. Г-23	Артинский	$M_{19}\frac{Cl\ 97}{Na\ 96}$ pH 8,5; T — 16°	Хадыженская, Майкопская, Тобольская бальнеолечебницы
		(0,030—0,004)	35—150	18—27	Южная часть Гурьевской обл., Южно-Мангышлакский и Южно-Эмбенский артезианские бассейны	Нефтепромысел Мунайли, скв. 79	Юрский	$M_{95}\frac{Cl\ 97}{Na\ 86\ Ca\ 9}$ pH 7,8; T — 26°	Серегово Коми АССР
		—	150—350	—	Западная часть Уральской обл., Прикаспийский артезианский бассейн	Зареченская структура, пос. Аралсор	Пермский	$M_{207}\frac{Cl\ 97}{Na\ 81\ Ca\ 13}$ pH 7,2	Курорт Усть-Кача (скв. 4) Краснокамск
		—	5—15	12—14	Северо-западная часть Уральской обл., Прикаспийский артезианский бассейн	Пос. Порт-Артур, скв. Г-5	Неогеновый	$M_{12}\frac{Cl\ 96}{(Na+K)\ 86\ Ca\ 9}$ pH 7,5; T — 13°	Грозненская и Дагинская (Сахалинская обл.) бальнеолечебницы

Сульфатно-хлоридные натриево-кальциевые воды с минерализацией до 4,4 *г/л* получены в районе оз. Челкар (скв. 325) из кунгурских отложений. Близкая по составу вода применяется на курорте Трускавец для лечения желудочно-кишечных заболеваний, печени и желчных путей.

В отложениях верхнего мела Южно-Эмбенского бассейна и в отложениях верхнего палеогена Челкарского района вскрыты хлоридно-сульфатные и натриево-кальциево-магниевые воды с минерализацией 2—5 *г/л*.

Воды этого типа являются близким аналогом известных Ижевских минеральных вод и могут быть использованы, как лечебно-питьевые при болезнях органов пищеварения (хронические гастриты, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки и т. д.), обмена веществ, мочевыводящих путей.

Хлоридные натриевые азотные воды с минерализацией 5—15 *г/л* распространены в юрских отложениях зоны Сыртов, в меловых отложениях Мангышлака, Южно-Эмбенского бассейна (Тугаракчан) и на Устюрте. Воды холодные и теплые с температурой 15—32° С.

Аналогичные по составу воды разливаются в г. Минске и Миргороде, на курорте Нижние Серги Свердловской области. Эти воды широко используются в качестве лечебно-питьевых при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при нарушении обмена веществ, для ванн при лечении артритов и полиартритов.

Хлоридные натриевые воды с минерализацией 15—35 *г/л*, близкие по составу водам, применяемым для бальнеологических целей в виде ванн на курортах Солигалич Костромской области и Старая Русса Новгородской области, широко развиты в отложениях верхнего неогена и нижней перми на большей части Прикаспийского бассейна, в нижнемеловых отложениях Устюрта и в Тургайском бассейне. Сюда относятся воды родников на берегу оз. Индер, выходящих из отложений кунгура.

Хлоридные натриевые, натриево-кальциевые, натриево-магниевые азотные рассолы распространены на п-ове Бузачи в меловых отложениях и в районах развития соляных куполов. В Прикаспийском бассейне они приурочены к отложениям кунгурского яруса. Минерализация их колеблется от 35 до 150—350 *г/л*. Применяются они в виде ванн при лечении болезней опорно-двигательного аппарата. Аналогичные воды с успехом используются в г. Иваново в Сосновской лечебнице.

Хлоридные натриевые метановые воды с минерализацией 5—15 *г/л* вскрыты в северо-западной части междуречья Урал — Волга Прикаспийского артезианского бассейна в апшеронских песчаных отложениях (Порт-Артур, скв. Г-5).

Подобные воды с несколько меньшей минерализацией используются в Грозненской и Дагинской (Сахалинская область) лечебницах для ванн при лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата периферической нервной системы.

Хлоридные натриевые сульфидные (сероводородные) воды выявлены в районе нефтепромыслов Джаксымай, Шубаркудук, Искине и Тугаракчан (Южно-Эмбенское поднятие, скв. 3-в). На Джаксымае вскрыты крепкие сульфидные воды с содержанием свободного сероводорода до 230 *мг/л*. Эти воды являются близким аналогом известных вод курорта Сочи — Мацеста (Новая Мацеста, скв. 1-Т) и могут быть применены для бальнеологического лечения в виде ванн.

На участке Искине в отложениях нижнего мела и средней юры вскрыты хлоридные натриевые сероводородные воды с невысокой концентрацией свободного сероводорода (60 *мг/л*).

Близкие по составу воды, с несколько меньшей минерализацией и большей концентрацией сероводорода, используются для ванн на курортах Усть-Кача, Красноуральск и др. Сероводородные воды показаны при лечении болезней сердечно-сосудистой системы, органов движения (артриты, полиартриты, болезни позвоночника, костей, мышц и др.), нервной системы и кожи.

В связи с лечебной ценностью и незначительным распространением на территории СССР крепкие сероводородные воды Прикаспийского и Южно-Мангышлакского артезианских бассейнов привлекают особое внимание. В Прикаспийском бассейне зона распространения этих вод прослежена от Тугаракчана до Джаксымая, а в Южно-Мангышлакском — обрамляет с севера зону Узень-Жетыбайской структуры и занимает северо-западную периклиналь Бекебашкудукской антиклинали. В этих зонах многочисленные скважины фонтанируют крепкими сероводородными водами, имеющими бальнеологическое значение.

Хлоридные натриевые азотные воды с минерализацией 2—5 *г/л* вскрыты в отложениях саксаульской свиты Челкарского бассейна. Скважины самоизливают с дебитами 1—2 *л/сек*. Воды пригодны в качестве лечебно-питьевых при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, желчного пузыря и др.

Хлоридные натриевые азотные воды с минерализацией 15—35 *г/л* приурочены к пескам нижнего палеогена Южно-Мангышлакского артезианского бассейна. В частности, к ним относятся воды самоизливающей скважины 1-Б с дебитом 3—5 *л/сек* в районе г. Шевченко.

Близкие по составу воды применяются в виде ванн на курорте Кашин Калининской области (скв. 14).

Хлоридные натриевые азотно-метановые и метановые воды с минерализацией 15—35 *г/л* широко развиты в пермских отложениях Актюбинского Приуралья. Они вскрыты в Жилянской, Петропавловской, Актюбинско-Биштамакской площадях.

Близкие аналоги этих вод используются в бальнеологических лечебницах Майкопа, Хадыженска (Краснодарский край) и др.

Хлоридные натриевые метановые рассолы приурочены к погруженным зонам Прикаспийского и Южно-Мангышлакского артезианских бассейнов. На отдельных участках наблюдается повышенное содержание железа, температура вод на изливе достигает 18—27° С и выше.

Аналогичные воды имеются в юрских и пермо-триасовых отложениях Южно-Эмбенского и других районов Прикаспийского артезианского бассейна. Они близки по составу водам курорта Серегово Коми АССР, применяемым при лечении болезней опорно-двигательного аппарата, нервной системы и гинекологических заболеваний.

Наряду с общей региональной оценкой минеральных вод Западного Казахстана укажем на распространение их в пределах отдельных основных артезианских бассейнов.

Минеральные воды Эмбы распространены в южной части Прикаспийского артезианского бассейна. Здесь естественные выходы минеральных источников известны на солянокупольных структурах Ушкан, Улькентюбе, Мунайли, Тюлюс, Есекджал, Саркаска и других, а также на восточном берегу сора Шошкаколь. Родники обычно прослеживаются вдоль тектонических разломов. Минеральные воды альбских отложений, вскрытых скважинами, характеризуются высокими напорами (0,5—40 *м*) над устьями скважин и большими дебитами при самоизливе (84—2100 *м*^{3}*/сутки*).

Формирование микрокомпонентного состава и распространение отдельных типов минеральных лечебных вод Эмбы подчинено региональному движению подземных вод от Мугоджар в сторону Каспийского моря. В этом направлении водоносные горизонты погружаются и подземные воды переходят от окислительной зоны к окислительно-восстановительной.

В описываемом районе лечебные минеральные воды установлены в альбских отложениях в пределах Донгузтауского и Южно-Эмбенского артезианских бассейнов и Южно-Эмбенского поднятия. Так, в северной части Донгузтауского бассейна, на юго-восточном берегу сора Шошкаколь из альбских отложений выходят родники под общим названием Акбулак. Вода этих родников имеет следующий состав:

$$M_{2,4}\frac{Cl\,59\ SO_4\,34}{Na\,39};\quad T=10{,}6^\circ C;\quad D=340.$$

На севере бассейна лечебные минеральные воды вскрыты в отложениях среднего альба у пункта Аккудук в интервале глубин 304—346 *м*. Воды имеют следующий состав:

$$M_{1,9}\frac{Cl\,50\ SO_4\,35}{Na\,52\ Mg\,27};\quad T=12^\circ C;\quad D=1376.$$

Теплые воды из альбских отложений вскрыты на участке Актумсук на глубинах 520—650 *м* следующего состава:

$$M_2\frac{Cl\,39\ SO_4\,33\ HCO_3\,28}{Na\,96};\quad T=31{,}2^\circ C;\quad D=1000.$$

В пределах Южно-Эмбенского поднятия фонтанирующие минеральные воды из альбских отложений вскрыты скважинами на участках Жанасу (скв. 10) и Туресай-Тугаракчан (скв. К-3).

Скв. 10

$$M_{2,2}\frac{Cl\,56\ SO_4\,26\ HCO_3\,15}{Na\,96};\quad T=20{,}8^\circ C;$$

$$pH-7{,}6;\quad D=1200.$$

Скв. 5—3

$$M_{3,5}\frac{Cl\,73\ SO_4\,17\ HCO_3\,10}{Na\,97};\quad T=30^\circ C;\quad Д=1940.$$

Минеральные воды в отложениях верхнего альба вскрыты артезианскими скважинами на участках ряда солянокупольных структур, расположенных в непосредственной близости от нефтепромыслов Южной Эмбы: в пределах Улькентюбе (скв. К-2), Биикджал (скв. К-8, К-24, К-29 и Г-13). Здесь они относятся к минеральным водам средней и невысокой минерализации, отличаются слабой радиоактивностью и повышенным содержанием и незначительным присутствием железа.

Скв. К-2

$$M_{2,9}\frac{Cl\,69\ SO_4\,17\ HCO_3\,9}{Na\,96};\quad T=15{,}4^\circ C;$$

$$D=1200.$$

Скв. К-8

$$M_{3,9}\frac{Cl\,73\ SO_4\,18\ HCO_3\,7}{Na\,95};\quad T=17^\circ C;\quad D=420.$$

Скв. Г-14

$$M_{4,2}\frac{Cl\,73\ SO_4\,17\ HCO_3\,10}{Na\,95};\quad T=19{,}4^\circ\,C;\quad D=14\,800.$$

Скв. Г-10

$$M_{4,2}\frac{Cl\,73\ SO_4\,16\ HCO_3\,10}{Na\,97};\quad T=16{,}5^\circ\,C;\quad D=1090.$$

Скв. Г-1

$$M_{5,4}\frac{Cl\,80\ SO_4\,13}{Na\,96};\quad T=19{,}1^\circ\,C;\quad D=1200.$$

Минеральные воды Эмбы используются с 1959 г. Из Улькентюбе (Сарыбулак) они доставлялись в г. Гурьев, где использовались в городских больницах.

Челкарские минеральные воды образуются в районе г. Челкар в осевой части глубокого субмеридионального прогиба. В толще отложений до глубины 600 *м* заключено несколько напорных водоносных горизонтов (саксаульский, тасаранский, альбский). В 1961 г. в ГКЗ были утверждены запасы минеральных вод саксаульского горизонта (скв. 27) в количестве 400 *м*^{3}*/сутки*. Вода относится к хлоридно-гидрокарбонатному натриевому составу содержит ряд микрокомпонентов (железо, марганец, фтор и др.):

$$M_{2,2}\frac{Cl\,52\ HCO_3\,26}{Na\,96};\quad pH-8{,}1,\quad T=15^\circ\,C.$$

Среди растворенных газов преобладает азот (98,3%).

По составу и соотношению компонентов челкарские минеральные воды являются аналогами курортов Арзни, Анапа и др. Большой экспериментальный и клинический материал о биологическом действии челкарской воды на различные функции желудочно-кишечного тракта, печени и некоторые показатели крови получен научными работниками Актюбинского Государственного медицинского института.

В настоящее время Челкарское месторождение эксплуатируется. Здесь производится розлив минеральных вод с предварительным газированием углекислотой.

Минеральные воды Мангышлака. Структурные и гидрогеологические особенности Южно-Мангышлакского артезианского бассейна создают условия для формирования и распространения подземных вод различного состава от пресных до рассолов.

По направлению движения к юго-западу от Каратау подземные воды метаморфизуются. Нарастает содержание отдельных микрокомпонентов. При переходе от зоны свободного к зоне затрудненного водообмена и напорного режима повышаются напоры и увеличивается содержание свободных и растворенных газов, в том числе сероводородных и углекислых. Погружение водоносного горизонта вызывает также нарастание температур до 50—70° и более. Происходит изменение концентрации водородных ионов от 4 до 8,2.

Минеральные воды встречены в альбском и неокомском водоносном комплексе (на участке Узень). Воды следующего состава:

$$M_{19-22}\frac{Cl\,97-99}{Na\,88};\quad pH=6-8,\quad T=45-63^\circ\,C.$$

В водах верхнеальбского и неокомского водоносных комплексов содержится значительное количество сероводорода (40—50 *мг/л* и более) и повышенные концентрации аммония — 41 *мг/л* (Жетыбай, апт — неоком).

В зоне Куюлус-Томаксор напорные воды в палеоценовых отложениях по характеру минерализации, содержанию сероводорода и физическим свойствам относятся к минеральным лечебным. В зоне погружения наблюдаются, кроме резкого увеличения общей минерализации, повышенные содержания сероводорода. Дебит скважины при самоизливе равен 170 *м³/сутки*, а температура на устье 36° С. Встречаются воды и с более высокой температурой, что исключает необходимость подогрева при их курортном теплоснабжении.

ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ

Обширная территория Западного Казахстана, расположенная в аридной зоне, является областью широкого распространения минеральных материковых лечебных сероводородных грязей (рис. 76).

Они формируются в соленых, часто самосадочных озерах и сорах, для которых характерен дефицит водного баланса. Большинство озер мелкие, бессточные, питаются весенними талыми водами. В питании грязевых месторождений озер Индер и Эдельбайсор принимают участие соленые подземные воды, выходящие в виде многочисленных источников. Грязевые озера и соры ранней весной обводняются, а к концу лета усыхают. В засушливые годы многие из них полностью пересыхают. Глубина грязевых озер даже в многоводные годы резко превышает 0,5 *м*.

Солевой состав грязевых месторождений формируется в основном за счет выщелачивания пород, слагающих водосборные площади водоемов. Озерная рапа чаще всего имеет хлоридный натриевый, хлоридно-сульфатный натриево-магниевый состав и общую минерализацию более 100 *г/л*; к концу лета она в большинстве случаев достигает концентрации насыщенных растворов 320 *г/л* и более.

В Западном Казахстане под слоем высокоминерализованных озерных вод наиболее широко распространены высокосоленые минеральные сероводородные грязи, которые характеризуются сравнительно низкой влажностью (22—56%). Снижение их влагоемкости обусловлено значительным содержанием в твердой фазе кристаллов солей и крупных песчаных фракций. В связи с последним и особенно для растворения кристаллов солей в процессе подготовки грязей к употреблению возникает необходимость разбавления их пресными водами.

Основными продуктами органического вещества в высокосоленых грязевых месторождениях являются ультрагалинные формы (одноклеточные водоросли *Dunatiella Satina*). Эти организмы, несмотря на их интенсивное развитие, не обеспечивают накопления значительных количеств органического вещества; содержание их ограничивается 0,3—0,6%, редко достигает 1%.

Низкая влажность, высокая соленость, незначительное количество органических веществ, периодическое пересыхание водоемов — все это отрицательно сказывается на активности биохимических процессов, в том числе и сульфатредукции, с которой связано образование в грязях сероводорода. Содержание последнего ограничивается 0,03—0,07% и редко повышается 0,10—0,13%.

Раствор высокосоленых грязей по составу и минерализации аналогичен рапе.

Высокосоленые грязи залегают или между пластами соли, или на границе соляного поля с соровой полосой, окаймляя солевую залежь. Грязи, залегающие между пластами соли, из-за высокой засоренности кристаллами солей, в том числе и гипсом, обычно непригодны для грязелечения. Мощность грязевого пласта невелика (5—10 см). Она повы-

шается на участках, прилегающих к соровой полосе в самосадочных водоемах, до 20—30 *см*, в чисто грязевых озерах — до 60 *см*. Однако в связи с большими размерами отдельных озер и соров, запасы лечебных грязей в отдельных месторождениях достигают 300—500 тыс. $м^3$.

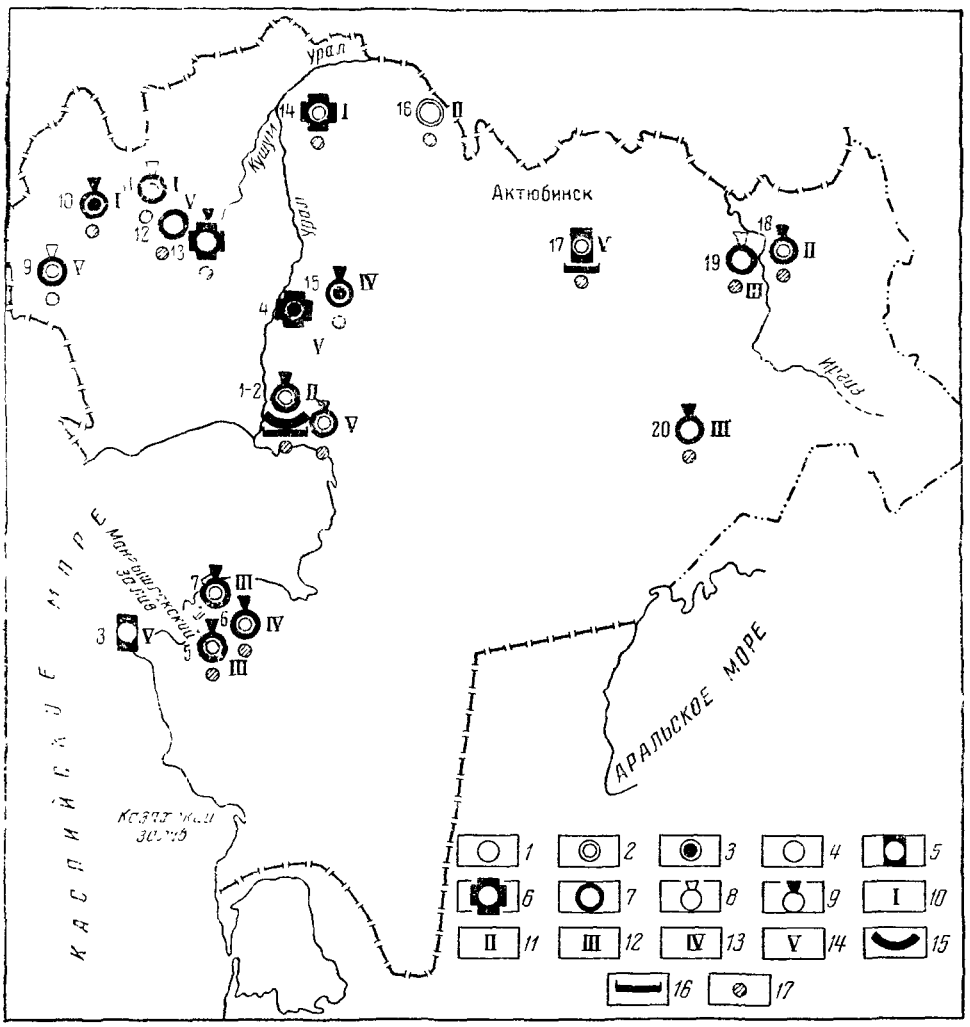


Рис. 76. Схематическая карта минеральных лечебных грязей Западного Казахстана. (Составил М. Н. Гончаров)

Содержание общего сероводорода (мг/100 г грязи): *1* — от 10 до 50; *2* — от 50 до 150; *3* — более 150
Минерализация грязевого раствора (г/л): *4* — от 2 до 5; *5* — от 5 до 35; *6* — от 35 до 150; *7* — более 150
Солевые отложения: *8* — поверхностные (с соляным полем); *9* — внутригрязевые
Эксплуатационные запасы грязей (тыс. $м^3$): *10* — свыше 100; *11* — от 10 до 100; *12* — от 1 до 10; *13* — от 0,5 до 1; *14* — до 0,5
Степень изученности: *15* — комплексное (всестороннее); *16* — детально разведанное; *17* — рекогносцировочное

Наибольшие запасы высококачественной лечебной грязи (2 млн. $м^3$) отмечены в оз. Альжан, которое в настоящее время только вступает в стадию садки солей заслуживают внимания также грязевые отложения озер Аралсор, Большой Соленый Сокрыл и Каработан.

Высокосоленые материковые сероводородные грязи по физико-химическим показателям аналогичны, широко используемым грязям ку-

рортов Советского Союза: оз. Медвежье Курганской области, Яны-Курган Қзыл-Ординской области, Молла-Қара в Туркмении, Тинаки в Астраханской области, Эльтон в Волгоградской области и др.

Антибактериальные свойства грязей Прикаспийской низменности и Мангышлака были известны давно. Летописные сведения говорят о поломничестве больных со Среднего Востока и Азии на грязевое месторождение Ацлистузбулак (оз. Индер), грязевые озера Жамансор и Тентяксор, Бузачи и Тюбкараган. Самолечение больных на грязевых месторождениях этих районов распространено и до настоящего времени. В 1946 г. было начато исследование оз. Қаработан с обоснованием



Рис. 77. Прикопки на северном побережье оз. Индер

физико-химического состава и бальнеологических свойств грязей озера.

Эти исследования показали, что грязи обладают высокими бальнеологическими свойствами при четко выраженной антимикробной активности к большой группе патогенных, особенно грамположительных микроорганизмов. В настоящее время на базе лечебных грязей оз. Қаработан функционирует Гурьевский грязевый санаторий и ведомственные грязелечебницы. Состав лечебной грязи Гурьевского санатория (Қаработан) характеризуется следующим содержанием основных компонентов (*г/л*): сульфатная группа — 48, хлор — 173, гидрокарбонат — 0,029, магний — 9, кальций — 0,,32 бром — 0,11, йод — 0,0013, сероводород — 0,488, при общей минерализации 349. Из каработанских грязей путем применения органических растворителей могут изготавливаться лечебные препараты. Имеется грязелечебница в г. Алге, сырьевой базой для которой служит грязевое месторождение «Лог Алгабас». Проектируется открытие грязевого санатория в пос. Индер, на базе грязевого месторождения Тузубулак — Туленбулак. Здесь, в северо-восточной части озера имеются многочисленные минеральные источники карстового происхождения со среднегодовым дебитом до 27—55 *л/сек.* По физико-химическим показателям лечебные грязи оз. Индер характеризуются: влажностью 36,7%, объемным весом 1,65 *л/см*^{3}, содержанием частиц крупнее 0,25 *мм* — 0,37%, органических компонентов — до 0,25%, сероводорода — 0,206, pH — 7,5. Примеры грязелечения на озере и лабораторные исследования подтверждают большое бальнеологическое значение этих грязей (рис. 77).

В связи со значительным экономическим ростом Мангышлака и комплексным освоением его природных богатств следует рекомендовать скорейшее использование имеющихся здесь месторождений лечебных грязей путем строительства грязевого санатория, прежде всего в г. Форт-Шевченко и повсеместно грязелечения при местных больницах, профилакториях и поликлиниках, путем использования грязевых месторождений Тущи-Кудук, Киякты, Шебир и др.

Территория Западного Казахстана отличается значительными ресурсами термальных и минеральных подземных вод. Они могут быть с успехом использованы в народнохозяйственных целях (сельском хозяйстве, бальнеологии, теплоэнергетике, градостроительстве и др.).

На площади Мангышлака, Устюрта, южной части Прикаспийской впадины, Северного Приаралья пользуются широким распространением как низкотермальные (теплые 20—37° и горячие 37—50°), так и высокотермальные (очень горячие 50—100° и перегретые — более 100°) подземные воды.

Теплые воды залегают в Северном Приаралье и Донгузтауском бассейнах неглубоко (500—1000 *м*). Самоизливающие скважины дают на поверхность до 400—2500 *м*^{3}/*сутки* воды. На территории Матайкумского, Оймаутского, Айшуакского, Сарблакского и других совхозов можно организовать использование теплых и горячих вод для тепличнопарникового хозяйства, обогрева почв, теплого орошения, а также для душевых павильонов, теплоснабжения. Теплые минеральные воды Донгузтау, Аральска, Тугаракчана и других представляется возможным использовать для организации лечения ваннами и душевыми, что ныне проводится только в г. Аральске (с 1966 г.). В дальнейшем целесообразно пробурить специальные скважины глубиной 1000—1500 *м* в г. Челкаре и г. Форт-Шевченко, а также центральной усадьбе Матайкумского совхоза (Дьяре) с целью получения горячих вод для организации отопления населенных пунктов, обогрева парниково-тепличного хозяйства и изучения их бальнеологических свойств.

ГЛАВА XIV

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВОДЫ

Подземные воды промышленного значения, содержащие различные соли и промышленные концентрации элементов (калий, магний и др.), широко распространены почти во всех артезианских бассейнах Западного Казахстана и особенно в Прикаспийской впадине, Актюбинском Приуралье и на Южном Мангышлаке. В настоящее время промышленные подземные воды вскрыты многочисленными структурными, глубокими опорными и разведочными скважинами, а также эксплуатационными, пробуренными на нефть и газ скважинами, в пределах нефтегазовых месторождений и разведочных площадей. Значительное количество буровых скважин пройдено на площадях геологических, гидрогеологических и геофизических съемок, а также при разведке месторождений полезных ископаемых. В настоящее время в подземных водах почти всех стратиграфических горизонтов исследован микрокомпонентный состав. Подобные исследования проведены также в поверхностных водах многих озер и соров Прикаспийской низменности, Северного Приаралья, Мангышлака и Тургая.

К промышленным водам относятся рассолы с минерализацией более 50 *г/л*, из которых возможно получение хлористого натрия, магниевых солей и др.

При изучении рассолов с различной минерализацией и неодинаковой концентрацией некоторых полезных элементов были установлены закономерности их размещения и накопления на территории Западного Казахстана. Это позволило более или менее обоснованно выделить перспективные площади для поисков промышленных вод.

Промышленные рассолы в Западном Казахстане имеют широкое распространение как в глубоких водоносных горизонтах, так и в поверхностных водоемах.

Наиболее широко распространены подземные рассолы хлоридного натриевого и натриево-кальциевого состава, залегающие преимущественно на глубине свыше 300—500 *м*, в отдельных случаях (в области неглубокого залегания соляных куполов) промышленные рассолы вскрываются и на меньших глубинах.

По мере возрастания глубины залегания подземных рассолов их минерализация увеличивается и достигает 270—320 *г/л* и более. Крепкие рассолы (свыше 140 *г/л*) и сверхкрепкие (более 270 *г/л*) были получены из водоносных комплексов нижнего мела, средней — нижней юры и триаса в местах их наибольшего погружения или вблизи соляных куполов. Наиболее высококонцентрированные сверхкрепкие рассолы с минерализацией 350—430 *г/л* вскрыты скважинами на соляно-купольной структуре Челкар. Это хлоридные магниево-натриевые рассолы, представляющие собой погребенную маточную рапу пермских солеродных лагун. Однако эти рассолы имеют сравнительно небольшие ресурсы и отличаются быстрым выпадением солей из раствора при откачке из скважин.

На Южном Мангышлаке и на п-ове Бузачи промышленные рассолы хлоридного натриевого и натриево-кальциевого состава с минерализацией 100—120 *г/л* и более вскрываются в водоносных комплексах юры и отчасти нижнего мела, причем по мере погружения водоносных пород количество кальция в породах возрастает.

В Иргиз-Тургайском районе, в долинах рек Тургая и Иргиза встречены рассолы хлоридного-натриевого и хлоридно-сульфатного натриево-магниевого состава с минерализацией 55—85 *г/л*, а вблизи соровых понижений — хлоридные натриево-магниевые рассолы (50—55 *г/л*).

Помимо подземных рассолов промышленным сырьем для извлечения поваренной соли, кальциевых и магниевых солей могут служить поверхностные воды многочисленных озер, соров Прикаспийской низменности, Северного Приаралья, Тургая, прибрежно-морской полосы Каспийского моря и глубоких впадин Мангышлака. В поверхностных водах соли находятся не только в растворенном состоянии, но и в виде осадков, образующихся в результате интенсивного испарения воды. Минерализация воды в озерах и сорах колеблется от нескольких десятков до 466 *г/л*. Наибольшая величина минерализации рассолов установлена в поверхностных водоемах вблизи Прорвы, а также в сорах — отстойниках для технических вод на промыслах Эмбы, которые являются искусственными испарителями (табл. 42). Рассолы большинства озер и соров содержат в промышленных концентрациях соли калия и магния и обладают огромными запасами этих солей.

В прибортовых частях Прикаспийской впадины в пермских отложениях вскрыты рассолы, для которых характерны высокие концентрации натрия и незначительные — магния и кальция. Поэтому они могут представлять интерес лишь как сырье для получения поваренной соли.

Аналогичного состава рассолы могут быть встречены в толще соленосных отложений и в других районах Прикаспийской впадины, о чем можно судить по наличию таких вод в пермских соленосных отложениях ее прибортовой части. Следует отметить, что воды хлоридного

Таблица 42

Содержание в рассолах соров и озер Западного Казахстана основных компонентов в промышленных концентрациях (*мг/л*)

Сор, озера	Сухой остаток, *г/л*	Содержание	
		K	Mg
Сор в 13 *км* к сев.-вост. от р. Мухор	311	500	32 875
Сор в 15 *км* от Забурунье	335	—	22 285
Сор Косчагыл	322	—	34 618
Сор Бейбитсор	388	—	34 048
Толтурсор	342	—	72 750
Сор в 51 *км* от Прорвы	312	—	8 500
Лагуна Прорва	466	—	80 026
Озеро Индер	305	—	12 350
Сор в 52 *км* к сев.-вост. от Гурьева	314	—	7 500
Сор Каработансор	367	1515	905
Сор Искине	325	3220	49 878
Сор Байчунас	339	—	5 734
Сор Комсомольский	296	—	18 830
Карасор	284	480	8 000
Сингирбайсор	249	690	12 000
Озеро Утектуз	372	1400	39 000
Озеро Карабазтуз	221	930	13 400
Тебизсор	320	2200	21 000
Шинденсор	351	1174	23 700
Шибаидысор	321	830	4 900
Озеро Тентяк	212	640	10 800
Сор Шелакжиде	267	1092	14 600
Сор Жамангултуз	317	2000	31 000
Сор Талдыэспе	333	1006	21 700
Сор Кошкарата	321	929	16 560
Сор Болгасынтуз	357	702	16 300
Сор Тунгурук	318	1300	17 000
Сор Куланды II	351	1564	22 000
Сор Куланды I	366	2320	5 000
Сор Сам	280	1267	—
Доссор	357	1425	11 000

магниево-натриевого состава вскрыты в Оренбургской, Куйбышевской, Саратовской, Волгоградской и Астраханской областях. Однако по имеющимся данным, маточные рассолы соленосных толщ на территории Прикаспийской впадины имеют локальное распространение и сравнительно ограниченные запасы.

Воды в подсолевой толще разреза Прикаспийской впадины скважинами не вскрыты и не изучены, хотя по общим геологическим и гидрогеологическим условиям можно предположить, что они на больших глубинах сильно метаморфизованы.

Калий. О содержании калия в подземных водах имеется очень мало сведений, так как в большинстве проб воды сумма ионов щелочных металлов определялась по расчету. По имеющимся данным содержание калия в воде колеблется от долей до 3 *г/л*. Среднее содержание калия увеличивается по мере роста минерализации вод и увеличения концентрации кальция. Кондиционные содержания калия (более 350 *мг/л*) отмечены в подземных водах меловых и юрских отложений Южно-Мангышлакского района и юрских отложений Южного Мангышлака. В пределах первого участка максимальное количество калия

(3000 *мг/л*) установлено в районе Прорвы в водах среднеюрских отложений на глубине 2300 *м*, а в нефтегазоносных структурах Южного Мангышлака (Узень, Жетыбай и Тенге) от 500 до 1400 *мг/л*.

Промышленные содержания калия были установлены и во многих сорах Западного Казахстана. Особый интерес представляют соры в восточной части территории, где подземные воды являются перспективным сырьем для химической промышленности. Некоторые из этих соров (Индер, Кошкарата, Алтай и др.) имеют значительные размеры, и запасы калия в них достигают несколько десятков тысяч тонн.

Из приведенного материала следует, что в Западном Казахстане промышленные воды имеют широкое распространение. Они приурочены к мощным комплексам осадочных отложений мезозойского и частично пермского возраста, а также содержатся в озерах и сорах. Рассолы хлоридного натриевого состава с минерализацией до 270—300 *г/л* и хлоридные натриево-кальциевые до 300—320 *г/л* и более представляют интерес как сырье для получения натриевых, кальциевых и магниевых солей в галургической промышленности. Промышленные рассолы практически могут быть получены в любом районе Прикаспийской впадины и на большей части Мангышлак-Устюртского района. Глубина залегания рассолов хлоридного типа колеблется от 150—200 до 400—500 *м* и более.

Добычу промышленных вод на рассматриваемой территории можно организовать попутно с эксплуатацией нефтяных месторождений Мангышлака и Южно-Эмбенского района.

Часть четвертая

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

ГЛАВА XV

ГИДРОГЕОЛОГИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Разведанные и эксплуатируемые в Западном Казахстане нефтяные и газовые месторождения распространены в разных частях Прикаспийской впадины, в Актюбинском Приуралье, Северо-Западном Приаралье и на Южном Мангышлаке.

Прикаспийская впадина. В Прикаспийской впадине выявлено более 30 нефтяных и газовых месторождений, из которых эксплуатируются до 25, содержащих более 250 продуктивных горизонтов (рис. 78). В настоящее время разведаны и эксплуатируются нефтегазовые залежи, приуроченные к надсолевым горизонтам.

На территории Эмбы и восточного борта Прикаспийской впадины нефтегазопроявления встречены в широких стратиграфических интервалах, но промышленные залежи по разрезу распределены неравномерно. На отдельных месторождениях они сконцентрированы в различных горизонтах верхнего и нижнего мела, верхней, средней и нижней юры, а также верхнего и нижнего триаса.

Отложения верхнего мела имеют признаки нефти вблизи сбросовых трещин. Верхнемеловые нефтяные залежи на месторождениях Южной Кошкар (турон и сеноман), Байчунас, Тажигали и Тереньузюк (сеноман) давали небольшое количество тяжелой нефти, запасы которой быстро истощались.

В нижнемеловых отложениях (альб) установлены четыре нефтяных горизонта, имеющих промышленное значение на месторождениях Каратон, Тереньузюк, Тажигали, Кульсары, Корсак и Южный Кошкар. На месторождениях Сагиз, Косчагыл, Байчунас констатированы второстепенные нефтеносные горизонты. Большинство нефтепроявлений, в том числе и промышленные залежи нефти, в этих отложениях связаны со сбросами. Отложения апта, преимущественно нижнего, и неокома, особенно верхние горизонты, по характеру нефтеносности однотипны, промышленные притоки нефти в них получены на одних и тех же месторождениях и, следовательно, они составляют единый нефтеносный комплекс.

В верхней юре отмечены нефтегазопроявления, которые обычно связаны с тектоническими нарушениями и, очевидно, являются следствием миграции углеводородов из нижних горизонтов вместе с подземными водами. Промышленные притоки нефти получены в Сагизе, а газа — на восточном крыле Кульсары. Среднеюрские горизонты являются основным объектом нефтеразработки на большинстве действующих промыслов. Месторождения Алимбай, Искине, Акжар и другие содержат промышленную нефть.

Продуктивные горизонты верхне- и нижнетриасовых отложений разрабатываются на месторождениях Макат, Сагиз, Искине, Кульсары, Косчагыл, Муйнак, Шубаркудук, Джаксымай и Кенкияк. Кроме того, в Доссоре, Алтыкуле, Буранкуле, Акжаре, Копе и Кокжиде они содержат непромышленные залежи. По характеру взаимосвязи нефтегазо-

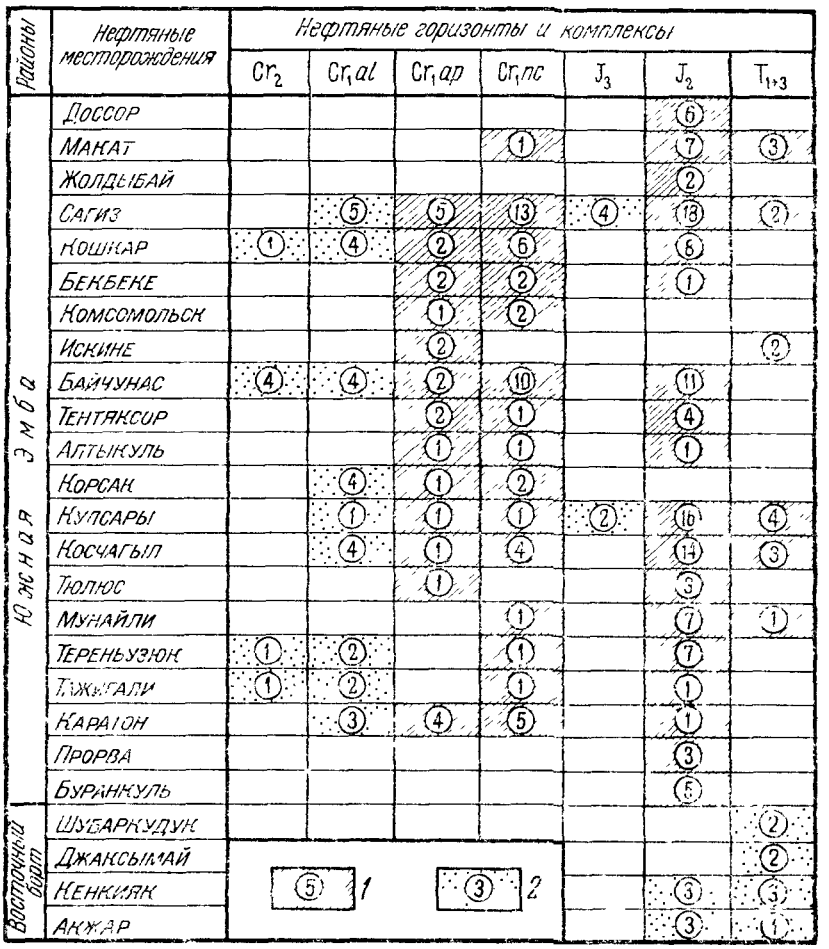


Рис. 78. Распределение залежей нефти в гидрогеологически изученной части разреза Прикаспийской впадины

Нефтяные залежи: 1 — первичные; *2* — вторичные (цифра — количество нефтяных горизонтов и залежей)

проявлений продуктивные горизонты этих отложений объединяются в единый нефтегазоносный комплекс.

Большинство продуктивных горизонтов имеет водонапорный режим с медленно восстанавливающимся уровнем и только некоторые из них, расположенные главным образом вблизи раскрытых сбросов и на участках, где происходит подток воды из водообильных пластов сеноман-альба и нижней юры, имеют водонапорный режим с быстро восстанавливающимся уровнем.

Подземные воды основных продуктивных горизонтов и комплексов. В восточной и юго-восточной частях Прикаспийской впадины основные продуктивные толщи приурочены к альбскому, апт-неокомскому, верхнеюрскому, среднеюрскому и верхне- и нижнетриасовому комплексам,

в которых подземные воды занимают контурное или подошвенное положение.

Воды альбского комплекса изучены на нефтяных месторождениях Эмбы: Сагиз, Кошкар, Байчунас, Кульсары, Косчагыл, Корсак, Тереньузюк, Тажигали и Каратон. Эти воды здесь залегают на глубинах от 45—150 (Сагиз, Байчунас, Косчагыл) до 500—790 *м* (Корсак, Тажигали, Каратон) и приурочены к разнозернистым, нередко глинистым, пескам, вмещающим от 1 до 5 водонефтяных горизонтов мощностью от 8—12 до 40 *м* каждый. Эти горизонты, особенно верхний, являются наиболее водообильными среди продуктивных толщ Эмбы.

Во всех горизонтах пластовые (контурные и подошвенные) воды высококонцентрированные, хлоридно-кальциевые. Минерализация их варьирует от 55 до 100 *г/л* вблизи Южно-Эмбенского поднятия (Кульсары, Косчагыл, Каратон, Тажигали) до 150—230 *г/л* ближе к центру впадины (Кошкар, Сагиз, Корсак). С глубиной и к более древним стратиграфическим горизонтам она возрастает. Так, в Каратоне сухой остаток в пластовых водах верхнеальбского водонефтяного горизонта составляет 57 *г/л* (интервал 360—362 *м*), среднеальбского — 67 *г/л* (460—462 *м*) и нижнеальбского — 91—131 *г/л* (607—795 *м*), а в Корсаке соответственно 162 *г/л* (298—335 *м*) 205 *г/л* (492—494 *м*) и 230 *г/л* (594—596 *м*). Увеличение минерализации подземных вод наблюдается по направлению к водонефтяному контакту. В указанных направлениях подземные воды становятся более метаморфизованными: отношение щелочей к хлору в них уменьшается от 0,92—0,9 до 0,87—0,86 в междуречье Урала и Эмбы и до 0,85—0,84 вблизи Южно-Эмбенского поднятия. По мере увеличения минерализации и степени метаморфизации подземных вод уменьшается сульфатность вод и содержание гидрокарбонатов соответственно от 1,8—1 почти до нуля и от 0,8—0,6 до 0,03—0,02 *г/л*.

В зависимости от удаленности места отбора проб воды от водонефтяного контакта содержание микроэлементов в воде колеблется в значительных пределах.

Ниже рассмотрим специфику залегания подземных вод альбского комплекса на некоторых нефтяных месторождениях: Буйчунас, Корсак, Кульсары, Тереньузюк.

Месторождение Байчунас расположено в 85 *км* на восток от г. Гурьева и в 32 *км* на юг от Доссора старейшего нефтяного промысла Эмбы. В структурном отношении оно находится в пределах Байчунасского прогиба. Подземные воды нефтяных горизонтов широко распространены и изучены на южном своде Восточного Байчунаса, который является основной промысловой площадью. Здесь прослежено до четырех водонефтяных горизонтов, экранируемых сбросами, мощностью от 5 до 30 *м*. Они залегают на глубинах от 42 до 105—125 *м* на восточном поднятом крыле и до 175—195 *м* — на западном опущенном. Приуроченные к ним подземные воды, напорные.

По химическому составу воды нефтяных горизонтов альбского комплекса однотипные — хлоркальциевые, но относительное содержание в них кальция всюду ниже, чем магния при относительно повышенной сульфатности (коэффициент сульфатности 0,44—0,95). Минерализация вод изменяется от 107 до 142 *г/л* с повышением ее вблизи сбросов, что свидетельствует о закрытости структур.

Месторождение Корсак расположено в 115 *км* к юго-востоку от г. Гурьева в Буйчунасском региональном прогибе. Сама антиклинальная структура месторождения грабеном меридионального направления разделена на три основных структурных элемента: западное крыло

(наиболее опущенное), восточное и южное крылья (наиболее поднятые). Нефтеносные горизонты в альбских отложениях и сопутствующие им подземные воды установлены в сводах восточного и западного крыльев купола Корсак, где они экранированы плоскостями сбросов. Глубина залегания нефтеносных горизонтов в приконтурных зонах изменяется от 175 до 77 *м*. Проницаемость водонефтяных толщ, представленных мелко- и разнозернистыми песками, от 198 до 6870 *мд* при общей пористости 27—32%.

Контурные пластовые воды исключительно хлор-кальциевые, слабосульфатные или бессульфатные с минерализацией от 134 до 230 *г/л*. Однако в различных тектонических блоках обводненной зоны месторождения воды одноименных горизонтов имеют неодинаковую минерализацию, что зависит от степени закрытости структуры и близости водонефтяного контакта. Так, во втором альбском горизонте нижнего блока Восточного участка минерализация пластовых вод составляет 134,3 *г/л* (260—270 *м*), на Западном участке — 135,8 *г/л* (250—315 *м*) и на южном блоке Восточного участка — 144,5 *г/л*. В пределах всех блоков и участков месторождения минерализация воды одновременно возрастает с глубиной. Для вод верхнеальбских горизонтов она составляет 134—145 *г/л* (250—350 *м*), для среднеальбских — 152—205 *г/л* (455—550 *м*) и нижнеальбских — 183—230 *г/л* (590—670 *м*).

По мере увеличения минерализации воды с глубиной становятся более метаморфизованными — отношение щелочных металлов к хлору уменьшается от 0,92 в верхних горизонтах до 0,88 — в нижних; снижается содержание гидрокарбонатов и сульфатов почти до полного их исчезновения, увеличивается содержание щелочноземельных металлов: кальция до 5,1 *г/л*, магния до 2,1 *г/л*. Накопление кальция в водах происходит быстрее, чем магния, что выражается ростом отношения радикалов кальция к магнию. В водах верхнеальбского горизонта это отношение равно в среднем 0,92, среднеальбского — 1,11 и нижнеальбского — 1,28.

В составе растворенного и свободного газа перобладает углекислота — около 64%.

Месторождение Тереньузюк расположено в крайней юго-западной части Южно-Эмбенской нефтеносной области, в 35 *км* к северо- западу от промысла Каратон, в наиболее погруженной части Каратонского регионального прогиба. Солянокупольная структура, к сводовой части которой приурочены нефтяные залежи, грабеном широтного простирания разделяется на два крыла — южное и северное (более поднятое). Продуктивные горизонты альба (верхнего и среднего) с контурными и подошвенными пластовыми водами представлены чередованием мелко- и среднезернистых песков и песчаников, разделенных мощными пластами песчанистых глин. Эффективная пористость песков и песчаников в среднем составляет 20%.

Режим всех водонефтяных горизонтов альбского комплекса, залегающих на глубинах 325—500 *м*, напорный. Статические уровни пластовых вод устанавливаются несколько выше дневной поверхности. Воды всюду хлор-кальциевые с явным преобладанием кальция над магнием (в 2,2—2,4 раза) и бессульфатные. Минерализация их составляет 79—108 *г/л*. Соотношение щелочей к хлору с глубиной остается почти неизменным, коэффициент метаморфизации равен 0,83—0,84.

По газовому составу воды верхнеальбских горизонтов резко отличаются от среднеальбских. В составе первых преобладают углекислый газ (45—70%) и азот (30—55%) со значительным содержанием редких газов (аргон 0,486—0,673% и гелий 0,097—0,217%), в то время как в пластовых водах среднего альба преобладает метан (до 91,4%)

с весьма незначительным содержанием аргона (около 0,03%) и гелия (0,005—0,007%).

Месторождение Кульсары находится в пределах небольшого поднятия между Байчунасским и Каратонским прогибом, в 230 *км* от г. Гурьева и представлено соляным куполом, вытянутым в северо-северо-восточном направлении. В своде купола соль залегает на глубине 200 *м*. В надсолевой толще сбросами грабена меридионального направления обособляются западное, северное и восточное крылья структуры. Промышленные нефтяные залежи и сопутствующие им контурные воды в отложениях верхнего и нижнего альба установлены в сводовой части восточного крыла. Они приурочены к горизонтам мелко- и среднезернистых песков с общей пористостью до 29%, которые залегают на глубинах 168—235 *м*. Воды в песках напорные хлор-кальциевого состава.

Воды апт-неокомского водонефтяного комплекса распространены более широко, чем воды альбского. Они выделены и описаны в пределах 17 месторождений. На каждом из них установлено от 1 до 18 водонефтяных горизонтов и прослоев. По единичным промысловым и лабораторным данным проницаемость водонефтяных песков изменяется (*мд*): от 460—470 — нижний апт до 85—1130 — неоком. В зависимости от расположения соляных куполов и тектонических блоков в пределах отдельных структур, высоты подъема соляного ядра и расположения водонефтяных горизонтов в вертикальном разрезе глубина залегания последних изменяется в широких пределах: от 45—150 *м* на региональных поднятиях и в верхних горизонтах (Макат, Сагиз, Байчунас и др.) до 700—1040 *м* (Тажигали, Тереньузюк, Каратон, Искине, Кошкар).

Подземные воды водонефтяных горизонтов всюду хлор-кальциевые, высокоминерализованные. Минерализация контурных вод аптских горизонтов изменяется от 90—95 до 250—296 *г/л*, а неокомских — от 113—126 до 261 *г/л* и более. Состав анионов почти целиком представлен галоидами, а среди катионов резко преобладают щелочи, причем отношение щелочей к хлору варьирует от 0,85 до 0,97. Содержание гидрокарбонатов и особенно сульфатов в воде резко сокращается по мере приближения к водонефтяному контакту и с глубиной; в Байчунасском и Каратонском прогибах сульфаты почти исчезают.

Основными компонентами химического состава газов являются углеводороды, преимущественно метан (75—95% объемных). Содержание азота колеблется от 0,3 до 18,5%, из них биогенная разность 0,1—7,1%. Количество аргона 0,003—0,07% и гелия 0,001—0,008%.

Ниже будут рассмотрены подземные воды описываемого комплекса на промыслах Сагиз, Байчунас, Косчагыл и Каратон, где установлено наибольшее количество (от 5 до 18) водонефтяных пластов, расположенных в разных структурных зонах.

Месторождение Сагиз расположено в центральной части Эмбенского района, в 120 *км* восточнее г. Гурьева. Оно представляет собой сложную солянокупольную структуру, вытянутую в меридиональном направлении. В сводовой части ее выделяются три поднятия, разделенные сбросом и грабеном: Северный, Центральный и Южный Сагиз. В приподнятых частях поднятий соляная масса залегает на глубине 300—350 *м*.

Основным объектом эксплуатации нефтяных залежей на месторождении является участок Центральный Сагиз. Здесь пластовые воды занимают юго-западное и северо-восточное крылья структуры, отличающиеся по характеру обводнения. Нефтяные залежи северо-восточного крыла обводняются лишь контурными водами, а юго-западного — контурными и верхними водами (сеноман-альбский и сеноман-туронский горизонты), поступающими в нефтяные залежи по сбросу грабена. По-

следние обусловливают уменьшение минерализации контурных вод, особенно в нижнем апте, на 15—20 *г/л* по сравнению с северо-восточным крылом.

По месторождению в целом водонефтяные горизонты залегают на глубинах 125—435 *м* (при наибольшей глубине (224—435 *м*) на Восточном промышленном участке Центрального Сагиза. Здесь водовмещающие мелко- и среднезернистые пески и песчаники апта имеют эффективную мощность 2—7 *м* и пористость 11—28%, в среднем 23%. Первоначальное гидростатическое давление пластовых вод на втором участке составляло 25—26 *ат*, а в процессе эксплуатации, снизилось до 19—10 *ат*. Статические уровни колеблются от 50 до 70 *м* ниже поверхности земли. Минерализация вод на этом участке на глубине 222—254 *м* колеблется от 118 до 181 *г/л* (в среднем 155 *г/л*), а на третьем участке на глубине 270—315 *м* — 146—186 *г/л*. В таком же порядке минерализация вод изменяется в неокомских комплексах: на втором участке на глубине 238—402 *м* она колеблется от 190 до 218 *г/л*, а на третьем участке (глубина 300—435 *м*) — от 195 до 228 *г/л*.

На всех промысловых участках общая минерализация вод возрастает по разрезу сверху вниз, а по площади — в направлении к контуру нефтяной залежи и соляному штоку. Степень минерализации воды аптских горизонтов Центрального Сагиза в целом не превышает 189 *г/л*, а в неокомских — 228 *г/л*. На северном участке Сагиза сухой остаток в водах верхнего неокома (баррем) составляет 108 *г/л*, а нижнего (готерив) — 135 *г/л* при глубине 137 *м*.

Как контурные, так и особенно подошвенные воды имеют хлоркальциевый состав с явным преобладанием кальция над магнием. По сравнению с неокомскими воды аптских горизонтов имеют повышенную сульфатность: коэффициент сульфатности последних достигает 1—1,6, в то время как в неокоме он не превышает 0,8.

На всех промысловых участках Сагиза между изменением удельных весов пластовой воды и нефти существует закономерная линейная связь, которая выражается в следующем: чем тяжелее пластовая вода, тем легче нефть.

На месторождении Байчунас нефтяные залежи в апт-неокомском комплексе представлены на трех промысловых участках. Здесь выявлены и изучены пластовые воды, залегающие на глубинах: на Южном Байчунасе 46—66 *м* (эффективная мощность 4—8 *м*), на Северо-Западном — от 60—130 (апт) до 95—180 *м* (неоком) и на Восточном — от 275—355 (апт) до 295—550 *м* (неоком). Водовмещающие мелко- и среднезернистые пески имеют общую пористость 17—35% при проницаемости от 15 до 1880 *мд*.

Пластовые воды — напорные, статические уровни в большинстве скважин устанавливаются выше поверхности земли. Подземные воды данного комплекса менее минерализованы на Южном участке — 128—130 *г/л*, чем на Восточном — 200—261 *г/л*. Промежуточное положение по минерализации занимают пластовые воды Северо-Западного участка — 145—200 *г/л*.

Степень минерализации контурных вод по мере эксплуатации месторождения интенсивно возрастает, приближаясь к минерализации подошвенных вод. Так, на Северо-Западном участке, в скв. 26, сухой остаток в воде в 1934 г. составлял 161 *г/л*, в 1937 г. он увеличился до 165 *г/л*, а в 1958 г. — до 182 *г/л*.

Месторождение Косчагыл находится в 100—110 *км* к югу от Доссора и устья Эмбы. Оно расположено в юго-восточной половине Эмбенского нефтеносного района, на северо-восточном крыле Каратонского прогиба и представляет собой соляной купол, вытянутый в северо-за-

падном направлении. Основными структурными элементами в надсолевой толще являются северное, северо-западное, южное и восточное крылья купола Косчагыл, а также разделяющие их грабены. Подземные воды описываемого здесь комплекса выявлены и изучены в северном опущенном крыле. В нижнем апте, барреме и готериве выделяется до пяти водонефтяных горизонтов, залегающих на глубине 270—340 *м*. На остальных промысловых участках этот комплекс размыт в предтуронский период.

Пластовые воды во всех установленных горизонтах приконтурной зоны северного крыла месторождения обладают напором.

Пластовые воды месторождения — хлор-кальциевые, но в отличие от промыслов центральной части, магний в них преобладает над кальцием (отношение $\frac{Ca}{Mg}$ составляет 0,8—1). По сравнению с водами в структурах Каратонского прогиба сульфатность вод на Косчагыльском месторождении более высокая (коэффициент сульфатности 0,3—0,4, а степень метаморфизации 0,9—0,86).

Месторождение Каратон расположено в 300 *км* к юго-востоку от г. Гурьева, в центральной части Каратонского прогиба. Оно приурочено к соляной структуре с глубоким залеганием соляного ядра. Наименьшая глубина залегания кровли соли в сводовой части купола равна 2087 *м*. В пределах свода купола выделяется пять поднятий, разделенных грабенами и разломами. На месторождении эксплуатируются аптский (нижний) и неокомский (баррем) нефтеносные горизонты юго-западного и северо-восточного крыльев купола. Нефть и пластовые подземные воды на Каратоне, как и на других месторождениях Южной Эмбы, приурочены к песчаным пластам, сложенным мелкозернистыми глинистыми песками с содержанием песчаной фракции до 55%. Пористость песков составляет 30—32%, а проницаемость варьирует от 145 (неоком) до 460—760 *мд* (апт).

Водонефтяные пласты в пределах указанных участков залегают на глубинах от 675—745 (апт) до 705—900 *м* (неоком) и содержат напорные хлор-кальциевые рассолы с минерализацией 121—191 *г/л*, возрастающей с глубиной.

Отличительной особенностью этих рассолов является почти полное отсутствие сульфатов; отмечается лишь небольшое преобладание ионов кальция над магнием ($\frac{Ca}{Mg}$ =0,9 до 1,3) и высокое значение отношения щелочей к хлору (0,88—0,92). В составе растворенных газов преобладают углеводороды, преимущественно метан (85—87%), тяжелых углеводородов не более 1—5,3%. Характерно повышенное содержание тяжелых разностей редких газов (0,019—0,035%) при малых содержаниях легких разностей (0,006—0,005%).

Воды верхнеюрского водонефтяного комплекса развиты лишь на месторождениях Сагиза и Кульсары, где они экранируются поверхностью крутого склона соляного штока. Водоносные горизонты в трещиноватых карбонатных породах мощностью до 20 *м* залегают на южном крыле Северного Сагиза на глубинах 370—533 *м* и на восточном крыле Кульсары на 450—590 *м*. Подземные воды представлены рассолами хлор-кальциевого типа, почти бессульфатными, с несколько пониженной минерализацией по сравнению с водами среднеюрских отложений. Минерализация их изменяется от 176 (Кульсары) до 244 *г/л* (Сагиз).

Воды среднеюрского водонефтяного комплекса. Среднеюрские горизонты являются основными объектами эксплуатации нефтяных залежей в Прикаспийской впадине, включая восточный ее борт

(Кенкияк). Пластовые контурные воды отмечены почти на всех действующих нефтяных промыслах. Они приурочены (сверху — вниз) к верхней угленосной, лингуловой, нижней угленосной и песчано-глинистой свитам средней юры, в которых выделяются от 1—3 до 10—18 (Сагиз, Байчунас, Кульсары, Косчагыл) водонефтяных слоев и горизонтов. В зависимости от положения по отношению к солянокупольным структурам глубина вскрытия верхних водонефтяных горизонтов варьирует от 70—300 *м* в пределах региональных поднятий (Макат, Сагиз, Кошкар, Алтыкуль, Кенкияк) до 500—800 *м* в Байчунасском прогибе. Вмещающие воду и нефть породы представлены мелко- и разновозрастными, нередко глинистыми, песками и слабосцементированными песчаниками мощностью от 2—8 до 30—60 *м* в отдельных водонефтяных горизонтах и линзах. Проницаемость этих пород варьирует от 40—45 до 330—425 *мд*. Пластовые воды всюду напорные со статическим уровнем ниже поверхности земли. В составе газа подземных вод участвуют углеводороды, преимущественно метан 54—99%.

Специфика пластовых вод средиеюрских водонефтяных горизонтов будет отражена ниже при рассмотрении их в пределах нефтяных месторождений Доссор, Тентяксор и Тажигали.

Месторождение Доссор — старейшее в Эмбенской нефтеносной области, расположено в 90 *км* к северо-востоку от г. Гурьева и приурочено к меридионально вытянутой солянокупольной структуре. Сбросами грабенов оно разделяется на семь обособленных участков, среди которых промышленные нефтяные залежи вскрыты и разрабатываются на Восточном, Северном Доссоре (Таскудук) и на 185-м участке.

Водоносные горизонты среднеюрского комплекса приурочены: на Восточном Доссоре к следующим свитам — лингуловой (глубина залегания 70—105 *м*), нижней угленосной (105—145 *м*), к песчано-глинистой (170—235 *м*); на Северном Доссоре — к нижней угленосной (236—254 *м*) и песчано-глинистой (280—312 *м*). Мощность каждого из горизонтов обычно составляет 4—10 *м*. Только на Восточном Доссоре мощность водонефтяных горизонтов лингуловой и песчано-глинистой свит достигает 24—50 *м*. Общая пористость водовмещающих песков изменяется от 29 до 37%.

Подземные воды всех горизонтов напорные, но в процессе эксплуатации происходит снижение напоров, особенно интенсивное вблизи сброса и свода нефтяной залежи. В результате этого режим многих водонефтяных горизонтов перешел в гравитационную фазу, что вынудило применять законтурное заводнение. Это обстоятельство, в свою очередь, искажает истинную величину минерализации контурных вод. Для среднеюрских горизонтов она изменяется (*г/л*): на Восточном Доссоре от 135 до 267, на Северном Доссоре от 190 до 260 и на 185-м участке от 197 до 264.

Сопоставляя подземные воды одновозрастных горизонтов на трех промысловых участках, следует отметить, что они относятся к одному хлор-кальциевому типу. Эти воды являются везде высококонцентрированными, но отличаются между собой по степени минерализации и химическому составу, что объясняется различными структурными условиями и неодинаковыми глубинами их залегания (табл. 43).

На Доссоре, так же как и на других месторождениях, наблюдается четкая взаимосвязь между физико-химическими свойствами нефти и минерализацией пластовых вод нефтяных горизонтов. Так, в Восточном Доссоре средний удельный вес нефти (*г/см*^{3}) составляет: для лингуловой свиты 0,89, для нижней угленосной — 0,877 и для песчано-глинистой — 0,8707. Средняя минерализация подземных контурных вод соответственно равна (*г/л*): 105, 170 и 240.

Таблица 43

Минерализация подземных вод месторождении Доссор

Толща	Месторожденне	Интервал, *м*	Минерализация, *г/л*
Нижняя угленосная свита	Восточный Доссор	105—145	170
	Северный Доссор	236—254	195
Песчано-глинистая свита	Восточный Доссор	170—235	240
	Северный Доссор	280—327	230

Месторождение Тентяксор находится в 95 *км* к юго-востоку от г. Гурьева и приурочено к солянокупольной структуре, вытянутой с юго-востока на северо-запад. В этом же направлении через весь купол протягивается грабен, разделяющий месторождение на юго-западную и северо-восточную части, состоящие из четырех полей: юго-западного, южного, северо-западного и восточного. Промышленная нефтеносность связана только с северо-западным полем Северо-Восточного Тентяксора. Здесь контурные пластовые воды приурочены к среднеюрской песчано-глинистой свите, представленной глинистыми мелко- и тонкозернистыми песками мощностью 5—15 *м*. Напорный водоносный горизонт вскрыт в южной присводовой части участка на глубине 312—338 *м*, а в северной части — на 364—480 *м*. Статические уровни вод в 1964 г. установились на 53—108 *м* ниже устья скважин, а в 1962 г. — на 322—378 *м*. Начальное пластовое давление составило 39 *ат*, а в 1961 г. оно уменьшилось до 7,6 *ат*.

Подземные воды среднеюрского горизонта (обычно бессульфатные или слабосульфатные) имеют минерализацию 225—303 *г/л*, которая возрастает к северу. Увеличение минерализации происходит за счет накопления в подземных водах хлористого натрия при незначительном содержании остальных компонентов, особенно кальция и магния. При росте общей минерализации до 60 *г/л* прирост кальция составляет только 0,5 *г/л*, а магния — 0,6 *г/л*, тогда как ионы хлора и щелочей увеличиваются соответственно на 34 и 25 *г/л*. В процессе эксплуатации растет минерализация и уменьшается количество сульфатов в водах.

По мере увеличения минерализации вод с глубиной происходит снижение удельного веса нефти от 0,85 до 0,845 *г/см*^{3}.

Месторождение Тажигали расположено в прибрежной полосе Каспийского моря, в 20 *км* к западу от промысла Каратон и приурочено к соляному куполу с глубоким залеганием свода соляного ядра (1700—2400 *м*). Месторождение характеризуется пологим наклоном надсолевого комплекса отложений, в котором выделяются: западное и восточное (относительно опущенное) крылья и грабен.

Промышленная нефтеносность на восточном крыле связана с сеноманскими и неокомскими отложениями, а на западном — с альбскими и среднеюрскими. Все нефтяные залежи подпираются пластовыми водами и работают на водонапорном режиме, за исключением неокомского горизонта, режим которого является газоводонапорным.

Довольно мощный водоносный горизонт (эффективная мощность 2—19 *м*), подстилающий нефтяную залежь, выделяется в кровле средней юры западного поднятого крыла структуры. Водовмещающими породами являются мелко- и среднезернистые пески с прослоями песчаников, залегающие на глубине 955—1009 *м*. Общая пористость их варьирует от 27 до 31,8% при эффективной пористости 16—28% и проницаемости до 760 *мд*.

Пластовые воды промыслового участка западного крыла месторождения обладают большим напором, первоначальное пластовое давление составляло 109,5 *ат*. Скважины, вскрывшие горизонт, фонтанируют. Воды имеют высокую минерализацию, в среднем 201 *г/л*. Они почти бессульфатные (коэффициент сульфатности в среднем 0,001), хлор-кальциевые с небольшим преобладанием радикалов иона кальция над магнием (их отношение 1,1) и высокой степенью метаморфизации (отношение щелочей к хлору 0,88). По площади участка минерализация подземных вод горизонта возрастает с северо-востока на юго-запад, кроме того, она увеличивается с глубиной. Так, средняя минерализация пластовых вод средней юры на глубине 949 *м* (западное поле месторождения) составила 201 *г/л*, а на глубинах 1813 и 1898 *м* (восточное поле) соответственно возросла до 212 и 248 *г/л*. В том же направлении происходит уменьшение удельного веса нефти.

Воды триасового водонефтяного комплекса выделены и описаны в пределах нефтяных месторождений Эмбы (Макат, Сагиз, Искине, Кульсары, Косчагыл. Мунайли) и восточной прибортовой части Прикаспийской впадины (Кенкияк, Шубаркудук, Джаксымай, Акжар). Они приурочены к песчаным и песчаниково-галечниковым горизонтам верхнего и нижнего триаса, прослеживающегося на глубинах 115—300 *м* в региональных структурных поднятиях и поднятиях тектонических блоков отдельных месторождений (Макат, Сагиз, Искине, Косчагыл). Водонефтяные залежи связаны с горизонтами мелко- и среднезернистых песков и песчаников.

Мощность отдельных горизонтов и прослоев варьирует от 5—8 до 14—16 *м*. Пористость песков и песчаников продуктивных горизонтов изменяется от 10—19 на Эмбе до 15—27% на востоке (Кенкияк). Проницаемость их для двухфазной жидкости (нефть+вода) колеблется от 10 до 455 *мд* на юге (Эмба) до 60—715 *мд* на востоке (прибортовая часть впадины).

Месторождение Искине расположено в 65 *км* к востоку от г. Гурьева и связано с солянокупольной структурой сложного строения. Соляное ядро осложнено четырьмя выступами, вытянутыми в северо-западном, северо-восточном, юго-восточном и западном направлениях. В соответствии с морфологией соляного ядра надсолевые отложения грабенами разделены на четыре обособленных крыла: юго-западное (Южное Искине), северо-западное, северо-восточное и восточное (Северное Искине).

Промышленная нефтеносность месторождения связана с отложениями нижнего мела и триаса. Здесь как нефтяные залежи, так и пластовые контурные воды экранированы крутым склоном соляного ядра.

Подземные воды триасовых горизонтов, контактирующие с нефтяными залежами, приурочены к мелкозернистым пескам верхнего и нижнего его отделов. Суммарная мощность водонефтяных горизонтов варьирует от 10—15 *м* в присводовых частях купола до 30—40 *м* на его крыльях. Глубина их залегания изменяется от 340 до 968 *м*. Средняя общая пористость песков составляет 27% при эффективной пористости 19%.

В начальный период эксплуатации водонефтяной горизонт имел газоводонапорный режим, при этом пластовое давление достигало 100 *ат*. Почти все скважины непродолжительное время фонтанировали, но в настоящее время господствует гравитационная фаза.

Подземные воды, оконтуривающие нефтяные залежи триаса, хлор-кальциевые почти бессульфатные с минерализацией от 252 до 287 *г/л*. Минерализация увеличивается по направлению от сводовой части к крыльям структуры и с глубиной. Так, в западной приконтурной зо-

не, в скв. 255 (820—844 *м*) она составляет 258 *г/л*, в центре участка увеличивается до 276 *г/л*, в восточной приконтурной части достигает 282 *г/л*.

При минерализации вод до 265 *г/л* магний преобладает над кальцием, а при более высокой минерализации, наоборот — кальций доминирует над магнием. Коэффициент метаморфизации вод составляет 0,83—0,97.

Месторождение Макат — одно из старейших нефтяных месторождений Эмбы, расположено в 130 *км* к северо- востоку от г. Гурьева и приурочено к обширной солянокупольной структуре Макат-Бляули, имеющей весьма сложное строение. Ядро ее протягивается с юго-востока на северо-запад, дугообразно прогибаясь в плане на северо-восток. В наиболее поднятой южной и центральной частях купола соль залегает на глубине 200—300 *м*, погружаясь в северо-западном направлении до 500 *м*.

Основными эксплуатационными объектами Маката являются среднеюрские и верхнетриасовые горизонты Северного, Юго-Восточного и Южного Маката, где эксплуатационные нефтяные залежи оконтуриваются пластовыми подземными водами.

Триасовый водоносный комплекс приурочен к песчано-галечниковой свите верхнего триаса на всех трех промысловых участках. Среди них наименьшие глубины пластовых контурных вод отмечаются на Южном Макате. Здесь в начальный период разработки нефтяных залежей режим пласта носил газоводонапорный характер в отличие от других участков, где пласты имели в основном водонапорный режим. Однако в настоящее время почти всюду устанавливается гравитационный режим с замедленным темпом продвижения контурных вод в сторону нефтяных залежей.

На Южном Макате, где пластовые воды наиболее близко залегают к дневной поверхности, они имеют минерализацию 226—261 *г/л*, низкую сульфатность (около 0,05) и высокую степень метаморфизации (в среднем 0,914).

Пластовые контурные воды песчано-галечниковой свиты верхнего триаса наиболее глубоко (530—545 *м*) залегают на Северном Макате. Здесь суммарная мощность водоносных (в основном мелкозернистых песков) составляет 9—10 *м*, пористость их достигает 30%, а проницаемость — 117 *мд*. Воды в них напорные.

Минерализация воды в пласте Северного Маката колеблется от 226 до 332 *г/л*, увеличиваясь от сводовой части к контуру нефтеносности и с глубиной.

На Юго-Восточном Макате напорные подземные воды, залегающие в разнозернистых песках на глубине 514—539 *м*, оконтуривают нефтяную залежь на сравнительно большой площади. Пьезометрические уровни располагаются ниже дневной поверхности.

Минерализация пластовой воды на этом участке изменяется от 236 до 292 *г/л*, увеличиваясь к востоку в сторону водонефтяного контакта. При эксплуатации контурных вод вследствие более интенсивного движения пластовых вод она уменьшается.

Воды эти почти бессульфатные (коэффициент сульфатности 0—0,007), в небольшом количестве сульфаты обнаружены в скважинах, расположенных на крыльях купола. Коэффициент метаморфизации вод изменяется от 0,89 до 0,91. Среди газовых компонентов преобладают углеводороды (от 84,7 до 97,4) и метан.

Различия структурных и гидрогеологических условий каждого промыслового участка обусловливают различие физико-химических свойств нефти. По мере роста минерализации вод с глубиной уменьшается

удельный вес нефти на Северном Макате: от 0,8982 в лингуловом горизонте средней юры до 0,8191 *г/см*^{3} — в песчано-конгломератовом горизонте верхнего триаса при соответствующем изменении средней минерализации контурных вод от 164 до 280 *г/л*.

Месторождение Шубаркудук и Джаксымай расположены на восточной периферии солянокупольной области Прикаспийской впадины, в 70—98 *км* к западу и северо-западу от г. Темира. Характерной особенностью структуры куполов является большая их раскрытость. Основная промышленная нефтеносность здесь связана с отложениями нижнего триаса. Нефтяные залежи встречены также в нижне- и среднеюрских отложениях.

В толще водонефтяных отложений нижнего триаса Шубаркудукского и Джаксымайского месторождений выделяются два основных горизонта: верхний и нижний.

Верхний нижнетриасовый горизонт вскрыт рядом скважин на южном крыле Шубаркудукской, а также в северной и центральной частях северо-западного крыла Джаксымайской структуры. Горизонт представлен мелкозернистыми песками и песчаниками с мощностью отдельных слоев от 8—10 до 20—26 *м*. Подземные воды в них вскрыты на глубинах от 260—400 (Шубаркудук) до 480—600 *м* (Джаксымай). Минерализация вод соответственно изменяется от 30,5—38,7 до 79,8—85,4 *г/л*. Возрастание ее величины так же, как и степени метаморфизации (от 0,92 до 0,87), устанавливается в южном направлении на Шубаркудукском месторождении, в западном и юго-западном — на Джаксымайском. В процессе эксплуатации нефтяного пласта минерализация вод уменьшается в результате поступления законтурных пластовых вод.

Нижний нижнетриасовый водонефтяной горизонт, приуроченный к мелко- и среднезернистым пескам и песчаникам, залегает на глубинах от 326—420 на Шубаркудуке до 610—640 *м* на Джаксымае. Минеции (от 0,982 до 0,87), устанавливается в южном направлении на Шубаркудуке и от 98,9 до 238 *г/л* — на Джаксымае. Максимальная минерализация воды фиксируется в северной и северо-восточной частях Шубаркудука и на юго-западном погружении северо-западного крыла Джаксымая. Воды всюду хлор-кальциевые слабосульфатные (коэффициент фильтрации 1,1—1,15), метаморфизованные (коэффициент метаморфизации 0,91—0,93). В связи с длительностью эксплуатации водонефтяного горизонта и интенсивного поступления посторонних вод, содержание микроэлементов в нем в настоящее время невысокое.

Месторождение Кенкияк расположено в восточной прибортовой части Прикаспийской впадины. Нефтяные залежи здесь приурочены к мезозойским отложениям сводовой части соляного купола. На северном и южном крыльях купола нефтяные залежи по падению отложений переходят в водоносные горизонты и подпираются подошвенными и контурными водами. Последние приурочены к песчаным отложениям аптского, барремского и готеривского ярусов, нижнего мела, средней и нижней юры и нижнего триаса (ветлужская серия).

В нижнетриасовой толще содержатся три водоносных горизонта, приуроченные к песчаникам и пескам. Верхний из них мощностью 5—16 *м* расположен в основании акжарской свиты. Открытая пористость песков и песчаников горизонта составляет 20,6—27,1%, проницаемость не более 382 *мд*. Воды преимущественно хлор-кальциевые с минерализацией 16,9—104,3 *г/л* и повышенным содержанием хлора (до 59,1). Кроме того, в них содержатся (*г/л*): сульфаты — 2,3, натрий — 37,7, кальций — 1,6. Коэффициент метаморфизации этих вод составляет 1,2—0,9. Водоносный горизонт вскрывается на глубине от 375 до 680 *м* и содержит напорные воды со статическим уровнем 21—53 *м*.

Средний водоносный горизонт располагается в кровле отложений соркульской свиты и приурочен к песчаникам мощностью 5—12 *м* с открытой пористостью 11,8—23,9% и проницаемостью 80—230 *мд*. Воды в них гидрокарбонатно-натриевые и хлор-магниевые с минерализацией 23,1—11,5 *г/л*. Коэффициент метаморфизации вод изменяется от 1,2 до 0,9. Воды напорные, в зависимости от структурного положения они вскрываются на глубине от 387 до 610 *м*, а их статический уровень устанавливается на глубине 38—56 *м* от поверхности земли.

Нижний водоносный горизонт залегает в основании отложений нижнего триаса (подошва соркульской свиты) в толще песчаников с прослоями конгломератов мощностью в 8—18 *м*. Открытая пористость их колеблется от 8,4 до 20,6%, а проницаемость обычно не превышает 70—80 *мд*. Воды преимущественно хлор-кальциевые с минерализацией 31—188,6 *г/л*. Коэффициент метаморфизации вод 0,8—0,9. В зависимости от структурного положения на куполе водоносные горизонты вскрываются на глубине от 402 до 813 *м*, а пластовая температура вод изменяется от 19 до 41° С. Воды напорные, статические уровни их устанавливаются на глубине 6,5—51 *м*.

Актюбинское Приуралье. Признаки нефтегазопроявлений в разрезе Актюбинского Приуралья отмечены в интервале от верхнего карбона до верхней перми, но наиболее значительные нефтегазопроявления приурочены к подсолевым образованиям. Многочисленные признаки нефти и скопления газа помимо их естественных выходов обнаружены скважинами в разных антиклинальных структурах. В Александровской, Борлинской и Петропавловской антиклиналях газопроявление с суточным дебитом газа 230—3000 $м^3$ было обнаружено в верхнем карбоне. Наиболее значительные газопроявления отмечены в артинских и сакмарских отложениях нижней перми в пределах Петропавловской, Жилянской и Актюбинско-Биштамакской структур. Так, на Петропавловской площади получен газ с дебитом 8—10 тыс. $м^3/сутки$ при испытании интервала 1362—1375 *м*. Газовыделение с меньшими дебитами (600—2600 $м^3/сутки$) получено здесь и в интервалах 1051—1078, 995—1034, 860—948 *м*. На Жилянской площади, при испытании скважины Г-4 (интервал 626—638 *м*) получен приток газа с дебитом 5—6 тыс. $м^3/сутки$. Здесь же, в артинских отложениях, на площади 25 $км^2$ выявлена нефтяная залежь с удельным весом нефти 0,889 $г/см^3$. Нефтяной горизонт с небольшим притоком легкой нефти (уд. вес 0,84—0,854 $г/см^3$) вскрыт в самой верхней части артинских отложений в пределах Актюбинских структур. На всех структурах нефтегазоносные горизонты оконтуриваются пластовыми напорными водами, придавая им водонапорный или газонапорный характер.

По данным структурных и глубоких разведочных скважин подземные воды выделены в Петропавловской, Жилянской и Актюбинско-Биштамакской структурах. Здесь отмечены три наиболее выдержанных водонефтегазоносных горизонта и несколько горизонтов, имеющих локальное развитие.

Верхний водонефтегазоносный горизонт в пределах всех трех нефтеносных структур приурочен к верхней наиболее мощной толще артинских отложений, состоящих из тонко- и крупнозернистых песчаников, участками переходящих в гравелистые разности с прослоями алевролитов и аргиллитов. Общая мощность горизонта 65—100 *м*. В сводовых частях структур он залегает на глубине 320—500 *м*, в краевых обрамлениях Петропавловской и Жилянской структур на глубине 550—1020 *м*, на Актюбинско-Биштамакской площади на глубине 1800—2600 *м*.

Минерализация подземных вод верхнего горизонта изменяется от 15—20 *г/л* на Петропавловской и 20—25 *г/л* — на Жилянской до 78—123 *г/л* — на Актюбинской площадях при относительно низком содержании гидрокарбонатов (в среднем 0,2 *г/л*). Воды преимущественно хлор-кальциевые с явным преобладанием кальция над магнием. Коэффициент метаморфизации 0,76. Коэффициент сульфатности — от 0,12 до 1,16.

Следующий водонефтяный горизонт в пределах Петропавловской и Жилянской структур в разрезе артинских отложений приурочен к средней его части. Вмещающие воду и нефть породы представлены мелко- и среднезернистыми песчаниками мощностью от 15—20 до 30—40 *м*, залегающими на глубинах от 460—600 *м* в центральных частях антиклиналей до 700—1650 *м* в их краевых обрамлениях. К верхней части горизонта в разрезах некоторых скважин встречены значительные нефте- и газоносные залежи, создающие в пласте газоводонапорный режим. Минерализация подземных вод этого горизонта изменяется от 17 до 22 *г/л* — в Петропавловской и от 21 до 38 *г/л* — в Жилянской структурах. По химическому составу эти воды почти не отличаются от вод верхнего горизонта.

Среди водогазоносных горизонтов сакмарских отложений наибольший интерес представляет горизонт, приуроченный к верхней части этих отложений. Он состоит из разнозернистых песчаников и гравелитов с прослоями алевролитов и аргиллитов, вскрытых в пределах Петропавловской структуры. Этот горизонт здесь залегает на глубине 870—930 *м*, в центральной части структуры имеет мощность 15—60 *м*. В верхней части горизонта отмечено значительное газовыделение. Минерализация содержащихся в нем подземных вод изменяется от 22 до 32 *г/л* (в среднем 28,5 *г/л*). Сульфатность вод варьирует от 0,8 до 1,9 (в среднем 1,3). По составу воды хлор-магниевые с явным преобладанием магния над кальцием.

В пластовых водах указанных горизонтов в составе газов преобладает метан (75—86%).

Северо-Западное Приаралье. Буровыми и сейсморазведочными работами в Северо-Западном Приаралье выявлены газоносные структуры (поднятия): Базайская, Аккулковская, Кзылойская, Тассойская. Подземные воды газоносных горизонтов изучены в пределах Базайского поднятия, которое небольшой седловиной разделено на два дополнительных поднятия: Жаманкоянкулакское (на юге) и Жаксысоянкулакское (на севере). Газовые залежи здесь приурочены к пачке алевритов, мелко- и среднезернистых песков кумского горизонта верхнего эоцена мощностью 10—35 *м*, который в зависимости от структурных условий залегает на глубине от 315—335 до 400—420 *м*. Полная пористость песков составляет 30,6—44,9%, а открытая 27,2—43,7% при проницаемости 210—780 *мд*. В контуре газовых залежей газонасыщенность песков составляет 83—87 %с содержанием остаточной воды 13—17%. Открытая пористость алевритов равна 35% при газонасыщенности 74—77%.

Газоносные залежи Базайского месторождения контактируют с напорными подземными водами. Дебиты скважин составляют 20—30 $м^3$/*сутки* при понижении уровня воды на 100—200 *м*. После опробования уровень воды быстро восстанавливается, что свидетельствует о хороших коллекторских свойствах водовмещающих пород. Подземные воды напорные, пластовое давление равно 35,4—39 *ат*.

Пьезометрические уровни подземных вод кумского горизонта снижаются в юго-восточном направлении. В том же направлении погружаются газоводяные пласты. Такой наклон пьезометрической поверх-

ности и смещение газовых залежей Базайского месторождения в юго-восточном направлении связаны с напором законтурных вод, области питания которых расположены на прибортовых участках Шошкакольской мегантиклинали. Само Базайское поднятие расположено в зоне транзита подземных вод кумского горизонта, разгружающихся в Аральском море. Скорость движения подземных вод, рассчитанная по формуле Дарси, составляет на площади Жаксыкоянкулак 0,9 *м/год* и Жаманкоянкулак 1,4 *м/год*. Гидравлический уклон на площади Жаксыкоянкулак равен 0,18 *ат/км*, а на Жаманкоянкулак — 0,2 *ат/км*.

Подошвенные и контурные воды кумского горизонта имеют минерализацию 60,1—65,6 *г/л* и плотность 1,0387—1,0465 *г/см*^{3}. Они относятся к хлор-кальциевому типу и характеризуются содержанием (*г/л*): хлора от 33,6 до 39,5, натрия 16,8—19,3, кальция 1,9—2,7 и магния 1,2—1,5. В них содержатся (*мг/л*): калий 194,9—262,3 и аммоний 100—120. Пластовая температура вод изменяется от 25 до 29° С.

Воды кумского горизонта содержат в своем составе растворенные газы и отличаются высокой газонасыщенностью. Количество растворенного газа изменяется от 619 до 692 *см*^{3}*/л*, причем величина его в законтурных водах ниже, чем в подошвенных. В составе растворенных газов преобладает метан (90,1—96,8%). Тяжелые углеводороды представлены этаном (до 0,23%). Азот имеет подчиненное значение, его концентрация не превышает 2—6,7%, по генезису он в основном биогенный. Содержание углекислого газа не превышает 1—2%. Среди водорастворенных газов отмечается и водород, количество которого изменяется от долей до 1,4%. Содержание редких газов незначительное: гелия 0,001—0,025%, аргона 0,027—0,114%.

Упругость растворенных газов изменяется в пределах 31—35 *ат*. Парциальная упругость метана вместе с этаном составляет 25,6 *ат*, а азота не превышает 4,4 *ат*. Коэффициент насыщения подземных вод газами (отношение упругости газа к пластовому давлению) для Жаксы- и Жаманкоянкулакских залежей изменяется от 0,83 до 0,94, т. е. упругость растворенных газов здесь ниже пластовых давлений, что указывает на завершающий этап в формировании газовых залежей.

Коэффициент метаморфизации вод 0,77—0,75, а коэффициент сульфатности изменяется от 0,01 до 0,03, что свидетельствует о высокой метаморфизованности вод, находящихся в условиях затрудненного водообмена. Хлор-бромный коэффициент колеблется от 223 до 356, а отношение кальция к магнию не превышает 1,11.

Абсолютный возраст пластовых вод кумского горизонта на Базайском поднятии, вычисленный по гелий-аргоновому методу, укладывается в период времени 13—25 млн. лет и по геохронологической схеме соответствует миоцену, т. е. возраст пластовых вод несколько моложе возраста водовмещающих отложений. Это, несмотря на незначительную степень промытости кумского горизонта, свидетельствует об инфильтрационном происхождении подземных вод. Возраст водорастворенных газов может быть сопоставлен с возрастом свободных углеводородных газов в нефтяной залежи, вычисленным с помощью гелий-аргонового метода и равным 12—25 млн. лет. Синхронность растворенных в подземных водах и свободных газов Базайского месторождения позволяет сделать вывод об их генетическом родстве.

Южный Мангышлак. В настоящее время на Южном Мангышлаке открыты крупнейшие нефтегазоносные месторождения: Узень, Жетыбай и Тенге. Кроме того, выявлена промышленная перспективность месторождения Карамандыбас.

Указанные месторождения расположены в пределах Жетыбай-Узеньской структурной зоны: Жетыбайское на западном ее обрамлении,

Узеньское — на северо-восточном, Тенгизское — на юго-восточном. Узеньская структура оконтуривается изогипсой 850 *м* по подошве неокома, охватывая площадь до 140 *км*^{2}, а Жетыбайская — изогипсой 1275 *м* (площадь около 100 *км*^{2}), Тенгизская структура оконтуривается по кровле неокома изогипсой 1250 *м* и имеет площадь около 50 *км*^{2}.

В изученной части разреза Узеньского месторождения выделено 9 промышленных газоносных горизонтов в основном в отложениях нижнего мела и 15 нефтегазоносных и нефтеносных — в средней юре. В разрезе Жетыбая выделено 2 газоносных (верхняя юра и верхи средней юры) и 12 нефтеносных (средняя юра) горизонтов, а в разрезе Тенге — 3 газоносных и 2 нефтеносных (средняя юра) горизонтов. Все нефте- и газоносные залежи имеют пластовый сводовый характер и оконтуриваются пластовыми подземными водами.

Воды газоносных горизонтов нижнего мела и верхней юры приурочены к ритмично чередующимся пластам мелкозернистых песков, песчаников и алевролитов, распространенных в пределах Узени (нижний мел и верхняя юра) и Жетыбая (верхняя юра). Мощность отдельных песчаных горизонтов изменяется от 8 до 39 *м*.

Пластовые воды, залегающие в указанных интервалах в контуре водоносных залежей, напорные. Минерализация их в пределах Жетыбайского месторождения изменяется от 23,6 до 134,6 *г/л*, а Узеньского от 9,8 до 126 *г/л*. Наблюдается определенная гидрогеохимическая зональность, выражающаяся в последовательном росте минерализации и других компонентов подземных вод с глубиной (от молодых к более древним по возрасту горизонтам).

Содержание гидрокарбонатов и сульфатов с глубиной, наоборот, уменьшается. Так, на месторождении Узень содержание сульфатов в альбских горизонтах достигает 3025 *мг/л*, в неокомских уменьшается до 957 *мг/л*, а в верхнеюрских не превышает 150 *мг/л*.

Воды нефтегазоносных горизонтов средней юры также приурочены к пластам мелкозернистых песков, песчаников и алевритов мощностью от 16—20 до 50—75 *м* в отдельных горизонтах. Глубина залегания этих вод во вскрытой части средней юры колеблется: от 1212 до 1500 *м* на Узени, от 1888 до 2132 *м* на Тенге и от 1866 до 2677 *м* на Жетыбае.

Подземные воды среднеюрских нефтегазоносных горизонтов на всех месторождениях более минерализованы, чем воды нижнемеловых и верхнеюрских горизонтов (117—178 *г/л*). На Жетыбайском месторождении минерализация вод устанавливается в пределах 117—165 *г/л*, на Тенгинском — от 133 до 178 *г/л* и на Узеньском от 124 до 152 *г/л*.

Подземные воды нефтегазоносных горизонтов Узень-Жетыбайской зоны сильно метаморфизованы в процессе движения их от области питания, находящейся на обрамлении Каратуской и Бекебашкудукской мегантиклиналей. Показателем общей метаморфизованности подземных вод является их удельный вес, который зависит от содержания растворенных в воде минеральных солей, органических веществ, растворенных газов, спонтанных газов и других компонентов. Удельный вес подземных вод меловых и юрских отложений по нефтегазовым месторождениям Узень и Жетыбай увеличивается с глубиной, а юрских горизонтов месторождения Тенге изменяется в пределах 1,073—1,121 *г/см*^{3}.

Для характеристики гидродинамических условий отдельных продуктивных горизонтов использованы данные, полученные при испытаниях скважин на водоприток, и, в частности, наблюдения за восстановлением уровня.

Выделяемые по интенсивности восстановления уровня водоносные горизонты и комплексы могут быть маркированы по коэффициентам

продуктивности. Так, на месторождении Узень водоносные горизонты мелового этажа имеют величины продуктивности 0,01—5,35 *м³/сутки · ат*. По коэффициентам продуктивности выделяются три группы горизонтов, в пределах: единичных, десятых, сотых долей *м³/сутки · ат*.

В интервале юрского этажа месторождения Узень коэффициенты продуктивности изменяются от 0,73 до 24 до 24,13 *м³/сутки · ат*, причем в 16 случаях из 23 пределы ограничиваются 1,0—7,5 *м³/сутки · ат*.

Институтом геологии и геофизики (В. Б. Колпаков и др.) установлено, что в гидродинамическом отношении мезозойский этаж Мангышлака характеризуется движением подземных вод с северо-востока на юго-запад. В этом направлении идет метаморфизация подземных вод и изменение гидрогеохимических процессов в водонефтяных и водогазовых горизонтах.

В пределах Узень-Жетыбайских структурных зон отмечается вертикальная гидрохимическая зональность.

Воды неокомского и аптского горизонтов отличаются повышенной минерализацией (от 18,3 до 27,3 *г/л*) и относятся к хлор-магниевым в верхней зоне и к хлор-кальциевым — в нижней зоне. Следует считать аномальным повышенное содержание сульфат-иона до 38—62 *мг-экв/л* (Жетыбай) и 45,6 *мг-экв/л* (Узень).

Подземные воды юрского этажа имеют резко повышенную минерализацию по отношению к водам меловых отложений.

Подземные воды повсеместно отличаются высокой минерализацией и хлор-кальциевым типом при восстановительной природной среде. Наблюдается увеличение минерализации от верхних горизонтов к нижним и по направлению движения подземных вод в юго-западном направлении. Предельной степенью минерализации для Узени является 69—161 *г/л*, для Карамандыбаса — 113—164 *г/л*, Жетыбая — 136—170 *г/л*, Тенге — 165—178 *г/л*.

Газонасыщенность подземных вод увеличивается с глубиной. Для среднеюрского комплекса Жетыбая она варьирует от 1500—2000 *см³/л* на глубине 2600—2650 *м* и до 600—700 *см³/л* в интервале 1900—2000 *м*; на Узене среднеюрский комплекс отличается меньшей газонасыщенностью — до 400—780 *см³/л*. Основным компонентом газового состава является метан, содержание которого достигает 70—90%. Содержание азота колеблется от 4 до 25%. Тяжелые углеводороды присутствуют в количествах, не превышающих 10%. Большими давлениями насыщения отличаются юрские водоносные горизонты Жетыбай и Тенге.

Температура воды увеличивается от 16,8° С (в нейтральном слое на глубине 60 *м*) до 105° С (на глубине 2600 *м*), величина геотермического градиента равна 3,48—3,5°. Согласно сводным данным по термозамерам можно сделать вывод о медленном нарастании температур с глубиной на Узени, несколько большем на Жетыбае и наиболее быстром на Тенге. Это объясняется тем, что на Узене, несмотря на более высокое положение фундамента-носителя тепла для осадочных покровов, в меловом горизонте присутствуют низкопроводящие глубинное тепло водогазоносные горизонты. Наибольшая средняя геотермическая ступень на Узени равна 37 *м*/° С и приурочена к верхнему мелу, наименьшая — 24,2 *м*/° С относится к нижнеальбскому подъярусу.

В распределении органических веществ в подземных водах и породах-коллекторах, а также в водоупорных кровлях и подошвах можно установить ряд закономерностей. К ним относится, прежде всего, нарастание содержания битумов в подземных водах от области инфильтрации по направлению движения подземных вод, а также от верхних

водоносных горизонтов к нижним. В этих направлениях изменяется и состав битумов в подземных водах от смолисто-асфальтенового до маслянисто-смолистого, маслянистого и легкого маслянистого. По содержанию различных компонентов намечается закономерное преобладание в разрезе (сверху — вниз) гумусовых веществ и углеводородов. Нафтеновые кислоты характерны для окислительной природной среды. В водоносных горизонтах наблюдается повышенное содержание кислых битумов. В процессе формирования водоупорных глинистых толщ в условиях их насыщенности высокоминерализованными рассолами захоронилась первичная органика. Последующий процесс диагенеза сопровождался метаморфизацией и образованием углеводородов. Высокая дисперсность глинистых пород благодаря капиллярному эффекту вызвала на контактах с горизонтами-коллекторами миграцию углеводородов из водоупоров. Первичные углеводороды мигрировали в горизонты-коллекторы и в дальнейшем подчинялись природной обстановке и гидродинамике в этих горизонтах.

В заключение приведенного описания и сравнительного анализа гидрогеологических условий нефтегазовых месторождений Западного Казахстана следует отметить, что месторождения нефти и газа и основные пункты нефтегазопроявлений приурочены к песчаным коллекторам положительных структур палеозойского и мезозойского возрастов. Значительные нефтегазопроявления в верхних горизонтах верхнего палеозоя установлены в восточной прибортовой части Прикаспийской впадины — в Куисайской и Кенкияк-Мортукской зонах. В остальных частях Прикаспийской впадины, а также в Северо-Западном Приаралье и на Южном Мангышлаке нефтегазовые залежи известны лишь в мезозойских отложениях.

Указанные особенности пространственного распределения нефтегазоносных залежей определяют их гидрогеологические условия. В то время как подземные воды нефтяных месторождений центральной части Прикаспийской впадины (Макат, Доссор, Байчунас, Искине, Корсак и др.) приурочены к нижней гидродинамической зоне весьма замедленного водообмена и имеют очень высокую минерализацию (от 100 до 300 *г/л* и более), в краевых частях этой впадины (Кенкияк, Мортук и др.) воды нефтегазовых пластов залегают в зонах относительно лучшего водообмена, где содержание сухого остатка изменяется от 10 до 120—180 *г/л*.

Для обеих групп месторождений характерно увеличение минерализации подземных вод с глубиной. Так, если в верхних горизонтах нижней перми Жилянской структуры (Актюбинское Приуралье) содержание солей в пластовых водах не превышает 20—25 *г/л*, то в нижних горизонтах оно достигает 32—38 *г/л*.

В пределах месторождения Узень (Южный Мангышлак) подземные воды нефтегазоносных пластов нижнего мела имеют минерализацию 15—30 *г/л*, в то время как минерализация вод средней юры достигает 125—155 *г/л*, а на структуре Макат (Прикаспийская впадина) не превышает 100—108 *г/л*. Аналогичное явление отмечается почти во всех нефтегазоносных структурах. Таким образом, минерализация подземных вод повышается как с глубиной, так и по площади от бортов к центру нефтегазоносных прогибов.

Подземные воды большинства нефтегазовых месторождений и нефтегазосодержащих пластов характеризуются высокой метаморфизованностью, хлор-кальциевым типом с растворенными в них углеводородными, азотно- или углекисло-азотно-углеводородными газами. Такой состав подземных вод при их залегании в зонах замедленного и весьма замедленного водообмена служит показателем благоприятной обста-

новки формирования и сохранения нефтегазовых залежей. Длительное существование такой обстановки возможно только при наличии в кровле нефтегазовых залежей региональной водоупорной толщи. Роль этой толщи выполняют в Актюбинском Приуралье и Прикаспийской впадине гидрохимические осадки кунгура и глинистые толщи верхней перми, а на Южном Мангышлаке мощные карбонатно-глинистые образования юры и верхнего мела.

В зоне активного водообмена (краевые обрамления прогибов и особенно верхние донефтяные горизонты) пластовые воды имеют небольшую минерализацию при гидрокарбонатно- и сульфатно-натриевом типе. Нефтяные залежи в них встречаются только с окисленной тяжелой нефтью.

Развитие на отдельных участках нефтегазоносных структур (вблизи разломов или тектонически ослабленных зон) более метаморфизованных вод с аномально высокой минерализацией свидетельствует о миграции вод (вместе с ними нефти и газа) из нижних горизонтов в верхние.

Подобное явление встречено в краевой зоне солянокупольной области, т. е. на территории Южно-Эмбенского поднятия и Актюбинского Приуралья, а также на Южном Мангышлаке.

ГЛАВА XVI

ГИДРОГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В недрах Западного Казахстана сосредоточены многочисленные месторождения разнообразных полезных ископаемых. Основными из них являются: 1) рудные (хромиты, никель, железо, медь, марганец, бокситы); 2) химическое сырье (калийные и полигалитовые соли, фосфориты); 3) угли (каменные и бурые).

Рудные месторождения. Группа хромитовых месторождений расположена на севере Актюбинской области и приурочена к ультрабазитам Кемпирсайского массива, где к настоящему времени выявлено свыше 150 месторождений и рудопроявлений.

Подземные воды здесь приурочены к трещиноватым габброидам и ультрабазитам. Интенсивная трещиноватость в них и в рудах распространяется обычно до глубины 100 *м*, ниже трещиноватость уменьшается, и сами трещины заполняются продуктами изменения дунитовых серпентинитов. Последние отличаются наибольшей водообильностью. Воды, связанные с этими породами, выходят в виде родников на склонах долин и оврагов, а в районе месторождений вскрыты скважинами на глубине 10—50 *м*. Расходы скважин изменяются от 0,1 до 1,5 *л/сек* при понижениях уровня на 2—30 *м*. В контактовой зоне массива расходы некоторых родников достигают 4—5 *л/сек*. Однако водообильность пород с глубиной сильно уменьшается и расходы скважин, вскрывших рудную зону на глубинах 400—500 *м*, не превышают 0,2—0,055 *л/сек* при понижениях до 72 *м*. Подземные воды этих пород обладают низкой минерализацией до 1 *г/л* при гидрокарбонатном магниевом составе.

Габброиды слабо трещиноваты и мало водообильны, дебиты водопунктов в них обычно не превышают десятых долей литров в секунду. По минерализации воды пестрые, нередко содержание сухого остатка равно 1—3 *г/л*.

В целом обводненность рудных карьеров невысокая, а большинство месторождений не обводнено. Из обводненных карьеров водоотлив производится периодически из зумпфов, пройденных 3—4 *м* ниже отметки отрабатываемых горизонтов. При этом притоки в карьеры глубиной до 100 *м* достигают 2400 *м*^{3}*/сутки*, а в менее глубокие (40—46 *м*) не превышают 480—720 *м*^{3}*/сутки*. Суммарный водоотлив из всех карьеров месторождений не превышает 3600—4000 *м*^{3}*/сутки*, или 42—46 *л/сек*.

Группа никелевых месторождений приурочена к древней коре выветривания Кемпирсайского массива ультраосновных пород, где разведано 33 месторождения силикатных никелевых руд.

Обводненной здесь является главным образом верхняя зона выщелоченных, сильно выветрелых, трещиноватых до глубины 50—60 *м* серпентинитов и частично рыхлые отложения (охры) коры выветривания. Подземные воды безнапорные. Глубина их залегания в зависимости от гипсометрии рельефа варьирует от 0 до 21 *м*, а движение вод направлено с запада на восток в сторону Орского грабена с уклонами зеркала от 0,000068 до 0,02. Дебиты скважин, заложенных в рудовмещающих породах, изменяются от 0,008 до 3,17 *л/сек* при понижениях на несколько десятков метров, коэффициенты фильтрации водовмещающих пород колеблются от 0,4 до 3,4 *м/сутки*.

Водопритоки в карьеры Батамшинского месторождения составляют зимой — 1800 *м*^{3}*/сутки*, летом — 2700 *м*^{3}*/сутки*, а осенью и весной — до 3600 *м*^{3}*/сутки*. Некоторые мелкие месторождения не обводнены или обводнены слабо.

Воды пресные, гидрокарбонатные магниевые с сухим остатком менее 1 *г/л*.

Железорудные месторождения. На территории Западного Казахстана выявлено четыре месторождения железных руд: Велиховское, Кокбулакское, Кутанбулакское и Джангизтюбинское.

Велиховское месторождение находится на севере Актюбинской области, на южном окончании Центрально-Уральского поднятия. Здесь водоносны палеогеновые, меловые, девонские, силурийские (ультраосновные) и кембрийские (габброидные) породы.

В палеогеновых отложениях обводнены глауконитовые пески, трещиноватые опоки и песчаники, но водообильность их низкая, дебиты родников и колодцев составляют 0,1—0,8 *л/сек*. Подземные воды преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые и натриевые с минерализацией от 0,6 до 1,3 *г/л*.

В меловых отложениях подземные воды заключены в трещиноватых мергелях (верхняя часть) и в разнозернистых кварц-глауконитовых песках нижняя часть). Глубина залегания их изменяется от 4—5 до 7—10 *м*. Расходы родников и колодцев колеблются от сотых долей до 0,8 *л/сек*. По химическому составу эти воды в основном гидрокарбонатно-хлоридные и натриево-кальциевые с сухим остатком 0,4—0,9 *г/л* и иногда более 1 *г/л*.

Трещиноватые ультраосновные породы, слагающие северную часть месторождения, обводнены по трещинам зоны выветривания, которая распространяется от поверхности до глубины 70 *м*. Родники, выходящие из ультрабазитов, обычно имеют дебиты до 3—5 и даже до 7 *л/сек*. Скважины обладают производительностью от 0,2 до 1,7 *л/сек* при понижении уровня на 4,5—33,6 *м*. Минерализация вод ультраосновных пород невысокая от 0,19 до 0,85 *г/л*, по составу воды преимущественно гидрокарбонатные магниевые.

Габброиды и гранитоиды здесь также сильно трещиноваты. Родники, выходящие из габбро, характеризуются дебитами от 0,02 до 0,84 *л/сек*, а колодцы — от сотых долей до 1,1 *л/сек*. Воды пресные

с сухим остатком до 0,6—0,8 *г/л*, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые или натриевые.

При разработке месторождения вода в горные выработки будет в основном поступать из ультраосновных пород и зон разломов, поскольку водообильность основных пород невысокая.

Кокбулакское железорудное месторождение расположено на юге Актюбинской области. Здесь водоносные горизонты приурочены к четвертичным и олигоценовым отложениям. Четвертичные аллювиально-делювиальные отложения в пределах рудной залежи имеют мощность 1—1,5 *м* и слабую водообильность. Дебиты скважин не превышают 0,025 *л/сек*.

Водоносность континентальных олигоценовых отложений связана в основном с рудовмещающими песчано-глинистыми образованиями кутанбулакской свиты среднего олигоцена мощностью от 12—30 до 108 *м* и более.

Северная часть месторождения почти не обводнена. Безнапорные подземные воды здесь местами вскрыты на глубине 8—28 *м* в разнозернистых песках, мощность водоносной толщи не превышает 2—5 *м*. На юге месторождения подземные воды залегают на глубинах 10—15 *м*. Мощность обводненных пород изменяется от 5—10 до 20—35 *м*, а дебиты скважин — от 0,13 до 0,72 *л/сек*, достигая местами 2,02 *л/сек*, при понижениях уровня воды на 1—2 *м*. Коэффициенты фильтрации водовмещающих песков изменяются от 1,7 до 9,8 *м/сутки*.

Минерализация вод пестрая, вверху они пресные гидрокарбонатные натриевые с сухим остатком 0,2—1 *г/л*, внизу — хлоридные натриевые с минерализацией до 28,9 *г/л*. Высокоминерализованные воды развиты в основном в юго-восточной и западной частях Центрального и почти на всей площади Северного участков.

Гидрогеологические условия месторождения благоприятны для открытой разработки. Приток подземных вод в карьер ориентировочно составит 130 *л/сек*. Борьба с водами может осуществляться путем отвода снеготалых и ливневых вод и водоотлива из карьера.

Кутанбулакское месторождение бурых железняков расположено в юго-восточной части Актюбинской области. Рудовмещающими породами являются песчано-глинистые слои кутанбулакской свиты среднего олигоцена мощностью до 40 *м*. Ниже залегают глины чеганской свиты.

Песчано-глинистые породы кутанбулакской свиты хорошо дренированы, и месторождение не обводнено. В незначительных количествах подземные воды встречены в подошве песков свиты мощностью 0,5—1 *м*. Здесь на чинке вытекает родник с дебитом 0,1 *л/сек*. Вода пресная, менее 1 *г/л*, гидрокарбонатная кальциевая.

Кутанбулакское месторождение проектируется разрабатывать открытым карьером, водопритоки ожидаются незначительные.

Месторождение медноколчеданных руд им. 50-летия Октября находится в северной части Актюбинской области, на правобережье р. Ори в ее нижнем течении.

Водоносные породы здесь представлены девонскими трещиноватыми эффузивами кислого и среднего состава и их туфами, диабазами и спилитами. Мощность верхней зоны трещиноватости этих пород достигает 50—60 *м*. Глубина залегания подземных вод в девонских эффузивах колеблется от 4,2 до 22,25 *м*. Дебит скважин от 0,013 до 0,7 *л/сек* при понижениях уровня воды до 31,3 *м*, а коэффициент фильтрации водовмещающих пород от 0,1 до 0,6 *м/сутки*. Движение подземного потока направлено на юго-запад. Минерализация вод не превышает 1 *г/л*, химический состав их преимущественно гидрокарбонатный на-

триевый Приток подземных вод в карьеры предполагается незначительный, борьба с ним возможна обычным водоотливом

Сарлыбайское золоторудное месторождение расположено в центральной части Актюбинской области, на юге Мугоджар Здесь водоносные горизонты приурочены к силурийским эффузивам и изверженным породам Силурийские породы распространены на значительной площади месторождения Водовмещающие породы представлены сильно трещиноватыми диабазами, диабазовыми порфиритами и спилитами, из которых выходит большое количество родников с расходами 0,01—0,3 *л/сек*, в отдельных случаях 1—3 *л/сек* По составу воды пресные гидрокарбонатные натриевые с сухим остатком 0,19—0,36 *г/л*

В интрузивных породах (граниты, гранит-порфиры и габбро) обводнена верхняя трещиноватая зона мощностью до 100 *м* Подземные воды здесь залегают на глубинах от 0 до 20 *м* в зависимости от рельефа местности Дебиты родников характеризуются сезонными колебаниями и в среднем составляют 0,1—0,3 *л/сек*, а в некоторых случаях 1—2 *л/сек* Для сильно трещиноватых и разрушенных интрузивных пород величина коэффициента фильтрации достигает 10,75 *м/сутки* По химическому составу воды пресные гидрокарбонатные кальциевые и натриевые с минерализацией до 0,3—0,5 *г/л* Невысокая водообильность пород позволяет вести разработку месторождения с обычным водоотливом

Марганцевое месторождение Айткокше расположено в Гурьевской области, в центральной части п ова Мангышлак, на северном крыле Чакырганской синклинали На значительной площади руды залегают в кварц-глауконитовых песках и песчаниках верхов среднего олигоцена

Месторождение не обводнено, но в районе его, на участках Сартаган и Каракыз колодцами вскрываются воды аллювиально-пролювиальных и олигоценовых отложений на глубинах от 0,5 до 12 *м* Дебиты колодцев варьируют от 0,02 до 0,8 *л/сек* при понижении уровня воды на 0,5—1,2 *м* Воды солоноватые с минерализацией от 1 до 4,2 *г/л*

Талдык-Ащесайское месторождение бокситов расположено в центральной части Актюбинской области в Южных Мугоджарах Оно приурочено к мульде, сложенной известняками нижнего карбона

В районе месторождения четвертичные, плиоценовые и палеогеновые отложения водоупорные и водопроницаемые, практически безводны

Нижнемеловые отложения представлены водоупорными каолиновыми глинами и глинистыми бокситами Каменистые и полукаменистые бокситы содержат слабоводообильные водоносные горизонты, которые сообщаются с водоносным горизонтом известняков карбона На третьем участке подземные воды в каменистых бокситах вскрыты на глубинах 37—48 *м*, где мощность водоносного горизонта составляет 13—64 *м* Дебиты скважин здесь не превышают 0,017—0,2 *л/сек* при понижениях уровней воды на 2,25—32,1 *м* и при коэффициенте фильтрации водовмещающих пород до 0,28 *м/сутки* По составу воды хлоридно-гидрокарбонатные кальциево натриевые с сухим остатком 0,4—1 *г/л* В период сильных дождей и снеготаяния происходит подъем уровня воды на 0,2—0,48 *м*

Водоносный горизонт известняков карбона, слагающих мульду, залегает на глубине 54—68 *м* При вскрытии их скважинами уровни воды устанавливаются на 39,7—46,3 *м* Величина напора вод от 14,7 до 27,8 *м* Известняки закарстованы, карстовые пустоты в них обычно заполнены щебенисто-дресвяным и глинистым материалом Дебиты скважин изменяются от 1 до 10 *л/сек* при понижении уровня воды до 10,2 *м* Коэффициент фильтрации известняков в зависимости от степени закарсто

ванности варьирует от 0,62 до 20—30 *м/сутки.* Минерализация воды достигает 4 *г/л* при хлоридном натриевом составе.

Водоносный горизонт девонских пород — порфиритов, альбитафиров и их туфов — на большей части площади месторождения залегает под известняками карбона. Подземные воды приурочены к трещиноватой зоне эффузивных пород, которая распространяется и залегает на глубине 38—51 *м.* Дебиты скважин в эффузивах девона в пределах месторождения низкие. Воды по составу хлоридные (сульфатные) натриевые с сухим остатком до 1,7 *г/л.*

Разработка месторождения проектируется карьером с дренажной шахтой. Ожидаемый приток в карьер из известняков и за счет дождевых вод составляет 393 $м^3$/*сутки.*

Месторождение химического сырья. Жилянское месторождение калийных солей расположено в северной части Актюбинской области, в пределах одноименной брахиантиклинальной складки. Здесь подземные воды приурочены к аллювиальным отложениям долины р. Карагалы, а также к юрским, триасовым и пермским породам.

Аллювиальные отложения выполняют современный и древний эрозионный врезы долины Карагалы. Мощность песчано-галечных и суглинистых аллювиальных отложений современной долины составляет 10—15 *м,* древней достигает 30 *м.* В современной долине подземные воды залегают на глубине 0—5 *м,* в древней — на 10—15 *м.* Мощность водовмещающих толщ в современной долине — 6 *м,* в древней — 12 *м.*

В древнем русле р. Карагалы дебиты скважин составляют 10—26 и максимально 31 *л/сек* при понижениях уровня воды до 4,74—6,05 *м.* Средний коэффициент фильтрации водовмещающих песков 78,1 *м/сутки.* Минерализация вод менее 1,5 *г/л,* по составу они преимущественно хлоридные и сульфатные натриевые. В современной долине дебиты скважин достигают 20,6 *л/сек* при понижении уровня до 4,55 *м.* Средний коэффициент фильтрации здесь возрастает до 146,1 *м/сутки.* Подземные воды преимущественно пресные (до 1 *г/л*) по составу сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые.

Юрские отложения обводнены в основном в сводовой части Жилянской антиклинали, где они представлены глинистыми песчано-галечными отложениями мощностью до 10 *м.* Глубина залегания заключенных в них подземных вод колеблется от 3 до 12,3 *м.* Дебиты скважин составляют 1,1 *л/сек* при понижении уровня воды до 7 *м.* Коэффициент фильтрации водовмещающих отложений 0,07—2,1 *м/сутки.* Воды в большинстве случаев соленые с минерализацией до 16,9 *г/л* по составу хлоридные натриевые и гидрокарбонатные натриевые.

В триасовых отложениях, залегающих с несогласием на пермских слоях на крыльях Жилянской антиклинали, обводнены слаботрещиноватые средне- и крупнозернистые песчаники, часто содержащие прослои конгломерата, мощностью 15—68 *м.* Дебиты скважин колеблются от 0,3 до 0,9 *л/сек* при понижениях уровня на 32,7—26,9 *м.* Коэффициенты фильтрации песчаников не превышают 0,0021—0,151 *м/сутки.* Воды пресные и солоноватые с минерализацией 0,22—5,79 *г/л,* по составу сульфатные натриевые, реже хлоридные и гидрокарбонатные натриевые.

Верхнепермские отложения залегают только на крыльях структуры на глубине 200—300 *м.* Среди них водоносны только трещиноватые песчаники и конгломераты большой мощности, которые залегают на глубинах от 0 до 1200 *м.* Статические уровни подземных вод в этих отложениях устанавливаются на глубине до 20,1 *м.* Дебиты скважин

изменяются от 0,22 до 1,43 *л/сек* при понижении уровня до 9,2 *м*. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород 0,009—0,72 *м/сутки*. По химическому составу воды соленые с сухим остатком до 52 *г/л*. По составу хлоридные натриевые. Водоносный комплекс кунгурских отложений представлен песчаниками мощностью до 62 *м*. Глубина залегания кровли водоносных пород достигает 100 *м* при глубине статического уровня 7,53 *м* ниже поверхности земли. Производительность скважин очень низкая до 0,085 *л/сек* при понижении уроня воды до 4,6 *м*. По составу подземные воды в пределах месторождения преимущественно сульфатные кальциевые с минерализацией 1—5 *г/л*.

Артинские песчаники с подчиненными прослоями конгломератов заключают напорные подземные воды, которые вскрыты в интервале глубин 102—1010 *м*. Дебиты скважин достигают 10 *л/сек* и более. Воды соленые с минерализацией от 10 до 25 *г/л*, преимущественно хлоридные и сульфатные натриевые.

Основную опасность при разработке месторождения могут представлять подземные воды надсолевого этажа (четвертичные, юрские, триасовые и верхнекунгурские водоносные горизонты). Для предупреждения затопления рудника необходима тщательная изоляция верхней части шахты в пределах распространения четвертичных, юрских, триасовых и верхнепермских пород — рекомендуется оставлять целик вокруг разведочных скважин и возле тектонических нарушений (надвигов, разломов) и не вскрывать водоносные артинские отложения.

Месторождения фосфоритов расположены в северной части Актюбинской области. Наиболее крупные из них: Богдановское, Коктюбинское, Кандагачское, Карагандинское и Верхне-Карагандинское.

Богдановское месторождение расположено в Алгинском районе Актюбинской области. Здесь продуктивные фосфоритоносные хорошо водопроницаемые отложения сантонского яруса полого падают на юго-запад. Подстилающие их альбские разнозернистые пески (мощностью до 40 *м*) обладают высокой водопроницаемостью. Мощность обводненных альбских песков не превышает нескольких метров (5—20 *м*). Водоупором водоносного горизонта являются плотные глины аптского яруса. Рудная толща на месторождении совершенно сухая.

Коктюбинское, Кандагачское, Карагандинское и Верхне-Карагандинское месторождения расположены в районе ст. Кандагач Актюбинской области. Продуктивная толща их совершенно сухая, подстилается альбскими песками мощностью от 15 до 70 *м*. Залежи фосфоритов находятся в районе Кандагачской и Джурунской мульд, сложенных водоносными песчаными отложениями альба и водоупорными породами верхнего мела. Водоснабжение рудников может базироваться на водах этого горизонта (рис. 79).

Угольные месторождения. Берчогурское месторождение каменного угля расположено в Челкарском районе Актюбинской области и приурочено к Челкарской синклинали. Среди пород, слагающих синклиналь, наиболее водоносны аллювиальные отложения речных долин, породы нижнего карбона (берчогурская свита), верхнего девона и силур-девона.

Аллювиальные отложения в долинах речек Каульджур, Карабулак, Сарысай, Караганды, Акшан-Бакашай представлены песчано-гравийными и глинистыми образованиями мощностью до 6 *м*. Зеркало грунтовых вод в них залегает на небольшой глубине до 2,5 *м*. Дебиты колодцев изменяются от 0,07 до 0,5 *л/сек* при понижении уровня воды до 0,8 *м*. По составу воды пресные, преимущественно гидрокарбонатные кальциевые.

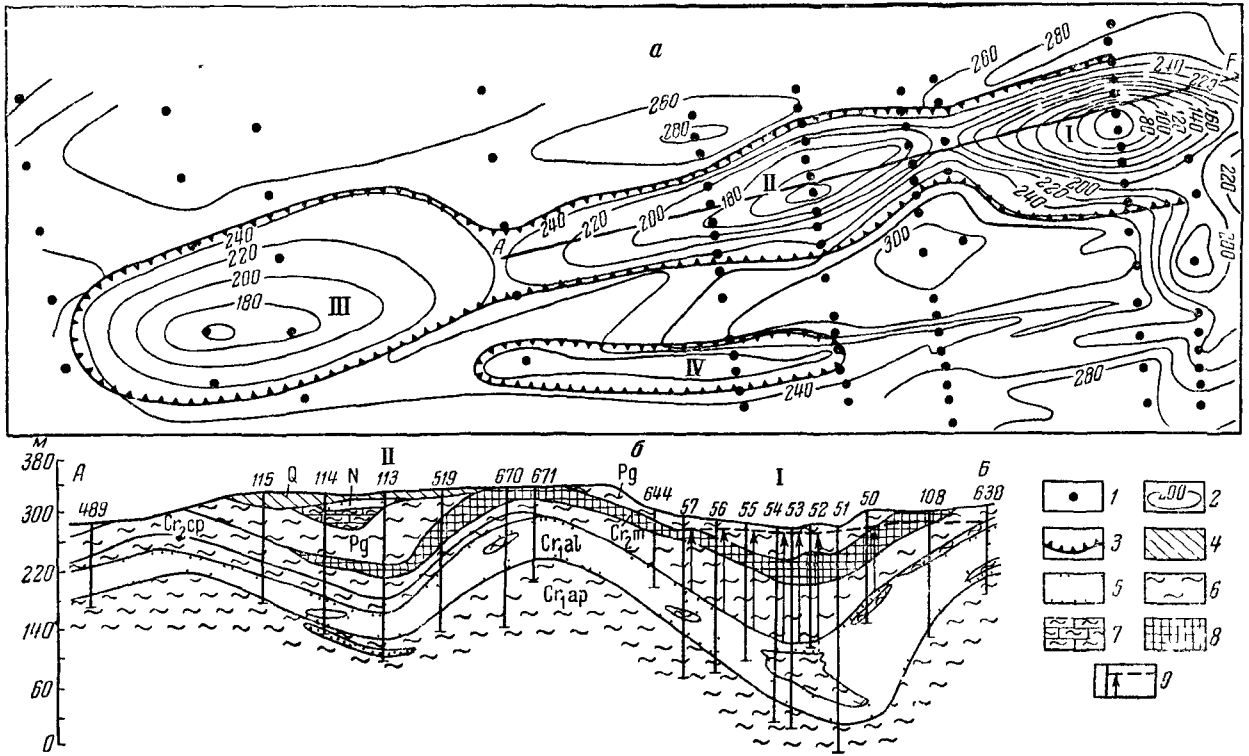


Рис 79 Схема мульд (а) (Сарблакской — I—II—III и Новоукраинской IV) и геологический профиль (*б*) по линии А—Б

1 — пробуренные скважины *2* — гидроизогипсы альб сеноманского горизонта *3* — граница мульды *4* — суглинки *5* — пески *6* — глины, *7* — мергель, *8* — карбонатные породы, *9* — напор воды, пьезометрический уровень

В отложениях берчогурской свиты водоносны трещиноватые песчаники, залегающие в толще глинистых сланцев. Зеркало подземных вод в песчаниках располагается на глубинах от 0 до 30 *м* и погружается к югу. Годовая амплитуда колебания уровня воды достигает 1,4 *м*. Производительность скважин изменяется от 0,1 до 0,5 *л/сек* при значительных снижениях уровней. Максимальные водопритоки в шахты составили 15—16 *л/сек*. В период паводка приток талых вод увеличивает шахтный водоотлив и в июле и августе достигает максимальных величин (до 20—25 *л/сек*). В краевой части Челкарской синклинали развиты главным образом пресные гидрокарбонатные кальциевые воды с сухим остатком 0,3—0,5 *г/л*. К центральной ее части преимущественно приурочены сульфатные воды с сухим остатком до 2—2,1 *г/л*, на площади, перекрытой палеогеном, распространены соленые воды, непригодные для питьевого и технического водоснабжения.

Девонские отложения представлены трещиноватыми метаморфизованными линзовидно залегающими кремнистыми сланцами, конгломератами, песчаниками и известняками мощностью до 100 *м*. Из этих пород, особенно из известняков, вдоль западного склона Джанганинского хребта по меридиональному сбросу выходят восходящие источники с дебитами от 0,4 до 2,2 *л/сек*, некоторые из них образуют грифоны высотой до 0,3 *м* над поверхностью земли.

Расходы источников изменяются по сезонам года, что связано с режимом атмосферных осадков. Так, например, расход родника Джайбулак, выходящего из известняков, увеличивается почти в два раза после выпадения сильных дождей. По химическому составу эти воды в основном гидрокарбонатные или хлоридные натриевые или кальциевые.

Зеленокаменные породы девона и силура, представленные диабазо-спилитовыми и метаморфическими осадочными породами, обводнены в верхней трещиноватой зоне, мощность которой достигает 75—100 *м*. Подземные воды преимущественно безнапорные, дренируются в балках оврагах и на склонах, где выходят восходящие и нисходящие источники с непостоянными расходами в течение года: наивысшие дебиты наблюдаются в конце весны, летом они снижаются на 40—50%, осенью несколько увеличиваются, а затем до начала снеготаяния снижаются до минимума. Наибольшее количество родников выходит на восточном склоне Мугоджар, в бассейне р. Чуулдак. В верховьях долин Карабулак и Сарысай дебиты родников изменяются от 0,2 до 0,55 *л/сек*. Воды преимущественно пресные, гидрокарбонатные (сульфатные) натриевые (кальциевые).

Приведенные данные свидетельствуют о невысокой водообильности пород Берчогурского месторождения. При его разработке основной мерой борьбы с обводнением будет служить шахтный водоотлив. Только при вскрытии шахтными выработками зон тектонических нарушений могут наблюдаться значительные притоки воды от 312 до 1900 *м*^{3}*/сутки*. Следует избегать эксплуатации таких участков, либо предусмотреть резервный водоотлив.

Яйсанское буроугольное месторождение находится на севере Актюбинской области. Здесь водоносные горизонты приурочены к четвертичным, меловым и юрским отложениям. В юрских отложениях развиты напорные воды, а в меловых и четвертичных—безнапорные.

Четвертичный аллювиальный водоносный горизонт приурочен к долинам речек Карагачки и Караагач и др. Водовмещающая толща сложена крупнозернистыми песками и галечниками. Глубина залегания уровня грунтовых вод колеблется от 1,5 до 3,5 *м*. Расходы колод-

цев измеряются десятыми долями литров в секунду и реже больше. Воды пресные с сухим остатком около 1 *г/л*. Наиболее обильный грунтовый поток заключен в аллювиальных отложениях р. Илека, представленных песчано-галечными и песчано-глинистыми отложениями. Мощность водоносных пород здесь колеблется от нескольких до 35 *м*, а глубина залегания зеркала воды — от 1 до 11 *м*. Коэффициент фильтрации аллювиальных отложений изменяется от 8 до 16,6 *м/сутки;* максимальный дебит скважин достигает 14 *л/сек*. Воды пресные и слабосолоноватые с сухим остатком до 2—3 *г/л*, состав вод преимущественно гидрокарбонатный или сульфатный кальциевый.

В меловых (сеноман-альбских) отложениях подземные воды заключены в разнозернистых песках мощностью до 10—15 *м*. Глубина залегания от 0 до 20 *м*, а расходы водопунктов достигают 2 *л/сек*. Воды обычно пресные гидрокарбонатные кальциевые (натриевые).

В верхнеюрских отложениях подземные воды приурочены к мелкозернистым пескам мощностью до 10 *м* и мергелям мощностью до 25 *м*. Глубина залегания кровли водоносного горизонта варьирует от 8 до 69 *м*, а мощность его составляет 8,5 *м*. Воды напорные с высотой напора 17,7 *м* на окраине мульды до 45,6 *м* — в ее центре; уровни воды устанавливаются на глубине 1—30 *м*. Водообильность песков невелика, удельные дебиты скважин колеблются от 0,0018 до 0,09 *л/сек*, а коэффициент фильтрации — от 0,128 до 3,3 *м/сутки*.

В среднеюрских отложениях водоносны разнозернистые пески и песчаники мощностью до 25—30 *м* и более. Подземные воды в них вскрываются на глубинах от 6 до 130 *м*, а высота напора над кровлей водоносного горизонта изменяется от 1,25 до 121,5 *м*. Водообильность этих отложений пестрая, удельные дебиты скважин варьируют от 0,001 до 3,8 *л/сек*, а коэффициенты фильтрации от 0,01 до 13 *м/сутки*. Воды преимущественно повышенной минерализации пестрые по химическому составу.

Невысокая водообильность песков надугольных слоев позволяет рекомендовать осушение отдельных полей месторождения перед выработкой с дренажем надугольных и подугольных подгоризонтов. Максимальный приток в шахту подсчитан в 14,1 *л/сек*. Водоснабжение рудника рекомендуется базировать на водах аллювиальных отложений долины р. Илека.

Курашасайское буроугольное месторождение расположено в северной части Актюбинской области на одноименном поднятии. Безнапорные подземные воды здесь встречены в четвертичных, неокомских и юрских отложениях.

В четвертичных отложениях грунтовые воды приурочены к древним и современным аллювиальным отложениям долин р. Дженишке и руч. Курашасай. Водоносные породы общей мощностью 3—6 *м* представлены песками различной зернистости с гравием и галькой, нередко разобщенными глинистыми прослоями, мощность которых в долине р. Дженишке до 15 *м*, а в руч. Курашасае — до 2,5 *м*. Зеркало грунтовых вод находится на глубине 1—7 *м*. Наибольшая водообильность аллювиальных отложений наблюдается вблизи бортов долин, где коэффициенты фильтрации достигают 4—7,5 *м/сутки*, а удельные дебиты скважин составляют 0,08—0,11 *л/сек*. Воды пресные с сухим остатком меньше 1 *г/л*, по составу гидрокарбонатные кальциево-натриевые.

В неокомских отложениях подземные воды приурочены к мелко- и среднезернистым пескам мощностью до 4 *м*. Они обладают небольшим напором до 4 *м* высотой. Коэффициент фильтрации песков до 26 *м/сутки*. Удельные дебиты скважин не превышают 0,3 *л/сек*.

Среднеюрские отложения развиты в восточной части месторождения и представлены переслаиванием песчаных (водосодержащих) и глинистых пород мощностью до 160 *м*.

В отложениях курашасайской свиты верхнего триаса обводнены подугольные и надугольные горизонты.

Подугольный водоносный горизонт мощностью 20—32 *м* приурочен к уплотненным, сильно глинистым пескам.

Наудгольные пласты представлены переслаиванием глин мощностью 10—20 *м* и мелкозернистых, иногда среднезернистых, слабоглинистых песков (10—32 *м*). В песках заключены напорные воды, залегающие на глубине от 21 до 80 *м*. Коэффициент фильтрации песков 0,8—5 *м/сутки*, а удельные дебиты в среднем 0,15 *л/сек*. Притоки воды в шахты глубиной 140 *м* из надугольных водоносных горизонтов достигают 528 $м^3$/*сутки*, а в горизонтальные и наклонные выработки — до 1800 $м^3$/*сутки*. Дебит водоотлива наибольший в апреле — мае; летом, осенью и зимой он снижается до минимума. Средний удельный дебит воды при проходке 1 *м* наклонного ствола шахты составляет 0,15 *л/сек*, а в горизонтальных выработках — 0,0054 *л/сек*.

Вследствие невысокой водообильности пород эксплуатация Курашасайского месторождения возможна при использовании шахтного водоотлива и обычных методов осушения шахтных полей

Восточно-Уральское месторождение бурых углей расположено на севере Актюбинской области в Орском буроугольном бассейне. Оно приурочено к зоне прогиба осадочных, метаморфических трещиноватых пород силура, девона и карбона С четвертичными отложениями и с участками выхода на поверхность палеозойских пород здесь связаны грунтовые воды, а с юрскими и подстилающими их палеозойскими породами — напорные воды.

Аллювиальный водоносный горизонт распространен в долине р. Ори и ее притоков Мамыта, Кзылкаина, Катынадыра Мощность аллювиальных отложений 10—25 *м* при глубине залегания уровня вод не более 5 *м*, удельные дебиты скважин в долине р. Ори достигают 2 *л/сек*.

В юрских отложениях подземные воды приурочены к алевритам, пылеватым мелкозернистым пескам и пластам бурых углей мощностью от 1,6 до 47 *м*. Глубина залегания кровли водоносных горизонтов изменяется от нескольких метров в местах выхода песков на поверхность до 300—350 *м* на участках их погружения. Воды напорные, уровни поднимаются над кровлей на высоту до 150 *м*. Статические уровни устанавливаются на глубине до 15 *м*. Удельные дебиты скважин варьируют от 0,007 до 0,45 *л/сек*, редко достигая 1 *л/сек*, коэффициенты фильтрации изменяются от 0,03 до 4,4 *м/сутки*. Минерализация вод увеличивается с глубиной от 0,6—1,1 *г/л* — в местах выхода водоносных песков на поверхность до 9 *г/л* и выше в глубоких частях прогиба. Соответственно изменяется и химический состав подземных вод от гидрокарбонатных кальциевых до хлоридных натриевых.

В погруженных участках надугленосного водоносного горизонта минерализация воды достигает 5,3 *г/л* при хлоридном натриевом составе.

Расчетные притоки воды при карьерной разработке месторождения определены в количестве 170—1500 *м/час*, в шахтные поля после обрушения кровли — от 192 до 882 *м/час*.

Восточно-Уральское месторождение бурых углей целесообразнее разрабатывать карьерами, причем при проходке выработок следует избегать вскрытия водообильных известняков. Рекомендуется предварительное осушение полей.

Кызылкаспак-Айрджальское месторождение бурых углей расположено в Гурьевской области на Мангышлакском полуострове у северного подножия хр. Каратаушик. Здесь подземные воды распространены в четвертичных аллювиально-делювиальных, юрских и триасовых отложениях.

Аллювиально-делювиальные отложения района Каратаушика представлены суглинками и супесями, разнозернистыми глинистыми песками с прослоями и линзами мелко- и крупнообломочного материала. В песках, супесях, гравии и галечниках заключены подземные воды, уровень которых вскрывается на глубинах 1—6 *м*. Удельные дебиты скважин достигают 1,5 *л/сек*. В местах, где аллювиальные воды получают питание за счет выходов трещинных вод или грунтовых вод древних конусов выноса, формируются пресные воды с минерализацией до 1 *г/л*. Там же, где в аллювиальный горизонт поступают воды юрских отложений, качество вод ухудшается, сухой остаток достигает 15 *г/л*.

В среднеюрских отложениях подземные воды приурочены преимущественно к нижней свите, сложенной переслаиванием песчаных, глинистых и углистых горизонтов. Из этих отложений в районе гряды Таралы выходят два источника с дебитом 0,2—0,3 *л/сек*. Водоносные прослои гидравлически связаны между собой и имеют общий уровень. Глубина их залегания от 5 до 23 *м*. Удельный дебит скважин не превышает 0,02—0,044 *л/сек*, а водоотлив из шахт — 0,09—0,06 *л/сек*. Воды соленые с сухим остатком от 10 до 22 *г/л*, по химическому составу преимущественно хлоридные натриевые.

Водоносный горизонт триасовых отложений связан с рассланцованными песчаниками, из которых выходят родники. На глубине вода вскрывается скважинами и колодцами. Дебиты колодцев изменяются от 0,2 до 1,4 *л/сек*. Минерализация вод составляет 1—7 *г/л*.

Общий приток воды в эксплуатационные выработки, пройденные по пласту свыше 100 *м* и ниже разрабатываемого горизонта на 10—12 *м*, не превышает 2,5 *л/сек*. Невысокие водопритоки позволяют вести разработку месторождения с водоотливом и дренажем водоносного горизонта.

В заключение следует отметить, что среди вышеописанных месторождений твердых полезных ископаемых в настоящее время эксплуатируются хромитовые и никелевые. Разработка их идет открытым карьерным способом. Приток воды в карьеры не превышает 4000 *м*^{3}*/сутки*. Остальные месторождения разведаны. По большинству из них запасы утверждены в ГКЗ, но месторождения пока не эксплуатируются. В ближайшие годы намечается разработка открытым способом фосфоритовых месторождений (Богдановского, Кандагачского). Ожидаемая обводненность проектируемых карьеров весьма незначительна, так как основной водоносный горизонт, приуроченный к песчаным альбским отложениям, залегает ниже фосфоритовой залежи (сантон).

ГЛАВА XVII

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

В Западном Казахстане за последние годы проведены большие работы по выявлению и организации участков лиманного и правильного орошения. Наибольшее развитие строительства оросительных сис-

тем получило в Уральской области, затем в Актюбинской и Гурьевской (рис. 80). Большинство оросительных систем находятся в стадии строительства или частичного использования.

Орошение в Уральской области. Начиная с 1930 г. в Уральской области проводятся изыскания и строительство Урало-Кушумской, Аще-Узеньской, Улентинской, Карагандинской, Больше-Узеньской, Мало-Узеньской, Калдыгайтинской и ряде других оросительно-обводнительных систем. Крупнейшая из них Урало-Кушумская охватывает бо́льшую часть левобережья р. Урала (рис. 81). Через проток Чаган сюда поступают воды из р. Урала с суммарным годовым стоком 110—970 млн. $м^3$, из которого в паводковый период протекает 60—90% от указанной величины. Здесь проведены детальные инженерно-геологические изыскания, а с 1957 г. началось строительство оросительно-обводнительной системы. К 1966 г. сдана в эксплуатацию первая очередь этой системы. По завершении ее строительства будет обводнено естественных пастбищ на площади 1,6 млн. *га*; площадь регулярного орошения составит 45 тыс. *га*, а лиманного — 63 тыс. *га*.

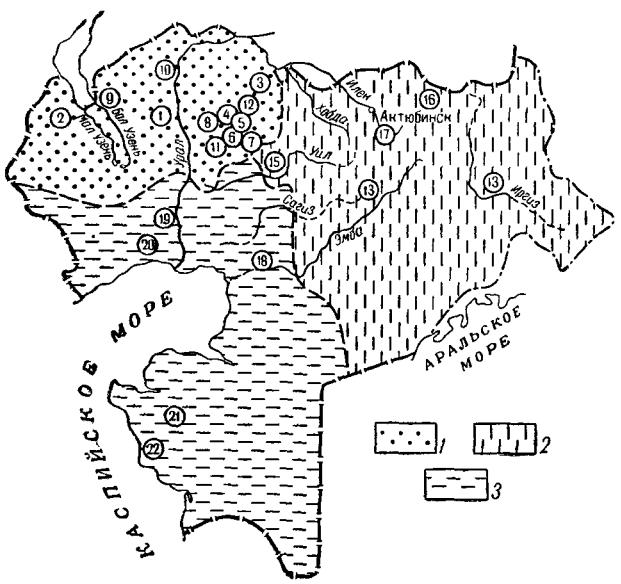


Рис. 80 Схема размещения участков регулярного и лиманного орошения. (Составил А. В. Сотников)

1 — Уральская область (цифры в кружках на карте): 1 — Урало-Кушумский, 2 — Ащеузекский, 3 — Карагандинский, 4 — Улентинский, 5 — Булдуртинский, 6 — Калдыгайтинский, 7 — Джаксыбайский, 8 — Азнабай-Тайпакский, 9 — Баубекский, 10 — Кушумский, 11 — Кызылбугутский, 12 — Ащесайский
2 — Актюбинская область (цифры на карте в кружках): 13 — Акчийский, 14 — Кенкиякский, 15 — Тамдыкульский, 16 — Дуберсу, 17 — Карагалинский
3 — Гурьевская область (цифры на карте в кружках): 18 — Эмбенский, 19—20 — Уральские участки, 21 — Горио Мангышлакский, 22 — Шевченковский

Пойма р. Урала в районе Урало-Кушумской оросительной системы имеет ширину до 10—12 *км*. Величина многолетнего годового стока р. Урала у пункта Кушум составляет 340 $м^3/сек$, т. е. 10,4 млрд. $м^3$. Максимальный сток наблюдается в период 2/IV—23/V. Уровенный режим р. Урала характеризуется одним выраженным весенним подъемом и плавным спадом до зимней межени. Весенний паводок чаще всего наблюдается в начале мая и сопровождается подъемом уровня воды до 7 *м*.

Проток Чаган имеет протяженность 47 *км* с водосборной площадью 230 $км^2$. Пойма его является общей с р. Уралом. Река Кушум является единственным водотоком, по которому транспортируется вода на обводнение и орошение. В недалеком прошлом она была самостоятельной степной рекой с истоком, находящимся в 0,5 *км* от пос. Кушум. Ее сток формировался за счет перелива уральских вод и снеготаяния на месте, что достигает 2—20 тыс. $м^3$ с 1 $км^2$, а величина перелива составляет 100 млн. $м^3$.

В 1939 г. р. Кушум соединялась с протоком Чаган каналом протяженностью 20 *км* и одновременно на пойме Урала были возведены под-

порные земляные плотины. Водопропускная способность канала достигла 30 *м*³/*сек*.

Бо́льшая часть территории Урало-Кушумской системы представляет равнину с весьма незначительным уклоном. Дренирующие понижения отсутствуют. Поэтому в условиях орошения неизбежно будет повышаться уровень подземных вод. В условиях аридного климата подъем уровня грунтовых вод вызовет поступление растворимых солей в верхние части разреза. Кроме того, засоление орошаемых участков происходит за счет конвективного перемещения солей со стороны неорошаемой площади и чем больше разность удельного веса солевых растворов, тем активнее это движение.

Под орошаемым участком гидродинамический напор создает перепад уровней в сторону неорошаемой территории, что может в значительной мере уменьшить конвективное перемещение солей. Это приведет к рассолению земель, на которых идет регулярное орошение. При прекращении орошения перепады уровней грунтовых вод изменяются и тогда активизируется засоление (в течение 2—3 лет). На одном из опытных участков произведено детальное изучение засоления грунтов солями натрия. Допустимое суммарное содержание этих солей (в пересчете на соду) в пониженных элементах рельефа наблюдается до глубины 1,5—2 *м*, на склонах — до 1 *м*, на повышенных участках — превышает допустимую величину уже с поверхности. При наличии грунтов с плохой проницаемостью (глинистые, суглинистые) предельное содержание солей должно быть уменьшено в 2—3 раза. На участке № 41 была обнаружена двууглекислая сода, которая является потенциальным источником обра-

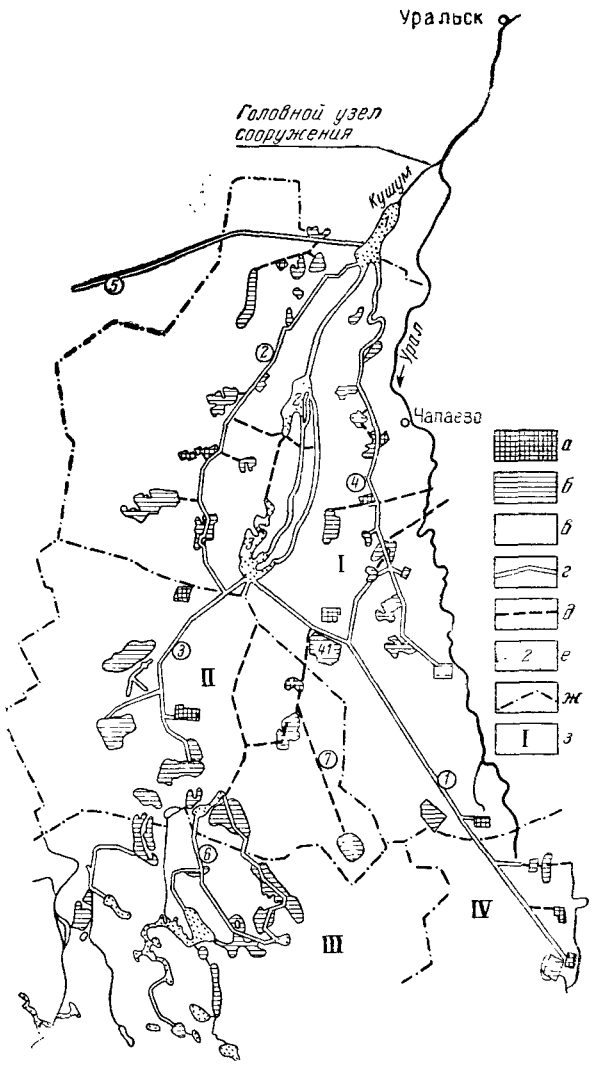


Рис. 81. Схема Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы. (Составила А. А. Гуськова)

а — участки правильного орошения (25 тыс. *га*); *б* — участки лиманного орошения (23 тыс. *га*); *в* — площади обводнения естественных пастбищ (1300 тыс. *га*); *г* — водоканалы межхозяйственной сети пастбищ (цифры на карте в кружках): *1* — Тайпеиский, *2* — Первомайский, *3* — Фурмановский, *4* — Бударинский, *5* — Кировский, *6* — Демсейский; *д* — водоканалы внутрихозяйственной сети (цифры на карте в кружках): *7* — Каракудакский; *е* — водохранилища (цифры на карте): *1* — Кушумское, *2* — Битикское, *3* — Дуигульдское; *ж* — граница районов; *з* — районы: I — Чапаевский, II — Фурмановский, III — Джигаликский, IV — Тайпакский

зования дополнительного количества соды в разрезе. С увеличением щелочности и температуры оросительной воды разложение двууглекислой соды возрастет.

На площади Урало-Кушумского массива основными типами почв являются: темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые, лугово-каштановые, бурые, пустынно-степные, лугово-бурые, солонцы, лугово-аллювиальные и др. В северной части наблюдается много падин и лиманов с солеными грунтовыми водами на глубине 5—10 *м*. Вся южная часть Урало-Кушумской водораздельной суглинистой равнины с залеганием соленых грунтовых вод на 6—8 *м* в почвенном отношении является наиболее перспективной для развития регулярного и лиманного орошения. Преобладают здесь светло-каштановые почвы и солонцы. Вдоль р. Урала протягивается древняя дельта и надпойменные террасы, расчлененные руслами и протоком Багырдай. Грунтовые воды здесь соленые и залегают на глубине 6—11 *м*, в понижениях они пресные (на глубине 2—3 *м*). Благодаря хорошей дренированности в этой части территории наблюдаются благоприятные условия для развития регулярного орошения.

Наибольшими запасами активной влаги в метровом слое обладают тяжелосуглинистые каштановые и светло-каштановые почвы (151—161 *мм*), а наименьшими солонцы (91 *мм*).

Испарение с поверхности почвы составляет — 200—250 *мм*. Запасы влаги в начале вегетационного периода (в слое 0—20 *см*) достигают 20—25 *мм*, а в метровом слое — 80—100 *мм*. Земельный фонд Урало-Кушумской системы представлен пастбищными угодьями 77% и сенокосами — 14%, здесь предусматривается подача воды в Джангалинский район, где намечается лиманное орошение на площади 16,5 тыс. *га*, а также регулярное орошение — 200 *га* и обводнение пастбищ — 300 тыс. *га*. Эти мероприятия позволят увеличить на площади данного массива поголовье скота.

Кроме того, на территории области имеется ряд оросительных систем полуинженерного типа (табл. 44).

Таблица 44

Оросительные системы Уральской области

Оросительная система	Год строительства	Площадь, тыс. *га*
Аще-Узекская	1958	4,5
Улентинская	1953	8,7
Карагандинская	1958	1,1
Калдыгайтинская	1959	15,5
Джаксыбайская	1953	5,7
Булдуртинская	1927	6,6
	Итого. .	42,1

Основными из них являются: Баубекский участок лиманного орошения площадью 4 тыс. *га*, Кушумская система на протоке Чаган площадью 360 тыс. *га* (построена в 1939 г.), Кзылбугутский участок в низовьях р. Калдыгайты с площадью орошения 4,1 тыс. *га* (построен в 1930 г.), Ащесайский участок на притоке Уленты с площадью лиманного орошения 1,8 тыс. *га*.

В отдельные годы на площади Чижино-Дюринских разливов под лиманным орошением занята площадь до 300 тыс. *га*. Здесь производится государственная заготовка сена.

На территории почти всех оросительных систем развиты преимущественно соленые грунтовые воды (минерализация 5—75 *г/л*), залегающие на небольшой глубине и приуроченные к различным генетическим типам четвертичных отложений. Общее движение грунтовых вод направлено с севера на юг и в сторону основной дрены — р. Урала. Уклон грунтового потока здесь незначительный, вследствие чего воды приобретают почти застойный характер и высокую степень минерализации. Линзы пресных гидрокарбонатных кальциево-магниевых, реже сульфатных вод, мощностью от нескольких сантиметров до 2—3 *м* образуются весной в пониженных участках рельефа. Талые снеговые воды, скапливаясь и инфильтруясь в грунт, выщелачивают соли из пород, которые аккумулируются в водоносном горизонте.

Изменение климатических факторов обусловливает колебание уровня грунтовых вод. На степных равнинах годовая амплитуда колебания уровня не превышает 0,5 *м* при глубинах залегания зеркала от 2—3 до 4—7 *м*. На низких поймах рек Урала и Кушума величина колебания уровня воды значительно возрастает. При этом р. Урал оказывает максимальное дренирующее воздействие на грунтовые воды. Ширина дренированной полосы здесь местами достигает 5 *км*. Большая часть территории, на которой намечаются участки орошения, характеризуется равнинным рельефом с весьма незначительным уклоном поверхности. В этих условиях введение орошения неизбежно вызовет дополнительное питание подземных вод, что приведет к повышению их уровня. Расчетная высота максимально допустимого подъема грунтовых вод в описываемом районе, по данным проектного института Ленгипроводхоза, составит 1 *м*, что будет достигнуто после ввода участка под орошение. Радиус растекания «бугра» грунтовых вод под площадями лиманного орошения на 10-й год составит 1500—2000 *м* от границ участка. Поэтому с целью исключения взаимного влияния фильтрационных вод участков лиманного и правильного орошения при отсутствии мелиоративных мероприятий, в частности дренажа, рекомендуется располагать проектируемые под орошение площади на расстоянии не менее 3—4 *км* друг от друга.

Фильтрационные потери из магистральных оросительных каналов приведут к подъему уровня грунтовых вод в прилегающей к каналу полосе, ширина которой по расчетам Ленгипроводхоза на 10-й год не превысит 300 *м*. Во избежание взаимного влияния орошаемых участков ширина зоны между каналами должна составлять не менее 500 *м*.

При любом исходном залегании зеркала грунтовых вод в результате лиманного орошения их уровень на конец вегетационного периода не превысит 1,6—2 *м*. Такой подъем уровня грунтовых вод возможен и на прилегающих к лиману орошаемых площадях, причем по расчетам Ленгипроводхоза на 10-й год эксплуатации участка ширина зоны, где грунтовые воды будут залегать на глубине менее трех метров, составит 1,3 *км*.

На положение уровня грунтовых вод оказывает влияние транспирация растительностью как в зоне лимана, так и на прилегающих к нему участках. Поэтому в случае высокого стояния уровня следует ожидать понижение глубины залегания грунтовых вод на конец вегетации.

Примыкание площадей лиманного орошения к магистральным каналам благоприятно отразится на водно-солевом режиме почво-грунтов орошаемых участков, так как магистральные каналы будут дренировать фильтрующиеся воды с растворенными в них солями. Поэтому при длительном лиманном орошении можно ожидать уменьшения количества воднорастворимых солей в почво-грунтах на площадях оро-

шения с одновременным их накоплением на прилегающих участках в зоне шириной до 450—500 *м*.

На территории Уральской области площадь пастбищных и сенокосных земель определяется в 12 млн. *га*. Намечено довести поголовье овец до четырех миллионов, крупного рогатого скота до 0,5 млн. и лошадей до 70 тысяч. Обеспечение развития животноводства кормами производится за счет естественных пастбищ, багарных сенокосов, систем лиманного орошения. Под лиманным орошением занято 86 тыс. *га*.

Естественные поливные сенокосы расположены в поймах рек Урала, Большого и Малого Узеней, в Чижинских разливах. Урожай сена на системах лиманного орошения достигает 15—25 *ц/га*, т. е. в 5—8 раз больше, чем на багарных участках.

Правильное или регулярное орошение в области занимает площадь в 10 тыс. *га*. В основном она используется под бахчевые культуры, сады и ягодники. Площади под регулярное орошение планируется довести до 30 тыс. *га* (1975 г.), под лиманное орошение — до 150 тыс. *га*.

Помимо использования поверхностного стока местных рек планируется строительство канала Волга — Урал.

Орошение в Актюбинской области. В Актюбинской области наибольшее распространение получила система лиманного орошения. В настоящее время площадь, орошаемая этим способом, составляет свыше 114 тыс. *га*.

Удельный вес существующих площадей лиманного орошения к общей площади сенокосных угодий области в среднем составляет от 30% (Челкарский, Октябрьский районы) до 50—70% (Уилский район). Распространены пойменные лиманы ярусного типа. С помощью плотины в период весеннего паводка поднимается уровень воды в русле реки и посредством системы валов и гидросооружений равномерно распределяется по затапливаемой площади. Затопление ярусов лимана и регулирование продолжительности стояния в них воды обеспечивается водовыпускными сооружениями.

Наибольшее развитие лиманное орошение получило в равнинных местностях, где имеется возможность затопления довольно больших площадей. Так, наиболее крупными системами лиманного орошения являются равнинные участки в пределах Тамдыкуль.

Ниже приводится характеристика природных и гидрогеологических условий наиболее характерных участков лиманного орошения.

Тамдыкульская система лиманного орошения (совхоз имени Курманова) расположена в 30 *км* ниже по течению р. Уила от пос. Уил, по обеим сторонам реки, в месте впадения в нее р. Аще-Уила. Общий уклон местности как по долине р. Уила, так и по долине р. Аще-Уила совпадает с направлением течения рек. Морфологически территория орошения разделяется на две основные части: правобережье и левобережье долины р. Уила и правобережье Аще-Уила.

Морфологически правобережье Уила представляет равнину со слабо выраженными террасами. На слабоволнистой поверхности пойменной террасы шириной от 0,3 до 2 *км* развиты отдельные песчаные бугры, относительные превышения которых над равниной составляют около 2 *м*. Поверхность первой и особенно второй террас шириной от 0,3 до 5 *км* осложнена лощинами, балками и различными понижениями. Глубина отрицательных форм рельефа колеблется от 0,5 до 2,5 *м*, изредка достигая 3,5—5,0 *м*. Ширина террасы колеблется от одного до пяти километров. Третья терраса с более спокойным рельефом почти на всем протяжении отделяется от второй песчаным увалом с волнисто-бугристой поверхностью. Поверхность песчаного увала слабо закреплена травянистой растительностью. Она подвергается действию

ветров. В балки, прорезающие поверхность описанных террас, весной поступают паводковые воды р. Уила, которые, разливаясь по низкой равнине, образуют заливные луга площадью до 400 *га*.

Левобережье Уила морфологически несколько отличается от правобережья. Пойменная терраса здесь имеет ширину от 0,2 до 0,8 *км*, переход от первой террасы ко второй едва заметен. Поверхность второй террасы равнинная с незначительным уклоном; третья терраса полностью отсутствует.

Основным источником орошения указанной системы является р. Уил, которая на всем своем протяжении в описываемом районе имеет извилистое русло, часто меняющее свое направление. Глубина воды в реке часто меняется от 0,2 *м* на перекатах до 5,0 *м* на плесах. Ширина живого сечения водотока реки колеблется от 10 до 50 *м*, при расстояниях между берегами от 40 до 300 *м*. У пос. Курман площадь водосбора реки составляет 17 900 *км*^{2}, средний многолетний объем годового стока 337 млн. *м*^{3}, или 10,7 *м*^{3}/*сек*. Общая минерализация речной воды к концу вегетационного периода достигает 2,7—3 *г/л*, а весной уменьшается до 0,3—0,5 *г/л*.

Наиболее крупным левобережным притоком Уила является р. Аще-Уил, которая к осени разбивается на отдельные плесы, глубиной 0,2—0,3 *м*. Река несет соленую воду с минерализацией, достигающей 23,3 *г/л*, но весной происходит значительное опреснение воды, благодаря чему она может быть использована для лиманного орошения.

Глубина залегания грунтовых вод в пределах орошаемой территории колеблется от 1,5 до 5 *м*. В большинстве случаев воды слабоминерализованные и имеют незначительные расходы: дебиты скважин не превышают сотых долей литра в секунду. Водовмещающие породы представлены в основном глинистыми мелкозернистыми песками. В пределах долины Аще-Уила, особенно на низких террасах грунтовые воды залегают на небольшой глубине и подвержены интенсивному испарению. Сухой остаток грунтовых вод здесь колеблется от 3,5 до 8 *г/л*, иногда достигая 20 *г/л*. Только в пределах третьей террасы глубина залегания подземных вод увеличивается до 5 *м* и создаются наилучшие условия для лиманного орошения.

Система лиманного орошения урочища Акчий расположена в долине р. Иргиза, которая, протекая по хорошо разработанному руслу, делит пойму на две части: большую — левобережную и меньшую — правобережную. Пойменная терраса здесь прослеживается на обоих берегах реки и сложена гипсоносными и карбонатизированными глинами мощностью 4—5 *м*. Надпойменная терраса в межень имеет превышение 8—10 *м* над урезом воды в реке и сложена мелкозернистыми аллювиальными и эоловыми песками. Грунтовые воды залегают на глубине 3—9 *м*.

Система лиманного орошения «Дуберсу» расположена на территории Новороссийского совхоза в пойменной равнине балки Дуберсай, уклон которой составляет 0,0013. По данным бурения, участок сложен суглинками и глинами, которые подстилаются разнозернистыми песками. Грунтовые воды здесь залегают на глубине 2,5—4 *м*. Воды пресные, пригодные для целей орошения. Источником лиманного орошения данного участка является поверхностный водоток балки Дуберсай, протекающий в северной части описываемой территории. Водосборная площадь его от истока до места орошения составляет 401,7 *км*^{2}. Весь годовой сток воды проходит весной в течение 9—10 дней.

Из суммарного годового речного стока на территории области, равной в среднем 3,5 млрд. *м*^{3}, с учетом потребностей других отраслей народного хозяйства на лиманное орошение может быть использовано

1,7 млрд. $м^3$, что позволит освоить площадь 675 тыс. *га* (при 35% обеспеченности). Эта площадь располагается в бассейнах рек Ори, Илека, Хобды (319 тыс *га*), Уила и Сагиза (93 тыс *га*), а также Эмбы (112 тыс. *га*), Тургая и Иргиза (78 тыс *га*) Для увлажнения почв лимана на глубину 1,5—2 *м* приняты в области следующие поливные нормы: на легких почвах 2500—3500 $м^3/га$, средних 2700—4100 $м^3/га$ и на тяжелых 3000—4500 $м^3/га$. Сроки полива определены для разнотравной злаковой растительности 7—10 суток, житняково-типчаковой и полынной ассоциации 10—15 суток, разнотравно-пырейной 15—20 суток и т д

Современный урожай на лиманных участках достигнут более, чем на багарных площадях

Система правильного орошения в совхозе Илекский расположена в окрестностях г. Актюбинска. Морфологически эта площадь орошения расположена на II надпойменной террасе р. Илека, равнинная поверхность которой слабо всхолмлена Источником орошения рассматриваемой системы являются как речные, так и грунтовые воды аллювиальных отложений.

Правильное орошение в области производится на площади 7920 *га*

Область располагает большими возможностями для расширения посевов на орошаемых землях. Так, по данным института «Ленгипроводхоза», пригодные земли для поливного земледелия в области достигают 8883 тыс *га*, а водные ресурсы позволяют освоить 282 тыс. *га*, т. е 3% от потенциального ирригационного фонда, из которых более половины может быть обеспечена подземными водами, особенно в южных и юго-западных районах. Правильным орошением в этих районах только начинают заниматься. Освоение земель в большом масштабе связано с необходимостью проведения комплексных изыскательских работ. Прежде всего правильное орошение следует провести возле городов Актюбинск, Октябрьск, Алга, Хромтау, Эмба, Челкар, Темир, что может решить проблему обеспечения их овощами, картофелем и фруктами

Намечается использовать грунтовые воды аллювиальных отложений долины р. Карагалы, в Илекском совхозе — аллювиальные воды долины р. Илека, в Тамдинском совхозе (на площади 600 *га*) — напорные воды альб-сеноманских отложений Приилекской мульды, залегающих на глубине 100—150 *м*. Разрабатывается ныне проект организации крупного орошаемого участка на юге Актюбинской области (в Матайкумском совхозе), где распространены в Донгузтауском артезианском бассейне самоизливающиеся воды альб-сеноманских отложений, залегающие на глубине 400—600 *м*. Здесь в 1969 г. впервые возле центральной усадьбы Матайкумского совхоза (поселок Дьяр) организовано (на площади 30 *га*) правильное орошение за счет использования фонтанирующих вод одной пробуренной скважины, дебит которой составляет 30 *л/сек*.

На территории Актюбинского Приуралья и Западного Примугоджарья широко распространены мульды, представляющие собой артезианские бассейны с напорными пресными водами. Одна из них — Сарблакская изучена достаточно полно. Она расположена в 20 *км* западнее города Алги. Протяженность мульды около 50 *км*. Подземные воды залегают неглубоко (100—150 *м*). Минерализация воды не превышает 0,5—0,7 *г/л*, по составу воды гидрокарбонатного кальциевого состава. Водовмещающими породами являются мелкозернистые пески альбского возраста. Общие водные ресурсы в данном бассейне около 5 млрд. $м^3$. На небольшой площади (в северной части) они самоизливают. Для части площади произведены расчеты эксплуатационных запасов подземных вод с утверждением их в ГКЗ по сумме промышлен-

ных категорий в количестве 46,2 тыс. *м³/сутки*. Почвы здесь суглинистые каштановые. Представляется возможность организации здесь оазисного орошаемого участка на площади до 50 тыс. *га*. Оазисное правильное орошение за счет использования подземных вод на территории Актюбинской области можно организовать весьма широко (на участках мульд, межкупольных понижений, в долине рек и др.).

В бассейне р. Илека возле Актюбинска обнаружена древняя речная долина. Древние долины возможны и в других речных бассейнах. Водные ресурсы в них значительные. На базе их эксплуатации работают водозаборы хозяйственно-питьевого водоснабжения городов Актюбинска и Алги. В районе этих городов целесообразно произвести магазинирование водных ресурсов в толщу широко распространенных здесь песчаных горизонтов, простирающихся выше по потоку от населенных пунктов. Эти искусственные водные ресурсы позволят пополнить расходы существующих водозаборов и организовать орошаемые участки.

Орошение в Гурьевской области. В Гурьевской области одна из крупных площадей орошения расположена в долине р. Баксай — в дельте р. Урала. Здесь в низовье р. Баксая для целей орошения была построена Аккульковская плотина. Таким образом было организовано орошение паводковыми водами р. Урала свыше 10 тыс. *га* площади даже в маловодные годы. В послевоенные годы на Баксае были построены еще две плотины (в низовье и у пос. Новобогатинск), что позволило расширить площади лиманного орошения до 19 тыс. *га*. В целом (в средние по водности годы) самотеком из Урала и в период половодья по Нарынке, Баксаю, Черной Речке и Соколку в Приморской полосе заливается около 30 тыс. *га* лиманов. Использование паводковой воды р. Урала позволяет обеспечить, по расчетным данным, залив лиманов на площади 200—250 тыс. *га*.

В настоящее время площадь лиманного орошения составляет (*га*): на Нарынкской оросительной системе — 7041, Аралтюбинской оросительно-обводнительной (внепойменные) — 26 тыс., Приморской оросительно-обводнительной (лиманы на сбросовых водах) — 29 тыс., Миалинской оросительной (внепойменные) — 9020. В будущем лиманным орошением будет охвачена площадь в 243,5 тыс. *га*.

Регулярное орошение еще в 1931 г. организовано на Баксайском опытном поле у пос. Сарайчик. Уровень грунтовых вод на орошаемой площади понижается в направлении к р. Уралу, что обеспечивает интенсивное промывание почв от растворимых солей и способствует опреснению грунтовых вод. В настоящее время регулярное орошение создано также в Денгизском районе на площади 1800 *га*, в Махамбетском — 200 *га*, Кзылкугинском — 600 *га* и в пределах Нарынкской оросительной системы — 2116 *га*.

В Горном Мангышлаке водные ресурсы некоторых саев, имеющих временный, но значительный по объему поверхностный сток, используются для регулярного орошения. В 1958 г. площадь, орошаемая водами трех саев (Джангельдысай, Сулыкопы, Куркреук), достигала 26 *га*. В некоторых понижениях рельефа в период снеготаяния по временным водотокам собираются талые воды, которые также можно использовать для лиманного орошения. Для регулярного орошения земель здесь можно эксплуатировать и подземные воды пролювиально-аллювиальных отложений.

В заключение следует отметить, что орошаемое земледелие на территории Западного Казахстана пока развито весьма слабо. Речной сток для лиманного орошения используется крайне недостаточно. Регулярное орошение почти отсутствует. Подземные воды для целей оро-

шения почти не используются. Научные исследования на орошаемых участках также не организованы.

В настоящее время создана специальная комиссия по изучению и составлению планов широкого развития на территории областей лиманного орошения.

ГЛАВА XVIII

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

На территории Западного Казахстана по структурным инженерно-геологическим особенностям выделяются семь регионов: I — Прикаспийская впадина; II — линейные складчатые структуры южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов; III — Предуральский краевой прогиб; IV — Уралтау-Мугоджарское складчатое сооружение; V — Арало-Тургайский прогиб; VI — Мангышлакская система дислокаций; VII — Устюртская система прогибов и поднятий.

В пределах указанных регионов по геоморфологическому признаку выделяется ряд *инженерно-геологических областей* (*рис. 82*).

РЕГИОН I — ПРИКАСПИЙСКАЯ ВПАДИНА

Прикаспийская впадина — это структура длительного прогибания в юго-восточной части Русской платформы, начавшегося в палеозое и продолжающегося в настоящее время. Характерно, что здесь очень широко развиты соляные купола, образовавшиеся за счет выжимания отложений каменной соли кунгурского яруса. В краевых частях впадин соляные купола залегают, как правило, на значительных глубинах, в то время как в центральной нередко поднимаются до дневной поверхности.

В регионе развиты преимущественно формации поверхностных отложений полупустынь и формации коренной основы: карбонатная и терригенно-карбонатная, относящиеся к альбскому структурному этажу, терригенная и лагунная (соленосная) формации, относящиеся к варисцийскому структурному этажу.

В Прикаспийской впадине (синеклизе) можно выделить две геоморфологические области: I_1 — Прикаспийскую низменность и II_2 — Урало-Эмбенскую увалисто-холмистую равнину.

Область I_1 — Прикаспийская низменность представляет собой морскую аккумулятивную равнину. Приповерхностная часть ее сложена неогеновыми и четвертичными комплексами песков, суглинков и глин. Рельеф представляет выровненную поверхность со слабым уклоном к берегам Каспийского моря, от абсолютных отметок 50 *м* на севере и востоке до минус 28 *м* у побережья моря.

Поверхность рельефа сохранила следы крупной хвалынской трансгрессии, происходившей в эпоху валдайского оледенения. Здесь наблюдается большое разнообразие форм мезорельефа: многочисленные соры, соляные озера и массивы полузакрепленных и развеваемых песков. Для восточной и юго-восточной части низменности характерно широкое развитие солянокупольных структур, иногда выраженных в рельефе в виде невысоких поднятий: Индерские горы у оз. Индер, Койкара и др. Здесь развиты слабо выраженные в рельефе увалы широтного направления, а также долины рек, нередко не достигающих моря и теряющихся в песках. Из физико-геологических процессов здесь наиболее интенсивной является ветровая деятельность, ежегодно пе-

редвигающая большие массы песка. На крутых берегах р. Урала местами наблюдаются оползни. В гипсах и других соляных отложениях в районах озер Индер и Челкар развит соляной карст (рис. 83—84).

В области распространены формации поверхностных отложений: полупустынная морского и континентального генезиса и коренная (терригенная, терригенно-карбонатная, лагунная соленосная).

Формация поверхностных отложений полупустынь. В пределах данной формации развиты как континентальные, так и морские осадочные комплексы пород, относящиеся к различным инженерно-геологическим группам.

Инженерно-геологическая группа комплексов песчаных пород включает отложения аллювиального и эолового генезиса. Комплекс современных аллювиальных отложений приурочен к долинам рек: Урала, Большого и Малого Узеней, Хобды, Уила, Сагиза, Илека, Утвы, Эмбы и др. Комплекс представлен преимущественно песками тонко- и мелкозернистыми с прослоями гравия, гальки и глин. В верхней части местами пески замещаются супесями и легкими суглинками. Все отложения отличаются слабой засоленностью и сравнительно большим количеством органических примесей. В механическом составе песков содержится: фракций 0,25—0,05 *мм* — 81—63%; 0,05—0,005 *мм* — 12—14% и фракций менее 0,005 *мм* — 5—6%. Грунтовые воды пойменных террас весной получают питание за счет речного паводка, а в остальное время года они, наоборот, водой питают реки. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 3 до 7 *м*.

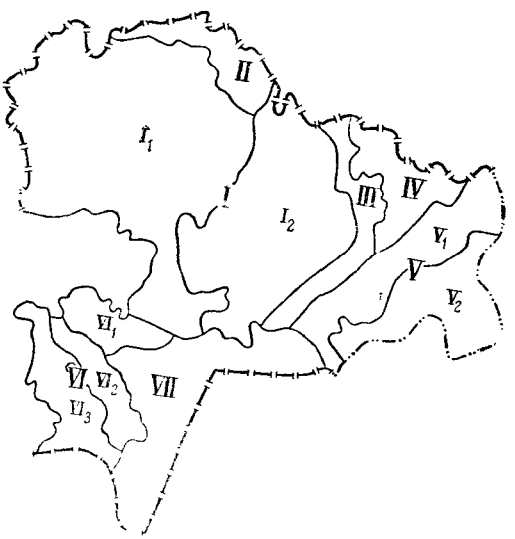


Рис. 82. Схематическая карта инженерно-геологического районирования. (Составили И. М. Цыпина, В. П. Лазарева)

Регионы: I — Прикаспийская впадина; II — линейные складчатые структуры южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов, III — Предуральский краевой прогиб, IV — Уралтау-Мугоджарское складчатое сооружение, V — Арало-Тургайский прогиб, VI — Мангышлакская система дислокаций, VII — Устюртская система прогибов и поднятий.

Области: I_1 — Прикаспийская низменность; I_2 — Урало-Эмбенская увалисто-холмистая равнина; II — плоская возвышенность (увалисто-грядовая и останцовая возвышенная равнина); III — Приуральско-Примугоджарская увалисто-холмистая равнина, IV — Горноостровной мелкосопочник Уралтау и Мугоджар; V_1 — Тургайская и Чаграйская столово-останцовая равнина; V_2 — Приаральская песчано-холмистая равнина: VI_1 — Бузачинская низменность; VI_2 — Мангышлакское низкогорье; VI_3 — Южно-Мангышлакское и Тюбкараганское плато; VII — Устюртское плато

Комплекс эоловых отложений приурочен к незакрепленным и полузакрепленным барханно-грядовым массивам перевеянных песков (рис. 85). Пески хорошо отсортированы, чаще мелкозернистые и тонкозернистые, преобладают фракции 0,01—0,05 *мм*, по составу полимиктовые, с содержанием кварца до 82%. Мощность этих отложений, редко превышающая 5—6 *м*, в отдельных местах достигает 10—15 *м*.

Пески часто подстилаются плотными глинами различного возраста, что обусловливает просачивание атмосферных осадков до водоупора и способствует образованию пресных линз грунтовых вод. Глубина их залегания колеблется от 1 до 6 *м*. Дебиты водопунктов, как правило, не превышают 0,1 *л/сек*.

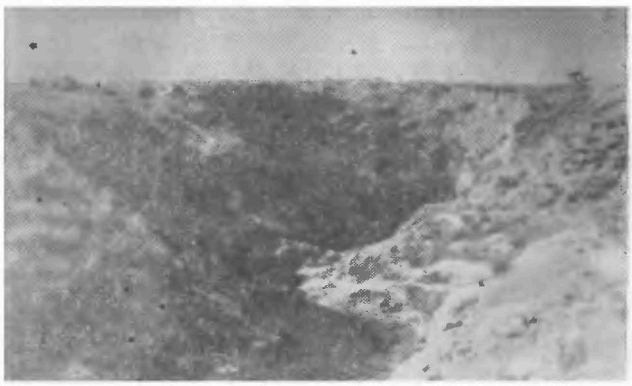


Рис. 83. Индерское поднятие, сложенное пермскими галогенными породами. (Фото А. В. Сотникова)

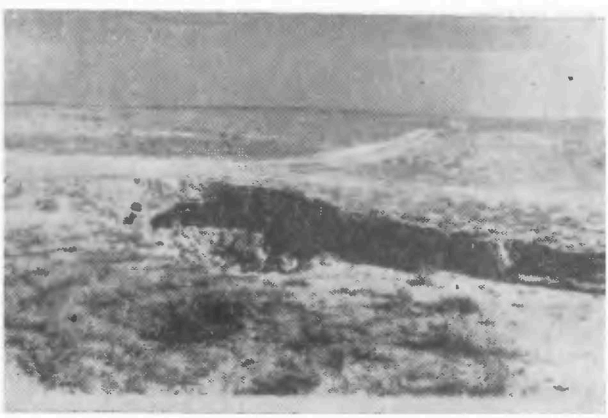


Рис. 84. Карстовая воронка на поверхности Индерского поднятия. (Фото А. В. Сотникова)

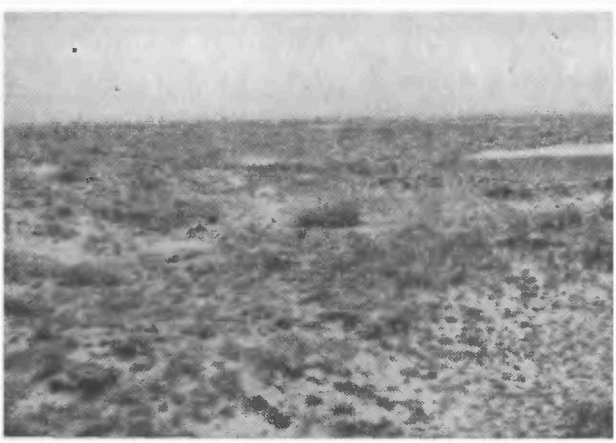


Рис. 85. Участок полузадернованного песчаного массива Нарын-пески. В котловинах выдувания растет кустарник, а на более углубленных местах (за счет стока грунтовых вод) образуются соры. (Фото А. В. Сотникова)

Инженерно-геологическая группа комплексов песчаных и связных пород объединяет прибрежно-дельтовые и речные отложения, развитые по восточной и юго-восточной периферии береговой линии максимальной трансгрессии хвалынского моря, где они слагают обширные равнинные пространства на абсолютных высотах 50—80, реже до 100 *м*. Эти отложения представлены песками средне- и тонкозернистыми кварц-полевошпатовыми, хорошо окатанными, иногда супесями и реже суглинками. Мощность отложений составляет 20—25 *м*.

К этой группе относится комплекс дельтовых отложений, развитый в низовьях р. Урала. Они представлены супесями и суглинками, реже песками мощностью около 5 *м*.

Комплекс связных пород с включением обломочных объединяет отложения аллювиальных суглинков и песков с гравием и галечником мощностью 3—10 *м*. Эти отложения слагают I (высотой 10—18 *м*) надпойменную террасу почти всех рек. Ниже г. Уральска в основании этих отложений наблюдаются выдержанные прослои жирных шоколадных глин. Пески в основном мелкозернистые, содержание фракций крупнее 0,05 *мм* достигает 93%, пылеватых около 5%, а глинистых 2—3%.

Нерасчлененный комплекс аллювиальных отложений представлен суглинками, супесями и песками с гравием и галькой мощностью от 5 до 30 *м*. Комплекс слагает вторую высокую (20—25 *м*) надпойменную террасу крупных рек Урала, Уила, Эмбы и др.

Подземные воды, приуроченные к отмеченным комплексам, обладают слабой производительностью, пестрой минерализацией и составом.

Комплекс делювиальных суглинков и супесей с включением щебенки коренных пород развит на склонах водоразделов в области Общего и Зауральского Сыртов. Мощность этих отложений местами достигает 30 *м*.

Инженерно-геологическая группа комплексов связных пород объединяет отложения аллювиального и озерно-лиманного генезиса, развитые в районе Камыш-Самарских озер, Байгутинских, Узеньских и других разливов. Комплекс представлен гумусированными суглинками, супесями и илами с остатками растений, отлагавшихся в условиях временных пресноводных бассейнов. Подземные воды комплекса характеризуются пестрой минерализацией, преобладает 50 *г/л*, реже 50—10 *г/л* и совсем редко, обычно на участках озерновидных понижений, — до 1—3 *г/л*. Дебиты водопунктов составляют десятые доли литров в 1 *сек*.

Инженерно-геологическая группа комплекса соленосных образований объединяет соровые отложения, слагающие днища бессточных понижений озер Хаки и Аралсу. Этот комплекс представлен с поверхности кристаллической солью, которая подстилается мелкозернистыми загипсованными и засоленными песками, сменяющимися книзу жирным илом общей мощностью до 5 *м*. Подземные воды комплекса обычно высокой минерализации, хлоридные натриевые, часто с большим содержанием магния и не пригодны ни для питья, ни для сельскохозяйственных целей.

Инженерно-геологическая группа комплексов песчаных пород морского генезиса объединяет отложения раннечетвертичных трансгрессий Каспия.

Комплекс бакинских песков с прослоями галечников и ракушечного детритуса мощностью до 10 *м* развит в сводах купольных поднятий Челкар, Индер, Бис-Чохо.

Комплекс хазарских сыпучих мелкозернистых глинистых песков кварцевых, иногда ожелезненных, мощностью от 0,5 до 10 *м* распространен по долинам рек Большого и Малого Узеней.

Инженерно-геологическая группа комплексов песчаных и связных пород морского генезиса объединяет отложения верхнехвалынских и современных морских отложений.

Комплекс верхнехвалынских отложений, представленный мелкозернистыми кварцевыми песками и легкими пористыми супесями мощностью около 10 *м*, сплошным чехлом покрывает южную часть Прикаспийской низменности ниже нулевой горизонтали. Эти отложения образовались в условиях мелкого опресненного моря, нередко в непосредственной близости от береговой линии.

Комплекс современных отложений новокаспийского яруса, представленный переслаивающимися глинистыми песками, супесями, суглинками и вязкими пластичными глинами мощностью 1—3 *м*, распространен широкой полосой вдоль побережья Каспийского моря. Подземные воды этих отложений обычно представляют собой рассолы.

Инженерно-геологическая группа комплексов связных и песчаных пород объединяет отложения бакинской трансгрессии, представленные преимущественно песчанистыми слабослюдистыми, плотными, иногда ожелезненными глинами с прослоями песка мощностью 0,5—5 *м*. Комплекс широко распространен в Прикаспийской низменности.

Комплекс нижнехвалынских морских отложений сложен тяжелыми плотными суглинками с линзами супесей и песков, а также песками и глинами мощностью от 5 до 20 *м*, которая уменьшается на соляных куполах и увеличивается в мульдах. Эти отложения покрывают бо́льшую часть Прикаспийской низменности. Береговая линия максимальной трансгрессии проходит на абсолютных отметках 47—49 *м*. Осадки отлагались в условиях мелкого солоноватоводного бассейна, в который реками приносился обмолочный материал.

Воды этих отложений имеют пеструю минерализацию преимущественно 10—50 *г/л*, а в понижениях рельефа 1—2 *г/л*.

Инженерно-геологическая группа комплекса связных пород объединяет отложения хазарской трансгрессии и представлена слабоизвестковистыми плотными, пластичными, жирными глинами мощностью до 10 *м*. Они распространены только в долине р. Урала у поселков Сорочинка и Чапаево.

Лагунная (соленосная) формация представлена отложениями кунгурского яруса нижней перми, которые выходят на поверхность только в районе солянокупольных поднятий оз. Индер. Комплекс отложений, приуроченный к данной формации, объединяется в инженерно-геологическую группу полускальных пород, представленных главным образом каменной солью с прослойками гипса, ангидрита и гипсоносного песчаника общей мощностью более 5000 *м*. Мощность прослоев соли местами достигает 50 *м* и более. В этих отложениях развиты карстовые процессы.

Терригенная формация встречается в виде отдельных небольших выходов на дневную поверхность, слагая горы Индер у одноименного озера и около оз. Челкар. Здесь обнажается комплекс пермо-триасовых отложений лагунно-континентального генезиса, входящий в инженерно-геологическую группу полускальных и песчаных пород. Он представлен глинами, песками и песчаниками, реже мергелями мощностью до 300 *м*.

Терригенно-карбонатная формация имеет незначительные выходы на дневную поверхность в тех же районах, что и предыдущая. К ней относятся отложения юры, мела, палеогена и неогена, представленные мергелистыми и песчаными глинами, песками. Комплекс, слагающий данную формацию, относится к инженерно-геологической

группе пластичных и песчаных пород. Все породы приподняты выжиманием соляных отложений кунгурского яруса, местами выходящих на поверхность. Мощность отложений достигает 2000 *м*.

Область I_2 — Урало-Эмбенская увалисто-холмистая равнина представляет собой зону предуральского погружения, понижающуюся в юго-западном направлении. Выровненная поверхность прорезана долинами рек Уила, Хобды, Эмбы, Сагиза, Илека и др. Нередки здесь бессточные впадины — соры. К долинам рек приурочены бугристые массивы полузакрепленных песков.

В пределах области преимущественное развитие имеет терригенная (красноцветная), карбонатная и приледниковая формации. Геолого-генетические комплексы пород терригенной (красноцветной) формации, за исключением палеоценовых отложений (Pg_1), подробно охарактеризованы в регионе Тургайского прогиба, а предледниковой — в регионе линейных складчатых структур южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов. Поэтому описание их в этом регионе опускается.

Комплекс морских отложений нижнего палеогена терригенной (красноцветной) формации объединяется в *инженерно-геологическую группу пластичных и песчаных пород.* Он распространен на юге Примуголжарья в долине р. Маннысай. В основании комплекса залегает фосфоритовый галечник небольшой мощности, выше которого располагаются плотные мергели, сменяющиеся вверх глинами и глауконитовыми песками. Глины имеют объемный вес 1,74 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 16—20° и условное допускаемое напряжение 1,5—1 *кГ/см*^{2}. Содержащиеся в данном комплексе соленые подземные воды залегают на значительной глубине. В комплексе наиболее широким распространением пользуется терригенная формация. Не менее широко распространены отложения карбонатной формации верхнего мела. Они объединяются в две инженерно-геологические группы: полускальных пород и пластичных. В первую входит комплекс отложений из мелоподобных мергелей, известняков и писчего мела датского, туронского и сантонского ярусов. Они выходят на поверхность в северо-восточной части региона в периферийных зонах крыльев ряда соляных куполов. Подземные воды, заключенные в комплексе, связаны с трещиноватостью и закарстованностью, которая охватывает мел до глубины 50 *м*. Глубже трещиноватость затухает и комплекс становится безводным. Водопункты имеют расходы от 0,07 до 0,3 *л/сек,* минерализация воды пестрая, но не превышает 3 *г/л*. В зоне куполов на юге она достигает 7—10 *г/л* и более.

В инженерно-геологическую группу пластичных пород входит комплекс мергелистых глин с редкими прослоями мергелей и глауконитового песка кампан-маастрихтского яруса верхнего мела. Он распространен на междуречье Сагиза и Уила. В восточном направлении количество глинистых прослоев увеличивается, а глины обогащаются песчаным материалом. Мощность комплекса изменяется от 20 до 104 *м*. Объемный вес мергелистых глин составляет 1,9 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 20°, условное допускаемое напряжение 3,6 *кГ/см*^{2}. Мергелистые глины практически являются водоупором. В пределах терригенно-карбонатной формации развит комплекс морских отложений: известняков, мергелистых глин и песков верхнего мела, объединяемых в *инженерно-геологическую группу полускальных пород с песчаными.* Известняки имеют плотное сложение и сравнительно слабую трещиноватость.

В инженерно-геологическую группу комплексов пластичных и песчаных пород терригенной формации объединяются также песчаноглинистые комплексы нижнего мела и средней юры. Первый комплекс мор-

ского генезиса слагает водоразделы рек и ядра многочисленных куполов. В верхней части его развиты сланцеватые легкие глины апта и альба с тонкими прослоями кварц-глауконитового разнозернистого песка, с конкрециями мергеля, сидерита, желваками пирита и прослоями окатанных галек фосфорита в основании. Мощность комплекса варьирует от 5 до 1200 *м*. Пористость глин не превышает 40%, средний коэффициент макропористости равен 1,59, угол внутреннего трения 16°, сцепление глин 1,0—1,06 *кГ/см*^{2}, сопротивление сдвигу при нагрузке в 5 *кГ* составляет 4—25 *кГ/см*^{2}, условное допускаемое напряжение 6,0—6,5 *кГ/см*^{2}.

Глинистый комплекс пород обводнен по песчаным прослоям. Подземные воды в них залегают на глубине до 280 *м* и нередко обладают напором (скважины местами дают самоизлив). Для части этих вод возможна сульфатная агрессивность.

Комплекс континентальных отложений средней юры распространен на соляных куполах. Он представлен глинами с прослоями углей и песков, реже песчаников. Глины тонкослоистые, иногда сланцеватые, плотные, часто углистые, участками песчанистые. Пески мелко- и тонкозернистые. Наблюдается общее увеличение мощности комплекса с севера и северо-запада на юг и юго-восток. Вследствие преобладания в комплексе глинистых отложений общая водообильность пород континентальной юры слабая. Вода приурочена к низам разреза и вскрывается на глубинах 20—35 *м*.

РЕГИОН II — ЛИНЕЙНЫЕ СКЛАДЧАТЫЕ СТРУКТУРЫ ЮЖНЫХ ОТРОГОВ ОБЩЕГО И ЗАУРАЛЬСКОГО СЫРТОВ

Данный регион располагается в северной части Прикаспийской низменности и охватывает южную часть Общего Сырта, Зауральский Сырт и гряду Аратау. Здесь в связи с соляной тектоникой неогеновые, палеогеновые и мезозойские отложения образуют систему брахисинклиналей и брахиантиклиналей, осложненных сбросами. В ядрах складок выходят юрские и нижнемеловые, а в крыльях — верхнемеловые и палеогеновые отложения. Дислоцированные породы образуют дугу, выпуклую на север, ограничивая Прикаспийскую впадину с севера.

В пределах региона развита область плоской возвышенности Общего и Зауральского Сыртов, характеризующаяся развитием вытянутых в северо-западном и меридиональном направлениях плоских останцовых гряд с пологими склонами, разделенными сложно разветвленной сетью речных долин и оврагов бассейна р. Урала и его притоков рек Илека, Уила, Сагиза, Хобды и др.

В регионе преимущественное распространение имеют терригенная (красноцветная) формация пород коренной основы и приледниковая формация поверхностных отложений.

Приледниковая формация средне-, верхне- и современночетвертичных аллювиальных отложений объединяется в инженерно-геологическую группу связных пород с включением обломочных. Сюда входит и комплекс делювиальных отложений, объединенных в группу лёссовых пород.

Комплекс современных аллювиальных отложений развит в долине р. Урала, слагая нижнюю часть низкой надпойменной террасы. Между поселками Чапаево и Карпово он представлен тонкозернистыми песками и супесями с галечником в основании. Пойменную террасу слагает комплекс тонкозернистых песков, нередко перекрытых в верхней части маломощными супесями и легкими суглинками с прослоями гравия и гальки местных пород общей мощностью 3—6 *м*. Овражный ал-

лювиальный комплекс сложен главным образом супесями, суглинками, обычно лёссовидными, мощностью 5—8 *м*. Объемный вес влажных аллювиальных песков равен 1,7 *г/см*^{3}, взвешенных 1,1 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 30°, условное допускаемое напряжение 2,5 *кГ/см*^{2}. Районы развития аллювиальных комплексов пород, сложенных преимущественно песками с прослоями гравия, гальки, суглинков и глин, содержат грунтовые воды, режим которых находится в тесной связи с поверхностными водами. Глубина залегания их колеблется от 0 до 10 *м*. Воды имеют минерализацию 0,5 — до 1,5 *г/л*, которая на отдельных участках повышается до 2—3 *г/л*

Комплекс верхнечетвертичных аллювиальных отложений развит в долинах всех рек региона, слагая хорошо выраженные надпойменные террасы высотой 8—23 *м* над урезом воды. Он представлен в верхней части слабо облёссованными легкими суглинками мощностью до 18—20 *м*, ниже переходящими в пески и глины, в основании переслаивающиеся с гравием и галечником.

Комплекс среднечетвертичных аллювиальных отложений слагает высокую (30—40 *м*) надпойменную аккумулятивную террасу в долине р. Урала и его притоков Он представлен в основании гравием и галечником, которые перекрываются глинами, облёссованными легкими суглинками, переслаивающимися косослоистыми мелкозернистыми песками, общей мощностью от 5 до 60 *м*.

В инженерно-геологическую группу лёссовых пород входит комплекс делювиальных и покровных суглинков, широко развитых на водораздельных возвышенностях и их склонах. Южные отроги Общего и Зауральского Сыртов покрыты неслоистыми, столбчатыми, пылеватыми, известковистыми, пористыми, лессовидными суглинками с щебенкой мела, опок и песчаников. Мощность их не превышает 20—36 *м*. Они незаметно переходят в делювиальные. При замачивании возможны просадочные явления. Отложения слабоводоносны. Минерализация подземных вод пестрая, часто повышенная.

В терригенной (красноцветной) формации развиты геолого-генетические комплексы морских отложений палеоцен-эоцена, прибрежно-морские акчагыльского яруса верхнего плиоцена и прибрежно-континентальные плиоцен-верхнечетвертичных отложений.

Инженерно-геологическая группа пластичных связных пород включает комплекс нерасчлененных прибрежно-континентальных отложений плиоцен-четвертичного возраста. Он представлен в верхней части пористыми, лёгкими и средними суглинками (реже супесями или глинистыми песками), ниже сменяющимися тяжелыми суглинками и глинами общей мощностью 20—40 *м*. Коэффициент пористости суглинков достигает 0,7, условное допускаемое напряжение 2,5 *кГ/см*^{2}.

Комплекс прибрежно-морских отложений акчагыльского яруса объединяется *в инженерно-геологическую группу пластичных связных и песчаных пород*, слагающих речные долины Бол. Хобды, Илека и Урала. Он состоит из равномерного чередования песчаных глин и алевролитов, имеющих тонкую горизонтальную невыдержанную слоистость. В основании комплекса залегают гравелистые пески и галечники общей мощностью 50—70 *м*. Глины тощие, твердой, редко полутвердой консистенции, средне- и высокоуплотненные, участками карбонатные, слабозасоленные, ожелезненные. Объемный вес их 1,8—2,0 *г/см*^{3}, сцепление 0,15—0,3 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения 20—25°, условное допускаемое напряжение 2,5—3,0 *кГ/см*^{2}.

Подземные воды, заключенные в песках, обычно обладают напором от 1,8 до 35 *м*. Дебиты водопунктов не превышают 0,4—0,5 *л/сек*.

Общая минерализация воды изменяется от 0,8 до 7 *г/л*, близ р. Урала она колеблется от 2 до 3 *г/л*.

Комплекс отложений палеоцен-эоцена объединяется *в инженерно-геологическую группу полускальных и песчаных пород,* представленных опоковидными песчаниками, трещиноватыми опоками с прослоями опоковидных глин и кварцевых мелкозернистых песков, общей мощностью от 50 до 250 *м*, но обычно 75 *м*. Объемный вес опок 1,3—1,9 *г/см*^{3}, условное допускаемое напряжение превышает 10 *кГ/см*^{2}. Опоковидные глины характеризуются сцеплением 0,19 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения 16°, объемный вес 1,62 *г/см*^{3}, условное допускаемое напряжение до 2 *кГ/см*^{2}. Пески мелкозернистые кварц-глауконитовые, объемный вес 1,52 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 30°, коэффициент пористости 0,6, условное допускаемое напряжение равно 2,8 *кГ/см*^{2}.

Трещиноватые опоки содержат подземные воды, часто напорные, залегающие на глубинах 8—50 *м* и более. Дебиты скважин изменяются от 0,85 до 6,6 *л/сек*. Воды имеют минерализацию до 1 *г/л* и редко до 7 *г/л*.

РЕГИОН III — ПРЕДУРАЛЬСКИЙ КРАЕВОЙ ПРОГИБ

Рассматриваемый регион расположен на южном продолжении Уральских складчатых структур вдоль юго-восточной окраины Русской платформы. Он выполнен мощной толщей флишевых образований, включающих галогенные породы верхнего карбона и нижней перми, перекрываемых красноцветными породами пермо-триаса.

Предуральский прогиб заложен на последнем этапе развития геосинклинального режима (верхний карбон — нижняя пермь). Он состоит из системы глубоких впадин, время замыкания которых совпадает с завершением горообразовательных движений варисцийской эпохи конца нижнего триаса. В пределах его развита единая геоморфологическая область — **Приуральско-Примугоджарская увалисто-холмистая равнина** сложного строения, представляющая собой денудационную поверхность с отметками от 200 до 400 *м* на горизонтально залегающих или полого-падающих породах. Она охватывает полосу линейно-грядовых равнин Актюбинского Приуралья и холмистых равнин Западного Примугоджарья, которая рассечена разветвленной сетью верхних притоков рек Илека и Эмбы.

В регионе развиты терригенная (красноцветная) и терригенная формации.

Терригенная (красноцветная) формация представлена комплексом прибрежно-морских отложений верхней перми (P_2) — нижнего триаса (T_1), отложившимся в геосинклинальных условиях и объединяемых в инженерно-геологическую группу пластичных связных и песчаных пород, а также комплексом прибрежно-морских нижнепермских отложений (P_1), относящимся к группе полускальных и пластичных связных пород.

Районы распространения комплексов отложений верхней перми и нижнего триаса развиты в бассейнах рек Жаксы- и Жаман-Карагалы и р. Илека. Они представлены пестроцветными и красноцветными глинами и песками с прослоями мергелей, рыхлых песчаников, аргиллитов, известковистых конгломератов, известняков, песков и галечников мощностью от 400 до 2000 *м*. Вследствие хорошей дренированности верхняя часть комплекса характеризуется малой водоносностью: производительность колодцев и дебиты родников колеблются от сотых долей до 1 *л/сек*.

Район развития отложений нижнего отдела перми (P_1) представлен комплексом пород, состоящих из разнозернистых, нередко извест-

ковистых песчаников, конгломератов, гравелитов, глин, органогенно-обломочных, местами кавернозных известняков. Распространен данный комплекс в Актюбинском Приуралье, мощность его колеблется от 1500 до 2800 *м*. Подземные воды в нем имеют различную минерализацию (от 1 до 100 *г/л*) и производительность (от десятых долей до 18 *л/сек* при самоизливе).

В инженерно-геологическую группу песчаных пород входит комплекс морских отложений.

Терригенная формация верхнего мела (сеноман) и комплекс континентальных отложений нижнего мела (верхний альб).

Верхнемеловой комплекс наиболее широко развит на междуречье Орь — Илек и Илек — Большая Хобда. Он представлен кварц-глауконитовыми мелкозернистыми или неравномернозернистыми песками, с желваками фосфоритов и подчиненными прослоями глин и песчаников. Объемный вес песков составляет 1,6—1,85 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 30—35°, условное допускаемое напряжение 3—3,5 *кГ/см*^{2}, во взвешенном состоянии оно снижается до 1,4 *кГ/см*^{2}. Мощность комплекса на западе достигает 115 *м* и уменьшается к востоку и северо-востоку от Актюбинска.

Песчаный комплекс континентальных отложений нижнего мела представлен кварцевыми ожелезненными косослоистыми песками с редкими прослоями глин и гравия. Мощность его варьирует от 10 *м* в Примугоджарье до 130 *м* и более. Объемный вес песков равен 1,7—1,8 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 32—33°, условное допустимое напряжение в сухом состоянии 3—3,2 *кГ/см*^{2} и во взвешенном 1,5—1,7 *кГ/см*^{2}.

К песчаным комплексам сеномана — альба приурочен единый мощный водоносный горизонт. Вода встречена в скважинах на глубинах от 15 до 25 *м* и более. Все скважины показали напорность вод и расходы 3—10 *л/сек*. Эти воды дают начало всем рекам региона. Воды имеют минерализацию 0,5—0,6 *г/л*.

РЕГИОН IV — УРАЛТАУ-МУГОДЖАРСКОЕ СКЛАДЧАТОЕ СООРУЖЕНИЕ

Уралтау-Мугоджарское складчатое сооружение является южной оконечностью Уральского хребта. В его строении принимает участие серия меридионально вытянутых параллельных синклинориев и антиклинориев. С запада регион ограничен описанным выше прогибом, а с востока — Тургайской впадиной.

Описываемый регион в геоморфологическом отношении представляет собой **область горно-островного мелкосопочника Южного Уралтау и Мугоджар** с абсолютными отметками от 300 до 656 *м*. Он протягивается в меридиональном направлении более чем на 350 *км* при ширине от 5—25 до 60 *км*. К югу и востоку хребет переходит в равнину с отдельными сопками и грядами, заканчиваясь к югу горами — Чушкакульской антиклиналью и Чаграйским плато. В регионе развиты формации: терригенная (красноцветная), карбонатная, эффузивно-осадочная, метаморфическая, эффузивная и интрузивная, а также формация горных склонов поверхностных отложений.

Формация горных склонов представлена комплексами делювиальных и аллювиальных отложений. *В инженерно-геологическую группу грубообломочных несвязных пород* входит комплекс современных аллювиальных отложений. Он представлен валунным и валунно-галечниковым материалом с песчано-гравийным заполнителем. Мощность комплекса изменяется не только в различных речных долинах, но и в пределах одной долины от 10 до 30 *м*. Подземные воды в них

залегают на глубинах 1—2 *м*. Удельный дебит скважин колеблется от 2 до 3 *л/сек*, а сухой остаток воды от 0,3 до 1,8 *г/л*.

Инженерно-геологическая группа песчаных и грубообломочных пород включает широко распространенный комплекс аллювиальных отложений нижне-верхнечетвертичного возраста мощностью от 5 до 35 *м*. Он представлен разнозернистыми песками с прослоями гравия и галечника, реже валунов. Подземные воды залегают на глубинах 10—12 *м*. Расход родников и колодцев составляет 0,2—0,5 *л/сек*.

Комплекс делювиальных отложений объединяется в инженерно-геологическую группу связных пород с включением обломочных. Он представлен суглинками и супесями с большим количеством обломков и щебня коренных пород. Мощность от 0,5 до 15 *м*.

Молассовая формация, представленная комплексом континентальных отложений средней юры, относится к инженерно-геологической группе песчаных и песчано-глинистых пород, распространенных в Орской депрессии. Комплекс пород слагается песками, алевритами, песчаниками, глинами с базальным конгломератом в основании и пластами угля в средней части разреза. Мощность комплекса колеблется от 100 до 350—400 *м*. Для песков угол внутреннего трения при коэффициенте пористости 0,6 равен 36°. Условное допускаемое напряжение в основании сооружений равно 2,5—3,5 *км/см*^{2}. К данному комплексу приурочены напорные воды. Удельные дебиты скважин обычно равны 0,9—0,1 *л/сек* и только в единичных случаях достигают 1,18—9,3 *л/сек*. Минерализация воды колеблется от 1 до 3—6 *г/л*.

Терригенная (красноцветная) формация включает комплекс отложений верхнего плиоцена прибрежно-континентального генезиса, входящих в инженерно-геологическую группу пластичных и песчаных пород, распространенных в пониженных участках рельефа Южных Мугоджар и долинах рек. Мощность колеблется от 20 до 30 *м*. Комплекс представлен глинами с прослоями грубозернистого песка, галечника и гравия. Глины содержат известковистые журавчики, бобовины бурого железняка, гальки изверженных пород. Песчано-галечные отложения косослоистые, бесструктурные, красно-бурые, иногда сцементированные песчанистой, буровато-красной глиной. Подземные воды содержатся в песчано-галечных отложениях. Минерализация вод пестрая. Дебиты водопунктов колеблются от 0,1 до 0,3 *л/сек*.

Карбонатная формация представлена комплексом отложений нижнего карбона, локально развитых на отдельных участках региона. По составу и свойствам эти породы включаются в инженерно-геологическую группу скальных и пластичных пород, представленных известняками, мергелями, алевролитами и песчаниками. Известняки местами закарстованные, условное допускаемое напряжение 30—50 *кГ/см*^{2}. Породы обводнены по трещинам и карстовым пустотам. Возможна сульфатная агрессивность части вод. Воды напорные. Водообильность зависит от степени трещиноватости и закарстованности. Дебиты скважин изменяются от 1 до 35 *л/сек*. Воды пресные и слабосолоноватые, сухой остаток колеблется от 0,8 до 2 *г/л*. При освоении района следует учитывать возможность развития карстовых процессов.

Терригенная формация представлена комплексами пород верхнего девона и нижнекаменноугольных отложений, отвечающих геосинклинальному режиму в варисцийском цикле. Накопление их происходило в прибрежно-континентальных условиях.

Комплекс отложений верхнего девона по свойствам пород объединяется в инженерно-геологическую группу скальных и песчаных пород

и представлен полимиктовыми песчаниками, конгломерат-сланцево-песчаниковой толщей пород общей мощностью 1200 *м*. Подземные воды, заключенные в верхней трещиноватой зоне мощностью 40—50 *м*, пресные, отличаются изменчивой водообильностью.

Комплекс угленосных отложений нижнего карбона распространен в центральной части Берчогурской синклинали. По составу и свойствам он относится к группе песчаных и пластичных пород, представленных песками и глинами с прослоями рыхлых песчаников, песчанистых известняков, мергелей, углисто-глинистых сланцев, содержащих маломощные прослои каменных углей, общей мощностью более 800 *м*. Водообильность комплекса связана с его трещиноватостью. Минерализация воды 1—1,5 *г/л*.

Эффузивно-осадочная формация включает отложения силура, широко распространенные в регионе. По составу и свойствам данный комплекс пород относится к инженерно-геологической группе скальных пород. Этот комплекс представлен диабазами, спилитами, базальтовыми порфиритами и их туфами, туфопесчаниками, конгломератами, содержащими прослои известняков, брекчий и кремнисто-глинистых сланцев, которые распространены широкой полосой от южной оконечности Мугоджар к северу от широты 50°. Мощность комплекса достигает 5000 *м*. Породы тектонически сильно нарушены, в верхней зоне трещиноваты. Трещины частью открыты, а частью заполнены кальцитом и другими заполнителями. Объемный вес базальтовых порфиритов изменяется от 1,9 до 2,5 *г/см*^{3}, пористость равна 1,5—2%, сцепление 3,0—3,8 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения колеблется от 30 до 40°, условное допускаемое напряжение от 7 до 45—50 *кГ/см*^{2}. Верхняя трещиноватая зона комплекса обводнена. Глубина залегания подземных вод от 5 до 10 *м* в пониженных местах и до 25—70 *м* на водоразделах. Дебиты родников и колодцев обычно менее 0,5 *л/сек*, местами достигают 5 *л/сек*. Воды пресные, минерализация обычно до 1, реже до 3 *г/л*.

Метаморфическая формация, широко распространенная в регионе, охватывает диапазон от докембрия до ордовика и представлена комплексом пород, по своим качествам и прочности входящих в инженерно-геологическую группу скальных пород. Район развития комплекса метаморфических пород средней степени метаморфизации сложен сланцами, кварцитами, гнейсами, амфиболитами докембрия, рассланцованными песчаниками, конгломератами кембрия, кварцитами, кварцито-песчаниками, слюдистыми кварцитами, филлитами серицитовыми, углисто-серицитовыми, хлорито-серицитовыми сланцами нижнего палеозоя и рассланцованными кремнистыми туфами, туффитами и кремнистыми сланцами ордовика. Объемный вес метаморфических пород изменяется от 2,4 до 2,7 *г/см*^{3}, удельный вес 2,81 *г/см*^{3}. Коэффициенты фильтрации небольшие, вследствие малой открытой трещиноватости. Породы в целом водостойкие. Образуемая на них кора выветривания состоит из плотной глины с дресвой и щебнем. В верхней части породы трещиноваты на глубинах от 5 до 100 *м* в зависимости от рельефа. Водообильность пород зависит от степени трещиноватости, дебиты родников варьируют от сотых до десятых долей литра в 1 *сек*. Удельные дебиты скважин от 0,01 до 0,3 *л/сек*. Минерализация вод пестрая. Сухой остаток изменяется от 0,3 до 7,5 *г/л*, обычно 0,8—2,0 *г/л*. Вероятна сульфатная и общекислотная агрессивность вод, которая плохо изучена. Комплекс метаморфических пород в верхней части интенсивно выветрен, особенно до глубины 3—5 *м*.

Эффузивная формация охватывает отложения среднего девона и среднего карбона южной и восточной частей региона. По сос-

таву и свойствам они относятся к инженерно-геологической группе скальных пород.

Комплекс среднедевонских пород представлен кварцевыми порфирами, фиелитами, кварцевыми альбитофирами и их туфами, залегающими в зеленокаменной зоне Мугоджарского хребта. Породы обводнены по трещинам, преимущественно в тектонически опущенных зонах, водоносны, дебиты родников не превышают 0,5—1 *л/сек*. Минерализация воды от 0,3 до 1 *г/л*, воды, как правило, неагрессивные. Объемный вес эффузивных пород равен 2,0—2,7 *г/см*^{3}, условно допускаемое напряжение превышает 50 *кГ/см*^{2}.

Комплекс пород среднего карбона представлен зелеными порфирами, переслоенными порфиритовыми туфами. Породы крепкие, в верхней зоне выветрелые, трещиноватые, обводненные по трещинам. Дебиты водопунктов не более 1 *л/сек*. Объемный вес пород 2,1—2,6 *г/см*^{3}, условное допускаемое напряжение более 50 *кГ/см*^{2}.

По составу и свойствам породы интрузивной формации объединяются в единую инженерно-геологическую группу комплексов скальных пород, подразделяющихся на кислые, основные и ультраосновные. Первый комплекс развит только в Мугоджарах, а второй и третий — как в пределах Южного Уралтау, так и Мугоджар. Ввиду большого сходства инженерно-геологических свойств перечисленных трех комплексов пород, описание их ведется совместно. Объемный вес изменяется от 2,4 до 2,75 *г/см*^{3}, удельный вес — от 2,58 до 2,84 *г/см*^{3}, коэффициенты фильтрации по трещинам от 0,02 до 2 *м/сутки*. Наиболее интенсивная трещиноватость развита до глубин 40—50 *м*, реже 80 *м*. В целом породы водостойкие. Заключенные в зоне открытой трещиноватости грунтовые воды пресные. Дебиты родников колеблются от сотых долей до 3 *л/сек*. Дебиты скважин от 0,19—1,7 *л/сек*, при понижении на 3—27 *м*. Возможна общекислотная агрессивность вод, заключенных в двух первых генетических комплексах пород.

С поверхности породы интрузивной формации значительно выветрелые. Образовавшаяся на них кора выветривания сильно снижает их инженерно-геологические свойства. На породах основного состава образуется силицитизированный покров мощностью 5 *м*, на серпентинитах — нонтронитовый до 10 *м*. Объемный вес коры выветривания снижается до 1,8—2,0 *г/см*^{3}, сцепление равно 3—4 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения около 20°, условное допускаемое напряжение 15—18 *кГ/см*^{2}. В составе древней коры выветривания преобладают плотные глинистые породы с дресвой и щебнем, с глубиной переходящие в скальные породы. Глины легко размокают и оплывают в воде. Поэтому на обводненных участках они легко разрушаются и имеют тенденцию к оползанию. Для пород данных комплексов характерно развитие процессов выветривания с образованием осыпей в условиях сильно расчлененного рельефа. В целом породы вне коры выветривания характеризуются высокими несущими свойствами.

РЕГИОН V — АРАЛО-ТУРГАЙСКИЙ ПРОГИБ

Рассматриваемый регион, входящий в Западный Казахстан только небольшой частью, представляет собой синеклизу, возникшую в палеозое и продолжавшую развиваться в мезо-кайнозойское время. В строении его принимают участие сильно дислоцированные породы докембрия и палеозоя, подстилающие полого залегающий на них чехол мезозойских и кайнозойских отложений. В примугоджарской части прогиба как складчатые, так и сопровождающие их разрывные дислокации имеют меридиональное (уральское) простирание. Здесь наблюдается

закономерное чередование антиклинориев и синклинориев, имеющих большую протяженность. Складчатый фундамент в сторону прогиба погружается весьма полого, а в пределах самого прогиба имеет неровную поверхность, с глубиной залегания от 100 *м* в Примугоджарье до 1000 *м* у внешних границ Актюбинской области. Характерной особенностью региона является наличие пологих складок, захватывающих весь комплекс пород, включая четвертичные отложения, которые состоят из чередования антиклиналей и синклиналей с почти меридиональным унаследованным простиранием. В регионе развита терригенная (красноцветная), приледниковая и полупустынная формации.

В описываемом регионе в пределах Западного Казахстана выделяются две геоморфологические области: Тургайская и Чаграйская столово-останцовые равнины (V_1) и Приаральская песчано-холмистая равнина (V_2).

Область Тургайской и Чаграйской столово-останцовых равнин представляют собой сухостепь, столовую страну с плоскими возвышенностями. В южной части в меридиональном направлении ее прорезает древняя долина стока Тургайской ложбины. В области распространены терригенная и приледниковая формации.

В юго-восточной части региона располагается **область Приаральской песчано-холмистой равнины** — Северо-Восточное Приаралье, где широким развитием пользуются аллювиальные и озерно-аллювиальные с эоловой обработкой равнины со значительными площадями распространения песков. В области имеют преимущественное распространение терригенная и полупустынная формации (рис. 86).



Рис. 86. Незадернованный эоловый песчаный массив Большие Барсуки. (Фото А. В. Сотникова)

Ниже приводится совместное описание геолого-генетических комплексов, относящихся к той или иной формации всего региона.

Формация полупустынь по составу и свойствам охватывает комплексы пород, объединяемые в три инженерно-геологические группы. В инженерно-геологическую группу песчаных пород входят комплексы эоловых песков и современных аллювиальных отложений. Массивы эоловых песков мощностью до 30 *м* отчасти закреплены растительностью и имеют почвенный покров. Пески тонко-, и мелко- и среднезернистые, полимиктовые, кварцевые (до 80% кварца), реже полевошпатовые. Зерна песка окатаны, в сухом состоянии сыпучие, во влажном обладают незначительной связанностью; угол внутреннего трения 27°, сопротивление песков размыву и развеванию очень большое. Коэффициент фильтрации 7—14,5 *м/сутки*. В песках заключены грунтовые воды, залегающие на глубинах 2—5 *м* и обладающие хорошим качеством. Возможна выщелачивающая агрессивность.

Комплекс современных аллювиальных отложений сложен мелкозернистыми песками с прослоями гравия и гальки, глин и суглинков. В целом отложения водоносны, глубина залегания грунтовых вод ко-

леблется от 0 до 5 *м*, а дебиты водопунктов — от 0,01 до 0,8 *л/сек*. Воды пестрые, местами обладают сульфатной агрессивностью. Объемный вес песков равен 1,7 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения 30°.

В инженерно-геологическую группу песчаных и связных пород входит комплекс средне-верхнечетвертичных отложений. В основании его залегает галечник, сменяющийся выше песками, суглинками и глинами. В целом отложения засолены. Заключенные в них подземные воды имеют минерализацию до 10 *г/л*.

В инженерно-геологическую группу соленосных пород входит комплекс озерно-соровых отложений, слагающий высохшие озерные впадины. Мощность их варьирует от 0,5 до 10 *м*. В основании обычно преобладают разнозернистые пески с гравием, которые кверху замещаются глинами с линзами и прослоями солей. С поверхности они перекрываются минеральной грязью и соляной коркой толщиной до 30 *см*. Иногда присутствует прослой мирабилита или галита. В целом отложения сильно засолены. Объемный вес верхних глин 1,95 *г/см*^{3}, сцепление 0,3 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения 20°, модуль компрессии 40. Подобно такырам, дно соров в сухое время растрескивается. Отложения слабоводоносны, обычно содержат соленые воды и рассолы с сульфатной, крабонатной и магнезиальной агрессивностью.

Терригенная формация, образовавшаяся в платформенных условиях, включает комплекс неогеновых и палеогеновых пород. В рассматриваемой формации по составу и свойствам выделяются комплексы морских отложений чеганской свиты и континентальных зеленоцветных отложений аральской свиты, которые объединяются *в инженерно-геологическую группу пластичных пород*.

Зеленоцветный комплекс континентальных отложений аральской свиты широко распространен в южной части региона. Он представлен зеленовато-серыми и светло-фиолетовыми глинами с охристыми прослоями и гнездами, гидроокислами железа и марганца. Глины жирные, комковатой структуры с крупными друзами (70 *см*) и прослоями гипса. При выветривании глины распадаются на остроугольные (5—10 *м*) обломки. В сухое время на поверхности глин образуется система трещин шириной 15—20 *м* и глубиной до 2—2,5 *м*. Во влажный период трещины закрываются. Мощность глин в синклиналях 60—65 *м*, на остальной части 10—15 *м*. В рельефе глины способны удерживать высокие откосы, образуют склоны, покрытые пухлыми солончаками. Они устойчивы против размыва, эрозионная сеть развита на них слабо. Глины засолонены сульфатно-хлоридными и частично хлоридными солями. Степень засоленности доходит до 90 *мг-экв* на 100 *г*. В зоне выветривания этих глин формируются бурые почвы с кристаллами гипса. Характерной особенностью аральских глин является их высокая гидрофильность и набухаемость. Величина набухаемости в лабораторных условиях составляла 170—243%, а усадка в среднем 20%. Глины практически водоупорны, однако по песчаным прослоям слабо обводнены и содержат воду с повышенной минерализацией. Объемный вес глин 1,8—1,9 *г/см*^{3}, сцепление 0,4—0,7 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения 7—14°, условное допускаемое напряжение 2,5—3 *кГ/см*^{2}.

Широко распространенный комплекс морских отложений чеганской свиты нижнего олигоцена отличается выдержанностью литологического состава и представлен глинами зеленовато- и синевато-серыми, некарбонатными, малопластичными, уплотненными, неясно-слоистыми с небольшими линзами глауконитового песка, алеврита, песчаника, мелкими конкрециями сферосидерита. В зоне выветривания глины становятся тонкопластичными, листоватыми, ожелезненными с кристаллами и конкрециями гипса. Содержание глины в свите составляет 80—85%,

песков и песчаников — 15—20%. Мощность их в синклиналях 80—90 *м*, на антиклиналях 10—20 *м*. В Примугоджарской зоне в связи с приближением береговой линии глины становятся более песчаными, они характеризуются средней засоленностью, преимущественно сульфатной и хлоридно-сульфатной, обладают способностью к набуханию. Сцепление глин 0,37 *кГ/см*^{2}, условное допускаемое напряжение 2,5—2,6 *кГ/см*^{2}. Чеганские глины являются региональным водоупором, однако содержащиеся в них небольшие линзы и прослои песка незначительно водоносны, что способствует образованию неглубоких оползневых смещений на склонах, сложенных этими глинами.

Отложения нерасчлененного комплекса чаграйской и чиликтинской свит среднего и верхнего олигоцена относятся к трем инженерно-геологическим группам.

Комплекс континентальных пород чаграйской свиты, слагающий поверхности столовых возвышенностей, относится *к инженерно-геологической группе полускальных пород с песчаными*. Он представлен песками с прослоями и линзами гравия, железистых песчаников и конгломератов. В средней части комплекса преобладают пески, а в верхней — песчаники и конгломераты. Грубообломочный материал сносился от подножия Мугоджар, в связи с чем по мере удаления от них происходит измельчение и сортировка материала. Мощность комплекса достигает 35—40 *м*, уменьшаясь к югу до 5 *м*. Пески средне- и крупнозернистые. Объемный вес в сухом состоянии 1,8 *г/см*^{3} и во влажном 1 *г/см*^{3}, угол внутреннего трения и естественного откоса 33°, условное допускаемое напряжение 3 *кГ/см*^{2}, а во влажном состоянии 1,7 *кГ/см*^{2}. Грунтовые воды содержатся в нижней зоне, возможна выщелачивающая (карбонатная) агрессивность. Глубина залегания составляет 6—8 *м*, с погружением пород она возрастает до 73 *м*, а воды приобретают напор. Восходящие родники имеют расход до 2,9 *л/сек*. По мере удаления от области питания минерализация воды возрастает до 3 *г/л* и более.

Широко распространен комплекс континентальных песчаных и алевритовых отложений чиликтинской свиты, объединяемой в инженерно-геологическую *группу песчаных пород*. Пески диагонально- и косослоистые, слюдисто-кварцевые, ожелезненные. Комплекс отличается хорошей водопроницаемостью и сравнительно слабой сопротивляемостью размыву и особенно развеванию, с чем связано образование оврагов и эоловых форм рельефа на поверхности этих отложений. Прослои песчаников образуют карнизы. Мелкие и пылеватые разности проявляют плывучесть, однако в зоне капиллярного поднятия эти пески характеризуются высокой плотностью и устойчивостью. Для мелких песков угол внутреннего трения изменяется от 27 до 36°, сцепление равно 0—0,24 *кГ/см*^{2}, условное допускаемое напряжение на глубине 3 *м* колеблется от 1,5 до 3 *кГ/см*^{2}.

Комплекс прибрежных песчано-глинистых пород относится к инженерно-геологической *группе песчаных пород с пластичными*. Условное допускаемое напряжение на пески 2—2,1 *кГ/см*^{2}. Глины имеют объемный вес 1,7—1,9 *г/см*^{3} и подразделяются на средне- и высокоуплотненные. Коэффициент макропористости их равен 0,45—0,35, т. е. глины не просадочны; сцепление 0,25 *кГ/см*^{2}, сопротивление сдвигу 1,8 *кГ/см*^{2}. Породы чаграйской и чиликтинской свит перекрыты маломощными (до 3 *м*) покровами и делювиальными суглинками, сходными по составу с материнской породой.

Комплексы пород тасаранской и саксаульской свит объединяются в пять инженерно-геологических групп пород. В группу *песчаных и песчано-галечниковых пород* входит комплекс прибрежно-морских глау-

конитовых песков, глин и опоковидных глин, широко распространенный на Иргиз-Улькаякском междуречье, мощностью до 280 *м*, которая увеличивается с запада на восток при увеличении содержания глин к югу, юго-западу и востоку от Мугоджар. Характерной особенностью отложений является отсутствие гипсоносности и налнчие прослоев кварц-глауконитовых песчаников и алевролитов на глинисто-кремнистом цементе. Глины бескарбонатные очень плотные, слабоводопроницаемые. Угол внутреннего трения 14°, сцепление 1,5—1,65 *кГ/см*^{2}, условное допускаемое напряжение 1,5—3 *кГ/см*^{2}. Пески комплекса мелкозернистые, кварц-глауконитовые, местами плывучие и дают пробки при прохождении скважин. В сухом состоянии устойчивы и откосы их близки к вертикальным. Влажность песков 10%, сцепление 0,6 *кГ/см*^{2}, угол внутреннего трения 20°, коэффициент фильтрации колеблется от 1,2 до 2,5 *м/сутки*, а условное допускаемое напряжение от 0,3 до 2,25 *кГ/см*^{2}. В целом комплекс слабоводопроницаем.

В инженерно-геологическую *группу полускальных пород входит* комплекс морских опок и опоковидных песчаников. Опоки легкие, сильно трещиноватые и выветрелые. Объемный вес их 1,3—1,8 *г/см*^{3}, коэффициент фильтрации варьирует от 0,15 до 5 *м/сутки*; условное допускаемое напряжение выветрелых разностей 2—3 *кГ/см*^{2}. Опоки неоднородны, водоносны по трещинам. Воды обладают напором до 80 *м* с вероятной агрессивностью.

Комплекс континентальных песков сливных песчаников, кварцитовидных гравелитов и галечников эоцена объединяется в инженерно-геологическую *группу скальных пород с песчаными.* Он распространен западнее меридиана 61°. Песчаники состоят из плохо окатанных зерен кварца. Вследствие большого количества песка комплекс обладает значительной водопроницаемостью, малой сопротивляемостью эрозии и дефляции. Воды обычно напорные, местами с самоизливом.

Комплекс морских глин с редкими прослоями песков относится к инженерно-геологической *группе пластичных пород.* Доминируют песчанистые и кремнистые глины с линзами песка. Глины водоупорны, объемный вес 1,82 *г/см*^{3}, сцепление 0,37 *кГ/см*^{2}, условное допускаемое напряжение 2,5—2,7 *кГ/см*^{2}.

Комплекс морских глин со значительными прослоями песков относится к инженерно-геологической группе *пластичных пород с песчаными.*

РЕГИОН VI — МАНГЫШЛАКСКАЯ СИСТЕМА ДИСЛОКАЦИЙ

В состав этого региона включаются территории полуострова Бузачи (Бузачинское поднятие), Горного Мангышлака (Мангышлакская мегантиклиналь), Степной Мангышлак или плато (Южно-Мангышлакский прогиб).

Мангышлакская мегантиклиналь представляет собой систему параллельных антиклинальных и синклинальных складок. В размытых ядрах наиболее приподнятых антиклиналей вскрываются отложения перми и триаса, отделенные от мезо-кайнозойских отложений резким угловым несогласием. В разрезе мезо-кайнозойских пород наблюдаются крупные надвиги и разрывы. Последние особенно развиты вдоль южного края пермо-триасового массива Каратау. К востоку складки Мангышлака уходят под неогеновый чехол Устюрта, на юге они ограничены обширным Южно-Мангышлакским прогибом, отделяющим их от Туаркырских складок, на севере складчатость в ослабленном виде проявляется в поднятии п-ова Бузачи.

В регионе развиты преимущественно формации поверхностных отложений пустынь и формации коренной основы: терригенная (красно-

цветная), терригенно-карбонатная, карбонатная и терригенная, относящиеся к альпийскому структурному этажу, молассовая формации — к варисцийскому.

Бузачинская низменность (VI_1) является типичной аккумулятивной приморской равниной с приподнятой центральной частью, переходящей на севере в плоские низины. В настоящее время в результате понижения уровня Каспия береговая линия отодвинулась и на освободившейся из-под моря суше образовались солончаки и развеваемые пески. В пониженных частях рельефа развиты многочисленные соровые впадины, в которых грязь и вода сохраняются круглогодично, несмотря на исключительно высокое испарение. Абразионная деятельность древнекаспийской трансгрессии обусловила равнинный характер местности.

В результате неоднократных трансгрессий и регрессий моря образовались морские террасы, придающие рельефу ступенчатый характер. Самая молодая терраса — пляж (отметки минус 25—28 *м*) прослеживается вдоль побережья моря и пологим уступом переходит в более древнюю террасу высотой минус 6—7 *м* с пологоволнистым рельефом. Обе они относятся к новокаспийской фазе трансгрессии Каспия Наиболее высокая терраса имеет высоту 75 *м* над уровнем моря и относится к хвалынской трансгрессии. В южной части низменности в рельефе выделяются останцы неогеновых известняков с относительными превышениями над низменностью в 20—30 *м*.

В данной области незначительное распространение получили формации: терригенная и карбонатная и очень широко развиты формации поверхностных отложений пустынь.

Формация пустынь получила среди поверхностных отложений широкое развитие. По генезису породы этой формации подразделяются на морские и континентальные. Среди пород континентального генезиса выделяются комплексы эоловых и соровых отложений Бо ее широко развиты морские образования, которые по составу слагающих пород объединены в четыре инженерно-геологические группы.

Инженерно-геологическая группа связных пород включает комплекс, представленный бакинскими сильно песчаными глинами, с прослоями галечников и конгломератов. Мощность их равна 2—3 *м* и лишь местами увеличивается до 15 *м*. Этот комплекс распространен в южной части п-ова Бузачи в виде небольших островов.

В инженерно-геологическую группу полускальных пород входит комплекс хазарских отложений, развитых на северо-западе п-ова Бузачи. Комплекс представлен рыхлыми ракушечниками или детритусовыми плотными песчанистыми известняками мощностью не более 0,5—1 *м*, реже до 5 *м*.

Инженерно-геологическая группа связных и песчаных пород включает комплекс хвалынских суглинков с линзами супесей, песков и плотных шоколадных глин в южной части. Мощность отложений 3—5 *м*. Комплекс слагает центральную часть п-ова Бузачи.

В инженерно-геологическую группу песчаных и связных пород входит комплекс новокаспийских глинистых мелкозернистых песков, с прослоями глин и ракушечного детритуса, внизу сменяемых глинистыми песками с супесями и суглинками. Этот комплекс мощностью 3—5 *м* распространен широкой полосой вдоль побережья Каспийского моря (соры Мертвый Култук и Кайдак).

Терригенная (красноцветная) формация сложена эоценовыми породами. В ней развиты комплексы глинистых мергелей и глин с прослоями битуминозных сланцев мощностью до 40 *м*, объединяемых в инженерно-геологическую *группу полускальных и пластичных пород.*

Карбонатная формация верхнего мела сложена плотными мергелями с небольшими прослоями мела и редко глинистого известняка, которые по свойствам объединяются в инженерно-геологическую *группу полускальных пород.* Общая мощность комплекса достигает 65 *м*. Эти известняки являются хорошим строительным материалом.

Мангышлакское низкогорье (VI_2), **Южно-Мангышлакское и Тюбкараганское плато** (VI_3). Первая область представляет собой сильно расчлененную поверхность с выделяющимися горными массивами Каратаушик, Западный и Восточный Каратау и хребтами Северный и Южный Актау, которые сложены пермскими и мезозойскими отложениями Поверхность горных массивов Каратау имеет характер столовых плато с отдельными вершинами, возвышающимися на 50—100 *м* и только в двух случаях (г. Отпан и г Бесчоку) до 500 *м*. Склоны гор крутые, изрезанные глубокими долинами и ущельями С севера и юга горы Каратау ограничивают параллельно вытянутые Прикаратауские «долины» с абсолютными отметками дна 60—120 *м*. К югу от Каратауских гор простирается аридно-денудационное столовое плато, понижающееся в сторону побережья Каспийского моря от 100 до 28 *м*. Плато слагается почти горизонтально залегающими известняками-ракушечниками, мергелями и песчаниками неогена Для общего равнинного рельефа типичным является развитие пологих карстовых западин и больших глубоких замкнутых впадин с крутыми, часто обрывистыми склонами.

В области развиты преимущественно поверхностные отложения, формации пустынь, а также карбонатная терригенная (красноцветная), терригенно-карбонатная и молассовая формации коренной основы.

Формация полупустынь, получившая на рассматриваемой территории преимущественное распространение, слагается комплексами пород континентального и морского генезиса.

Комплексы пород континентального генезиса объединяются в три инеженерно-геологические группы: *песчаных, связных с включением обломочных и соленосных горных пород.*

Группа песчаных отложений эолового генезиса, находящаяся в различных стадиях вторичного развевания и закрепления, встречается на Южно-Мангышлакском плато. Это пески мелкозернистые, пылеватые, местами ожелезненные мощностью до 20—30 *м* и более. В них грунтовые воды залегают на глубине от 2 до 10 *м* и нередко имеют минерализацию до 1 *г/л*.

Группа связных пород с включением обломочных состоит из суглинков со щебнем песчаников и известняков делювиально-пролювиального генезиса, распространенных по склонам горных массивов плато Тюбкараган и Южного Мангышлака. Мощность этих отложений колеблется от 1 до 15 *м*. Подземные воды в них характеризуются дебитами родников от 0,01 до 3,3 *л/сек*, реже до 2—3 *л/сек*.

Комплексы пород прибрежного морского генезиса пользуются на Южном Мангышлаке ограниченным распространением и слагают узкую полосу вдоль берега Каспийского моря.

Комплекс хазарских отложений, входящий *в инженерно-геологическую группу полускальных пород,* представлен известняками-ракушечниками мощностью до 3—5 *м*, залегающими на известняках неогена Они развиты вдоль побережья п-ова Мангышлак, западнее мыса Токмак, а также севернее мыса Мелового, в верховьях оврага Ащисай и на северном берегу бухты Кендерли.

Комплекс хвалынских отложений, объединяемый в *инженерно-геологическую группу песчаных и связных пород,* в основном сложен средне- и разнозернистыми песками и жирными бурыми глинами. Мощ-

ность их достигает 6 *м*. Они слагают террасы в районе залива Сарыташ и севернее мыса Сагындык. Условное допускаемое напряжение песков средней крупности равно 2,5—3,5 *кГ/см*^{2}, а глин при коэффициенте пористости 0,5—0,8 равно 3—4 *кГ/см*^{2}. Подземные воды этого комплекса высокоминерализованные.

Комплекс новокаспийских отложений, *объединяемый в инженерно-геологическую группу песчаных пород,* сложен мелкозернистыми песками с незначительными прослоями глин и галечников. Мощность их не превышает 5 *м*. Комплекс протягивается узкой полосой вдоль побережья Каспийского моря. Отложения галечников встречаются на абразионных террасах между мысами Скалистый, Сагындык и Меловой.

Молассовая формация преимущественно морского генезиса сложена пермскими и триасовыми метаморфическими образованиями, которые по составу и инженерно-геологическим свойствам объединяются в *группу скальных пород,* распространенных в пределах горных массивов Каратау. Они представлены чередованием глинистых сланцев и песчаников с прослоями известняков. Общая мощность превышает 4000 *м*. Эти породы интенсивно раздроблены трещинами и разбиты на крупные тектонические блоки. Подземные воды, приуроченные к трещиноватой зоне пермо-триаса, разгружаются в виде родников у подножия горных массивов и по склонам межгорных долин. Дебиты родников достигают 5 *л/сек* и более. Минерализация их обычно не превышает 1 *г/л*.

Терригенная (красноцветная) формация преимущественно морского генезиса сложена палеогеновыми отложениями. Они по составу и свойствам объединяются *в инженерно-геологическую группу* пластичных и песчаных пород. Среди них комплекс морских отложений олигоцена, представленный глинами с прослоями глауконитового песка, алевролита и песчаниками мощностью до 70 *м*, распространен на склонах Южного Актау и Южно-Мангышлакского плато вдоль впадин Карагие. Подземные воды в них вскрываются на глубине 3—10 *м* и отличаются хорошим качеством. Там, где этот горизонт перекрыт гипсоносными глинами, минерализация вод значительно возрастает.

В инженерно-геологическую группу песчаных (уплотненных) пород входит комплекс прибрежных отложений эоцена, распространенный в Чакырганской долине и представленный кварц-глауконитовыми песками и песчаниками, общей мощностью до 30 *м*. Подземные воды, приуроченные к комплексу, имеют минерализацию от 0,8 до 8 *г/л* и более.

Карбонатная формация широко распространена по всей площади п-ова Тюбкараган и к югу от хребтов Каратау. Она представлена палеогеновыми и неогеновыми известняками, мергелями и песчаниками, которые бронируют ряд столовых останцовых вершин Северного и Южного Актау. Отложения формации по их свойствам относятся к инженерно-геологическим группам полускальных и песчаных пород.

Инженерно-геологическая группа полускальных пород верхнего мела объединяет комплекс известняков, мелоподобных мергелей и мела. Общая мощность их составляет 300—400 *м*. Комплекс распространен узкой полосой в Прикаратауских «долинах» вдоль Северного и Южного Актау. Подземные воды, приуроченные к известнякам датского яруса, залегают на глубине от 1 до 30 *м* и более. Дебиты их колеблются от 0,1 до 0,5 *л/сек*. Водоносный горизонт сенон-туронских отложений (мела, мергелей, известняков) дренируется в бортах Чакырганской долины или вскрывается колодцами на глубине 2—5 *м*. Воды,

приуроченные к мергелям; пресные с дебитом от 0,1 до 0,5 *л/сек*, а воды, приуроченные к известнякам и писчему мелу, соленые. Водоносный горизонт сеноманских отложений (песчаники и пески) в Бекебашкудукской долине вскрыт колодцами на глубине 1,5—15 *м* с дебитом от 0,1—0,5 *л/сек*.

Эта группа также включает комплекс эоценовых отложений, представленный песчаниками, мергелями и нуммулитовыми известняками мощностью до 40 *м*. Этот комплекс распространен по северным и южным склонам Актау и на плато Тюбкараган. Известняки и песчаники характеризуются коэффициентом крепости, равным 8. Воды, приуроченные к этим отложениям, залегают на глубине более 5 *м*. Дебиты невысокие. В эту же инженерно-геологическую группу входит комплекс понта и мэотиса, который представлен известняками оолитовыми с прослоями детритусовых известняков и мергелей мощностью до 30 *м*. В районе Тюбкарагана известняки переходят в пластичные мергели. Подземные воды залегают на глубинах до 30 *м*. Дебиты скважин и родников колеблются от 0,1 до 0,5 *л/сек*, а минерализация — от 0,1 до 3 *г/л*. Встречаются линзы пресных вод, пригодных для питья.

В группу полускальных и песчаных пород включается комплекс палеоценовых и нижнеэоценовых песчанистых известняков, песчаников и глауконитовых песков общей мощностью до 30 *м*. Комплекс протягивается широкой полосой вдоль северного склона Северного Актау и охватывает значительную площадь Тюбкараганского плато.

Подземные воды в них вскрываются колодцами на глубине от 2,5 до 6,5 *м* и отличаются хорошим качеством.

Терригенно-карбонатная формация, широко распространенная на п-ове Тюбкараган и на Южном Мангышлаке, слагается морскими отложениями сармата и прибрежно-морскими образованиями тортонского яруса, представленными комплексами пород, которые по их свойствам объединяются в инженерно-геологическую *группу полускальных и пластичных пород*.

Комплекс сарматских отложений выражен однообразными мергелистыми глинами с прослоями мергелей, известняков и ракушечника. Общая мощность до 100 *м*. Комплекс распространен на плато Тюбкараган и в горах Южного Актау. Воды залегают на глубинах 5—35 *м* и более, имеют пеструю минерализацию. Дебиты обычно не превышают 0,5 *л/сек*.

Комплекс среднего миоцена сложен гипсоносными глинами с прослойками мергелей и ракушечников общей мощностью до 25 *м*. Комплекс в основном развит на плато Тюбкараган и отдельными участками встречается в пределах Актауских гор. Подземные воды в нем солоноватые и соленые, дебиты родников и скважин изменяются от 0,1 до 1 *л/сек*.

Терригенная формация сложена отложениями нижней и средней юры и представлена геолого-генетическими комплексами пород, которые по их инженерно-геологическим свойствам объединяются *в группу песчаных и пластичных пород*. Они сложены чередующимися пластами глин, алевритов и песчаников с большим количеством тонких прослоев угля. Общая мощность пород достигает 300—600 *м*.

Подземные воды юрских пород разгружаются в виде родников вдоль зон тектонических нарушений. Скважинами и колодцами они вскрываются на глубинах 15—35 *м* и более. Минерализация вод 1—10 *г/л*.

К этой же группе пластичных и песчаных пород относится комплекс нижнемеловых глин, песчаников, глинистых песков, алевролитов и мергелей мощностью до 1000 *м*. Этот комплекс распространен в Прикаратауских «долинах». Подземные воды вскрываются на глубинах 3—100 *м* с дебитом 0,3—10 *л/сек* и имеют минерализацию от 0,5 до 3 *г/л*

РЕГИОН VII — УСТЮРТСКАЯ СИСТЕМА ПРОГИБОВ И ПОДНЯТИЙ

Этот регион сложен с поверхности слабо дислоцированными неогеновыми отложениями, скрывающими под собой окончания погруженных складчатых сооружений Мангышлака и Туаркыра.

В пределах Устюрта выделяются два структурных яруса, разделенные отчетливо выраженным несогласием. Нижний ярус слагается смятыми в пологие складки палеогеновыми, меловыми и частично юрскими отложениями, а верхний — чехлом миоценовых пород, залегающих почти горизонтально.

Устюрт может быть подразделен на три части. Юго-западная часть располагается в области северо-западного погружения Туаркырских складок (вне территории Казахстана). Севернее между западным чинком Устюрта до Сары-Камышской впадины протягивается почти широтный прогиб в миоценовых породах, разделяющий складчатые зоны Туаркыра и Мангышлака. Еще севернее, в направлении, близком к широтному, через весь Устюрт прослеживается центральная Устюртская зона поднятия, ограничивающая с юга прогиб в миоценовых отложениях широтного простирания, захватывающий почти весь Северный Устюрт.

Морфологически регион представляет собой слаборасчлененную плоскую равнину — **область Устюртского плато,** приподнятую над уровнем Каспия на 250—270 *м* с развитыми на ней глубокими замкнутыми впадинами. Плато слагается пористыми известняками сармата с почти горизонтальным залеганием слоев, бронирующими с поверхности данную территорию.

Со всех сторон, кроме южной, Устюрт ограничен крутыми высокими склонами (чинками) с ярко выраженным древним оползневым рельефом, осложненным разветвленной системой оврагов (рис. 87). В северо-восточной части плато развиты обширные котловины выдувания и соровые понижения Асмантай-Матай, Кара-Тюбе, Сам и др. В ряде участков плато развиты карстовые понижения диаметром до 100 *м* с глубиной до 1 *м*, а также воронки глубиной до 5 *м* диаметром до 15 *м*, выполненные молодыми суглинистыми отложениями. В северной части плато встречаются массивы эоловых развеваемых песков (Сам и др.). Поверхность плато слабоволнистая с чередованием невысоких (10—12 *м*) удлиненных гряд и холмов с понижениями.

В северо-западной части Устюрта развиты многочисленные озерные впадины, днища которых в летние периоды превращаются в соры или такыры, имеющие различные размеры и очертания. Гидрографическая сеть отсутствует.

В области Устюртского плато распространены отложения четырех формаций: терригенной, терригенно-карбонатной, карбонатной, пустынь и полупустынь.

Формация пустынь и полупустынь представлена комплексами пород эолового и сорового генезиса, которые по свойствам объединяются в две инженерно-геологические группы: песчаные и соленосные породы

Инженерно-геологическая группа песчаных пород включает комплекс эоловых мелко- и тонкозернистых песков с невыдержанными прослоями глин и суглинков общей мощностью до 25 *м*. Пески слагают барханы и гряды в урочище Сам. Подземные воды в них имеют минерализацию от 0,5 до 5 *г/л*, реже до 10 *г/л*. Они залегают на глубинах от 0,5 до 10 *м*.

В инженерно-геологическую группу комплексов соленосных пород входит комплекс соровых отложений, представленных илистыми песками и глинами с прослоями и включениями легкорастворимых солей мощностью до 3 *м*. Подземные воды — высокоминерализованные рассолы.



Рис. 87. Оползни на чинках плато Устюрта.
(Фото А. В Сотникова)

Терригенная (красноцветная) формация палеогена развита в подножие чинков Устюрта. В ней выделяются комплексы пород, по составу и свойствам объединяющиеся в три инженерно-геологические группы: 1) песчаные; 2) песчаные и пластичные; 3) пластичные.

Инженерно-геологическая группа песчаных пород включает нерасчлененный комплекс среднего и верхнего континентального олигоцена, развитый только в чинках Устюрта. Верхняя часть комплекса представлена ожелезненными косослоистыми мелко- и крупнозернистыми песками и песчаниками мощностью до 20 *м*. Ниже он сложен глиной и алевритами с прослоями слюдистых песков. Общая мощность 30—50 *м*.

В инженерно-геологическую группу пластичных и песчаных пород входит комплекс нерасчлененного олигоцена морского генезиса, развитый также в чинках Устюрта. Он представлен глинами с прослоями алевролитов и песков, которые местами по простиранию переходят в слабосцементированные тонкозернистые песчаники мощностью до 50 *м*.

В инженерно-геологическую группу пластичных пород объединяется комплекс морских отложений чеганской свиты нижнего олигоцена, состоящих из гипсоносных глин с конкрециями сидерита и примазками ярозита, развитых в чинках Устюрта. В верхней части глин появляются линзы и прослои плотного алевролита мощностью от 5 до 150 *м*. К этим отложениям приурочены древние оползневые явления, развитые вдоль крутых склонов чинков.

Терригенно-карбонатная формация среднего миоцена распространена в чинках Устюрта. В данной формации развиты комплексы пород, которые по составу и свойствам объединяются в инженерно-геологическую группу *полускальных и пластичных пород.* Отложения комплекса в нижней части представлены глинами с прослоями мергелей и известняков, выше залегают глины с прослоями плитчатых мергелей и рыхлых ракушечников с включением бурого железняка. Комплекс пород этой группы подробно описан в регионе Мангышлака и здесь опускается.

Подземные воды среднемиоценовых отложений имеют минерализацию от 1,5 до 3,5 *г/л.*

Карбонатная формация верхов нижнего и среднего сармата слагает чинки плато Устюрт. В этой формации выделяются комплексы пород, по составу и свойствам объединяемые в инженерно-геологическую *группу полускальных пород.* Комплекс состоит из оолитовых известняков с редкими прослоями мергелей и ракушечников с прослоями мергелей и песчаников мощностью до 30 *м.* К ним приурочены карстовые воронки, развитые на поверхности плато. Подземные воды в них вскрываются в понижениях рельефа на глубинах 6—10 *м* и на возвышениях на глубине 20—60 *м.* Дебиты колодцев изменяются от сотых долей до 2 *л/сек,* а минерализация воды от 1 до 10 *г/л.*

Территория Западного Казахстана характеризуется неоднородностью инженерно-геологических условий, обусловленной структурными особенностями выделенных в пределах этой территории регионов. Регионы отличаются между собой развитием различных геологических формаций пород коренной основы и поверхностных отложений.

Основными инженерно-геологическими особенностями для перечисленных ниже регионов являются.

I. *Прикаспийская впадина:* 1) равнинный слабо расчлененный рельеф; 2) широкое развитие мощной толщи аллювиальных, эоловых и древнеморских отложений полупустынной формации; 3) преимущественное распространение комплексов, относящихся к инженерно-геологическим группам песчаных и песчаных со связными породами; 4) относительно близкое залегание подземных вод (от 5 до 15 *м*) повышенной минерализации, обладающих сульфатной агрессивностью по отношению к бетону; 5) интенсивное развитие процессов развевания и передвижения песчаных отложений, а также заболачивания аллювиальных осадков по долинам крупных рек.

II. *Линейные складчатые структуры южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов:* 1) плоские, останцовые гряды южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов; 2) склоны гряд покрыты толщей делювиальных лёссовидных суглинков приледниковой формации; 3) указанные отложения могут быть использованы в качестве оснований для дорожных, промышленных и гражданских сооружений, однако следует учитывать возможность значительных дополнительных осадок под нагрузкой при замачивании лёссовидных пород.

III. *Предуральский краевой прогиб:* 1) сравнительно ровная, пологонаклонная равнина, в восточной и западной частях осложненная эрозионной сетью; 2) развитие в основном пород коренной основы терригенной (красноцветной) формации, относящихся к инженерно-геологическим группам полускальных и песчаных пород; 3) глубокое залегание подземных вод; 4) породы могут быть использованы как надежное основание для подземных сооружений.

IV. *Уралтау-Мугоджарское антиклинальное складчатое сооружение:* 1) низкогорье, протягивающееся в меридиональном направлении с пологим восточным склоном, изрезанным эрозионной сетью, и с запад-

ным склоном, осложненным денудационным уступом; 2) широкое развитие обнажающихся на поверхности преимущественно скальных, полускальных и скальных пород коренной основы, представленных молассовой, терригенной (красноцветной), карбонатной, угленосной, эффузивно-осадочной и интрузивной формациями; 3) подземные воды обычно пресные, заключаются в верхней трещиноватой зоне; на отдельных участках обладают общекислотной агрессивностью по отношению к бетону; 4) интенсивное проявление эрозионных и карстовых процессов.

V. *Арало-Тургайский прогиб*: 1) столово-останцовая равнина в центральной и северной частях региона и песчано-холмистая в юго-западной части региона; 2) широкое распространение отложений терригенной (красноцветной) формации пород коренной основы; 3) породы коренной основы относятся к инженерно-геологическим группам: песчаных, песчаных со связными, полускальных, связных с песчаными и связных пород, которые могут служить надежным основанием для любого вида наземного строительства (исключение составляют связные глинистые породы терригенной формаций), 4) аллювиальные и эоловые отложения относятся в основном к инженерно-геологической группе песчаных и реже песчаных со связными породами (они могут быть использованы в качестве надежного основания для дорожного, промышленного и гражданского строительства); 5) относительно неглубокое залегание пресных подземных вод (до 10 *м*); в юго-восточной части региона возможна сульфатная агрессивность подземных вод по отношению к бетону в поверхностных отложениях полупустынной формации; 6) широкое развитие процессов выдувания в песчаных породах коренной основы, развевание краевых частей эоловых песчаных массивов полупустынной формации и оползневые процессы в чинках Устюрта.

VI. *Мангышлакская система дислокаций*: 1) сильно расчлененное низкогорье с отдельно выделяющимися горными массивами; 2) преимущественное развитие на поверхности пород коренной основы, относящейся к терригенно-карбонатной, терригенной (красноцветной), карбонатной, молассовой и угленосной формациям. Незначительные территории покрыты поверхностными отложениями полупустынной формации; 3) широкое распространение отложений, принадлежащих к инженерно-геологическим группам полускальных и полускальных со связными пород; 4) Мангышлакское низкогорье и плато могут быть использованы в качестве оснований для любого вида гражданского и промышленного строительства, хотя расчлененный рельеф осложняет его осуществление. При освоении Бузачинской низменности, где развита мощная толща поверхностных отложений с отдельными выходами пород коренной основы, следует учитывать частое развитие солончаков и соровых впадин, осложняющих освоение территории; 5) подземные воды Мангышлакского низкогорья приурочены к верхней трещиноватой зоне пород коренной основы. Пресные подземные воды залегают на глубинах от 0 до 100 *м* и более. Подземные воды Бузачинского низкогорья имеют глубину залегания от 0 до 10 *м* и часто обладают сульфатной агрессивностью по отношению к бетону; 6) развитие в пределах Мангышлака процессов карстования, эрозии, выдувания и аброзии (в береговой полосе), а в пределах Бузачинской низменности — сорообразования и развевания.

VII. *Устюртский прогиб*: 1) слаборасчлененная плоская равнина — плато; 2) широкое развитие пород коренной основы, относящихся преимущественно к карбонатной и терригенно-карбонатной формациям. Слабое развитие поверхностных отложений, приуроченных к соровым

Таблица 45

Инженерно-геологическая характеристика территории Западного Казахстана

Области	Формации	Инженерно-геологические группы	Комплексы
Регион I — Прикаспийская впадина			
Прикаспийская низменность I_1	Поверхностных отложений полупустынь		Современные аллювиальные отложения
		Песчаных пород	Эоловые отложения
		Песчаных и связных пород	Дельтовые отложения Урала
			Отложения с галькой
			Аллювиальные
			Дельтовые
		Связных пород	Аллювиально-озерные
		Песчаных пород морского генезиса	Бакинские
			Хазарские
		Соленосных образований	Соровые
		Песчаных и связных пород морского генезиса	Верхнехвалынские
			Новокаспийские
		Связиых и песчаных пород морского генезиса	Нижнехвалынские
		Связных пород морского генезиса	Хазарские
	Лагунная (соленосная) Терригенная	Полускальных пород	Каменная соль и гипсы
		Полускальных и песчаных пород	Пермо-триасовые (у оз. Индер и оз. Челкар)
	Терригенно-карбонатная	Пластичных и песчаных пород	Юрские, меловые, палеогеновые и неогеновые
Урало-Эмбенская увалисто-холмистая равнина I_2	Терригенная (красноцветная и некрасноцветная)	Пластичных и песчаных отложений	Нижнепалеогеновые
			Нижнемеловые
			Средиеюрские
	Терригенно-карбонатная и карбонатная	Полускальных	Датские, туронские, сантонские
		Пластичных	Кампаи-маастрихтские
		Полускальных пород с песчаиыми	Верхнемеловые
Регион II — линейные складчатые структуры южных отрогов Общего и Зауральского Сыртов			
Плоская возвышенность (увалисто-грядовая и останцовая возвышенная равнина) II	Терригенная	Пластично-связных пород	Палеоцен-эоцеиовые
		Пластично-связных и песчаных пород	Верхнеплиоценовые
			Плиоцен-верхнечетвертичные
		Полускальных и песчаных пород	Аллювиальные
			Палеогеиовые опоки и др.
	Приледниковая	Связных пород с включением обломочных	Аллювиальные
			Делювиальные (лёссовые)
Регион III — Предуральский краевой прогиб			
Предуральско-Примугоджарская увалисто-холмистая равнина III	Терригенная (красноцветиая)	Пластичных и связных пород	Верхнепермские
			Нижиетриасовые
		Полускальных и пластичных связных пород	Нижнепермские
	Терригенная	Песчаных пород	Сеноманские
			Верхнеальбские

Продолж. табл. 45

Области	Формации	Инженерно-геологические группы	Комплексы
Регион IV. Уралтау-Мугоджарское складчатое сооружение			
Горно-островной мелкосопочник Уралтау и Мугоджар IV	Горных склонов	Грубообломочных несвязных пород	Аллювиальные
		Песчаных и грубообломочных пород	Нерасчлененные аллювиальные
		Связных с включением обломочных	Делювиальные
	Молассовая	Песчаных и песчано-глинистых пород	Среднеюрские
	Терригенная (красноцветная)	Пластичных и песчаных пород	Верхнеплиоценовые
	Карбонатная	Скальных и пластичных пород	Нижнекарбоновые
	Терригенная	Скальных и песчаных пород	Верхнедевонские
		Песчаных и пластичных пород	Нижнекарбоновые угленосные
	Эффузивно-осадочная	Скальных пород	Силурийские
	Метаморфическая	Скальных пород	Метаморфические
	Эффузивная	Скальных пород	Среднедевонские
			Среднекарбоновые
	Интрузивные	Скальных пород	Кислые
			Основные
			Ультраосновные
Регион V—Арало-Тургайский прогиб			
Тургайская и Чаграйская столово-останцовая равнина V_1	Полупустынь	Песчаных пород	Эоловые
			Аллювиальные
		Песчаных и связных пород	Аллювиальные
		Соленосных пород	Озерно-соровые
Приаральская песчано-холмистая равнина V_2	Терригенная	Пластичных пород	Аральские зеленоцветные отложения
			Чеганские
		Полускальных пород с песчаными	Чаграйские
		Песчаных пород	Чиликтинские
		Песчаных пород с пластичными	Средне-верхнеолигоценовые
		Песчаных и песчано-галечниковых пород	Тасаранские и саксаульские (прибрежно-морские)
		Полускальных пород	Морские опоки и опоковидные песчаники эоцена
		Скальных пород с песчаными	Континентальные пески и сливные песчаники эоцена
		Пластичных пород	Морские глины с редкими прослоями песков эоцена
		Пластичных пород с песчаными	Морские глины с песком эоцена

Продолж. табл. 45

Области	Формации	Инженерно-геологические группы	Комплексы
Регион VI — Мангышлакская система дислокаций			
Бузачинская низменность VI_1	Пустынь	Связных пород с включением обломочных	Бакинские
		Полускальных пород	Хазарские
		Связных и песчаных пород	Хвалынские
		Песчаных и связных пород	Новокаспийские
	Терригениая (красноцветная)	Полускальных и пластичных пород	Эоценовые
	Карбонатная	Полускальных пород	Мергель верхнего мела
Мангышлакское низкогорье VI_2 и Южно-Мангышлакское и Тюбкараганское плато VI_3	Пустынь	Песчаных пород	Эоловые
		Связных с включением обломочных соленосных пород	Пролювиально-делювиальные
		Полускальных пород	Хазарские
		Песчаных и связных пород	Хвалынские
		Песчаных пород	Новокаспийские
	Молассовая	Скальных пород	Пермские и триасовые метаморфические
	Терригенная (красноцветная)	Пластичных и песчаных отложений	Морские олигоценовые
		Песчаных уплотненных пород	Прибрежные эоценовые:
		Полускальных и песчаных пород	Палеогеновые и неогеновые
			Палеоценовые и нижнеэоценовые известияки и пески
		Полускальных пород	Верхнемеловые (известняки, мергель, мел)
			Эоценовые (песчаники, мергель)
			Известняки понта и меотиса
	Терригенно-карбонатная	Полускальных и пластичных пород	Сарматские
	Терригенная	Песчаных и пластичных пород	Среднемиоценовые
			Нижне-среднеюрские
			Нижиемеловые
Регион VII — Устюртская система прогибов и подиятий			
Устюртское плато VII	Пустынь и полупустынь	Песчаных пород	Эоловые
		Соленосных пород	Соровые
	Терригенная (красноцветная)	Песчаных	Средне-верхнеолигоценовые
		Песчаных и пластичных	Нерасчлененный олигоцен
		Пластичных пород	Чеганскне
	Терригенно-карбонатная	Полускальных и пластичных пород	Среднемиоценовые
	Карбонатная	Полускальных пород	Нижний и средний сармат

понижениям и эоловым песчаным массивам; 3) породы коренной основы относятся к инженерно-геологическим группам полускальных и полускальных со связными пород. Поверхностные отложения — к песчаной и соленосной инженерно-геологическим группам; 4) подземные воды трещинно-карстового типа залегают на разных глубинах. Грунтовые воды обычно повышенной минерализации приурочены к соровым впадинам, пресные — к песчаным массивам; 5) мощная толща карбонатных пород может быть использована в качестве основания для дорожных промышленных и гражданских сооружений, однако необходимо учитывать при этом возможность широкого развития карстовых процессов.

Геологические формации, инженерно-геологические группы и комплексы, распространенные на территории Западного Казахстана, показаны в табл. 45.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем томе впервые приведено монографическое описание гидрогеологических условий огромной территории Западного Казахстана. В геологическом отношении это наиболее сложная часть территории. Здесь граничат Русская платформа, Туранская плита и Уральская складчатая область.

Для обобщения гидрогеологических материалов был привлечен большой коллектив специалистов, посвятивших себя исследованиям данного края. Особое внимание было уделено результатам исследований, выполненных в последние два десятилетия, в связи с решением вопросов водоснабжения сельскохозяйственных, промышленных объектов, обводнения вновь осваиваемых земель. Значительные материалы были накоплены в результате гидрогеологических и геофизических съемок, а также бурения разведочно-эксплуатационных скважин.

В результате произведенного обобщения удалось впервые выявить основные источники формирования водных ресурсов для данной территории и установить основные гидрогеологические параметры по всем водоносным комплексам и горизонтам.

На современном этапе гидрогеологической изученности территорию Западного Казахстана можно подразделить на несколько гидрогеологических районов I и II порядка. В основу районирования положена схема ВСЕГИНГЕО (в масштабе 1 : 1 000 000), которая прежде всего учитывает особенности геологического строения как основного фактора, определяющего условия распространения и формирования подземных вод.

В нижеследующей таблице показаны основные природные факторы, оказывающие влияние на формирование и распространение водных ресурсов, гидродинамические и гидрохимические условия (табл. 46).

Обобщение гидрогеологических материалов с подробной характеристикой водоносных комплексов и горизонтов произведено по выделенным четырем гидрогеологическим районам первого порядка (рис. 88—91).

Значительную часть Западного Казахстана занимает огромная Прикаспийская впадина, которая имеет уникальное в масштабе Евразии сложное соляно-купольное строение. Эти структуры, различные по размерам, форме и глубине залегания, разбиты на блоки многочисленными тектоническими нарушениями, оказывающими влияние на условия формирования подземных вод. По тектоническим зонам дробления сильноминерализованные водные растворы и рассолы передвигаются в вертикальном направлении, повышая минерализацию подземных вод надсолевых водоносных горизонтов.

В пределах впадины широко развиты обширные прогибы и поднятия II порядка, а также локальные межкупольные депрессии и мульды

Таблица 46

Гидрогеологическое районирование Западного Казахстана

Гидрогеологические районы II порядка	Местоположение и границы района	Геолого-структурная характеристика	Геоморфологическая характеристика	Климатические и гидрологические данные	Основные гидрогеологические особенности, водоносные комплексы	Народнохозяйственное использование водных ресурсов основных горизонтов
1. Прикаспийский гидрогеологический район I порядка (сложный артезианский бассейн)						
Западно-Прикаспийский (I_1)	Территория Прикаспийской низменности к северу и СВ от Каспия, северная часть Гурьевской и южная часть Уральской областей	Допалеозойское складчатое основание на глубине до 8—16 *км*. Соляные купола в основном залегают под толщей морских древнекаспийских песчано-глинистых отложений, на поверхности выступают некоторые — Индерская, Челкарский Худайберген, Бесчохо	Плоская равнина расчленена многочисленными озерно-соровыми понижениями. Изредка встречаются одиночные возвышенности (Жаман- и Жаксытауское, Бесчохо, Челкар и др.). На песчаных эоловых массивах — бугристый и грядовый рельеф (Рынпески, Тайсойган и др.)	Климат сухой, континентальный. Годовая сумма осадков пс. ст. Калмыково 193 *мм*, среднегодовая температура воздуха 6,4°. На площади протекают реки Урал, Большой и Малый Узени, Чижи, низовья рек Булдурты, Калдыгайты и др. Много бессточных впадин и разливов. Крупные озера Индерское, Челкарское, Аралсорское и др.	Надсолевой этаж подразделяется на два водоносных яруса (мезозойский и кайнозойский). В нижием наблюдается замедленное движение подземных вод; воды напорные, термальные, высокоминерализованиые. В верхнем воды инфильтрационного генезиса пестрого химического состава	Пресные воды (до 1 *г/л*) распространены в виде линз (чаще всего плавающих на соленых) и являются главным источником водоснабжения и обводнения. Преимущественно распространены соленые воды и рассолы
Восточно-Прикаспийский (I_2)	Площадь распространения соляных куполов в северной части Уральской области и Западной Актюбинской области	Глубина залегания допалеозойского фундамента 1—3 *км*. Соляные купола выходят на поверхность. Они разбиты на многочисленные блоки тектоническими нарушениями	Урало-Эмбеиское плато и территория Общего и Зауральского Сыртов Увалисто-холмистый рельеф, расчленен овражно-речной системой	Климат континентальный, годовая сумма осадков по ст. Темир 262 *мм*, Уил 243 *мм*, а среднегодовая температура воздуха соответственно 2,7° и 6,0°. Протекают осиовные реки — Илек, Эмба, Уил, Сагиз и многочисленные их притоки	Региональный водоупор — прерывистый. Сюда притекают воды из соседних районов. Дополнительное питание идет на месте через толщу трещиноватых (маастрихт) и поровых (альб — сеноман) отложений	Широко распространены пресные и слабосолоноватые воды (до 3 *г/л*) в отложениях аллювия, в карбонатиых породах верхнего мела, в песчаных отложениях альб-сеномана. Воды преимущественно гидро-карбонатно-натриевые и кальциевые, а в районе соляных куполов хлоридные натриевые с высокой минерализацией
Приуральский (I_3)	Крайняя восточная часть Прикаспийской впадиы, примыкающая к Уралтау-Мугоджарскому району. (Цеитральная часть Актюбинской области)	Актюбинский и Атжаксинский периклинальные прогибы. Соляные структуры в виде цепочки поднятий имеют субмеридиональное распространение. Много дизъюиктивных мульд, являющихся небольшими артезианскими бассейнами (III порядка). Распространены терригеиные породы юры, триаса, перми, мела	Увалисто-возвышенный рельеф, расчлененный глубоко врезаиной овражно-речной сетью. На участках пермских пород — карст	Континентальный климат. Среднегодовые суммы осадков по ст. Актюбинск 275 *мм*, температура воздуха 3,6°. Верховье рек Илека, Карагалы, Эмбы	Основиые водоносные горизонты и комплексы надсолевого яруса приурочены к маастрихту, альб — сеноману, неокому, юре, триасу и средней перми. Питание их осуществляется за счет подземного стока из Уралтау-Мугоджарского района и инфильтрации	Пресные воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, приурочены к аллювию, альб-сеноманским и юрским отложениям, особенно залегающим в мульдах. В пермских породах имеются лечебные воды
Юго-восточиый (Донгустауский и Южно-Эмбенский артезианские бассейны) I_4	Крайняя обрамляющая юго-восточная часть Прикаспийской впадины. Район примыкает к чинкам плато Устюрт, Чаграйскому и Шошкакольским горам	Палеозойский и допалеозойский фундамент погружается на значительиую глубину в южном направлении. С поверхиости залегают песчано-глинистые отложения Древнего Каспия, а ниже мощная водоупорная толща палеогена	Плоская равнина с незначительным уклоном на запад в сторону Каспия. Изредка встречаются одиночные останцы-горки. Песчаные эоловые массивы с бугристым рельефом. Много микрозападии	Климат сухой, континентальный. Среднегодовая сумма осадков по ст. Косчагыл 150 *мм*. Температура воздуха 8,5°. Поверхностный сток по бессточным руслам Шаган и Маиысаю, с чинков плато, на севере по притокам р. Эмбы Много озеровидных впадин Шошкакольский сор, Доигустауский сор и др.	На площади Донгузтауского артезианского бассейна распространены напорные солоноватые воды альб-сеноманских отложений. Они на большей части площади самоизливают с глубины 100—750 *м*. На площади Южно-Эмбенского бассейна распространены самоизливающиеся соленые воды и рассолы	Пресные воды приурочены к песчаным массивам (Оймаут, Сарыкумы, Тереекен и др.). Запасы их небольшие. Солоноватые воды залегают в песчаных горизонтах альб-сеноманских отложений. Дебит самоизливающих скважин достигает 35 *л/сек* Встречаются минеральные лечебные воды хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатного натриевого состава, щелочные, теплые и сероводородные

Продолж. табл. 46

Гидрогеологические районы II порядка	Местоположение и границы района	Геолого-структурная характеристика	Геоморфологическая характеристика	Климатические и гидрологические данные	Основные гидрогеологические особенности, водоносные комплексы	Народнохозяйственное использование водных ресурсов основных горизонтов
II. Уралтау-Мугоджарский гидрогеологичесчий район I порядка (гидрогеологический массив)						
Горно-складчатый (II_1) бассейн трещинных вод	В пределах распространения палеозойских (от верхнего карбона) и допалеозойских пород. Северная и центральная части Актюбинской области	Южное окончание Уральской горноскладчатой области. Геологические структуры (с запада на восток): Сакмарский мегасинклинорий, Западно-Мугоджарский мегасинклинорий, Мугоджарский мегантиклинорий, Восточно-Мугоджарский мегасинклинорий. Много тектонических нарушений и зон дробления. Породы сильно трещиноватые. Прорваны интрузиями	Преимущественно горно-островная страна. Коэффициент расчленения рельефа от 0,2 до 1,75 *км/км²*. Рельеф по площади разнообразный: древнее плато, мелкосопочные равнины, низкогорье	Климат континентальный, среднегодовые количества осадков по ст. Новороссийское 290 *мм*, Родниковка 295 *мм*, а температура воздуха соответственно 2,5; 2,7°. Здесь берут начало многие реки (Илек с Карагаа, Эмба, Орь и Иргиз с притоками)	Основная область питания водоносных горизонтов. Происходит формирование значительных запасов пресных вод в зонах дробления пород и в аллювии. Глубина зоны открытой трещиноватости 20—600 *м* (чаще 30—100 *м*)	Пресные воды распространены повсеместно и преимущественно приурочены к зоне открытой трещиноватости кристаллических пород, зонам дробления и к аллювию многочисленных водотоков. К этим участкам приурочены эксплуатационные водозаборные скважины
Орский межгорный (II_2) бас. сейн напорных подземных вод	Левобережная часть долины р. Ори, в крайней северной части района Актюбинской области	Наложенная межгорная депрессия в северной части Западно-Мугоджарской мегасинклинали, выполненная угленосными юрскими и песчано-карбонатными мелпалеогеновыми отложениями мощностью до 300—400 *м*	Пологая равнина с небольшим уклоном в восточном направлении, среди которой выступают отдельные возвышения (горки) из палеозойских пород	Климат континентальный. Среднегодовое количество осадков по станции Новороссийское 290 *мм*. По равнине протекают левобережные притоки Ори (Мамыт, Дуберсу, Кзылкаин) с неглубоким врезом в песчано-глинистые юрские отложения	Основные напорные водоносные горизонты залегают в меловых и юрских отложениях. Питание их происходит за счет подземного стока со стороны Уралтауской и Мугоджарской мегантиклинальных зон, из аллювия рек	Пресные воды до 1 *г/л* залегают в аллювии и в прибортовых частях межгорной депрессии (в меловых породах), которые используются для водоснабжения и обводнения
III. Арало-Тургайский гидрогеологический район I порядка (система артезианских бассейнов)						
Западно-Тургайский (III_1)	Расположен в восточной части Актюбинской области, между долиной р. Иргиза и административной границей с Кустанайской областью	Западная окраина Тургайского прогиба. Палеозойский фундамент залегает неглубоко (0,1—1,3 *км*), погружается в восточном и ЮВ направлениях. На его поверхности прослеживаются антиклинальные и синклинальные структуры субмеридионального простирания и включается в СЗ часть Туранской плиты	Равнина со столово-останцовыми возвышенностями, сложенными преимущественно ожелезненными крепкими песчаниками. Прослеживаются крупные ложбины стока. Многочисленные понижения и микрозападины. В песчаных массивах Мамыт, Тауп и других рельеф бугристый	Климат резко континентальный. Количество атмосферных осадков 180 *мм* в год (Карабутак) и 165 *мм* (Иргиз). Реки Иргиз и Тургай (низовье) с круглогодичным стоком, а реки Улькаяк, Телькара с временным стоком. Много озер и соров	Региональным водоупором (чеганскими глинами среди осадочных пород) разделяется толща на два водоносных яруса (четвертичный-олигоценовый и эоцен-меловой). Питание осуществляется со стороны подземного стока и за счет местной инфильтрации. Напорные соленые воды палеозоя залегают на глубине 100—400 *м*	Пресные воды (до 1 *г/л*) распространены вдоль западной окраины района (в долине р. Иргиза), в олигоцене, в пресных линзах эоловых песчаных массивов. Напорные воды солоноватые и соленые (до 1—35 *г/л*). На многих участках они самоизливают. Для обводнения и водоснабжения используются грунтовые воды олигоценовых и эоловых отложений

Продолж. табл. 46

Гидрогеологические районы II порядка	Местоположение и границы района	Геолого-структурная характеристика	Геоморфологическая характеристика	Климатические и гидрологические данные	Основные гидрогеологические особенности, водоносные комплексы	Народнохозяйственное использование водных ресурсов основных горизонтов
Северо-Приаральский (III_2)	В ЮВ части Актюбинской области к северу от Арала до границ с чинками Устюрта, Шошкакольскими горами и далее по южному окончанию Мугоджар, долине р. Шетиргиза	Складчатые структуры платформенного чехла являются унаследованными, отражающими план палеозойского фундамента. С запада на восток субмеридиональ-ного простирания расположены: мегантиклинали — Шошкакольская, Куландинская, Тасаранская, Малобарсуковская, а между ними мегасинклинали — Челкарская, Джиланская, Тугузская и Чокусинская	Равнина с одиночными останцами (Тасаран, Жаксы-Буташ и др.) и бугристо-барханным рельефом в Бол. и Мал. Барсуках и других эоловых массивах. Многочисленные озерные понижения и микрозападины	Климат сухой континентальный. Среднегодовое количество осадков 184 *мм* (г. Челкар), температура воздуха 5,5°. Речная сеть с круглогодичным стоком отсутствует. Имеются речки с паводковым стоком (Каульджур, Тебеньсай и др.)	К синклинальным структурам приурочены артезианские бассейны (Челкарский и др.). Напорные и самоизливающиеся воды из эоценовых и альбских отложений с глубины 100—700 *м*. Движение стока в южном направлении	Грунтовые пресные воды (до 1 *г/л*) залегают в олигоценовых, эоценовых и эоловых отложениях. Они используются для водоснабжения и обводнения. Напорные воды солоноватые (1—1,5 *г/л*) и залегают в эоценовых и альбских песчаных отложениях. В Челкаре производится розлив минеральных вод хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава
IV. Мангышлак-Устюртский гидрогеологический район I порядка (сложная система артезианских бассейнов)						
Северо-Мангышлакский (Бузачинский) (IV_1)	Занимает территорию к северу от Горного Мангышлака и охватывает площадь п-ова Бузачи Гурьевской области	Юрские и триас-пермские породы круто падают в северном направлении. Палеозойский фундамент на глубине 2—3 *км*. На северной окраине п-ова Бузачи имеется тектоническое нарушение С поверхности залегают морские отложения Древнего Каспия и др.	Равнинная поверхность слабо наклоненная к северу и югу от центра п-ова Бузачи. Бугристый рельеф эоловых песчаных массивов Кызылкумов, Уваккумов, Егизлака и др.	Климат сухой континентальный. Среднегодовое количество осадков по станции Бурунчук 122 *мм*. Гидрографическая сеть отсутствует. Имеются озеровидные понижения, микрозападины	Питание подземных водоносных горизонтов осуществляется за счет стока со стороны Актау и инфильтрации осадков на месте. Минерализация воды растет с глубиной до рассолов. Водоносные комплексы и горизонты приурочены к четвертичным и меловым отложениям	Пресные и слабосолоноватые воды в виде небольших линз залегают в морских четвертичных отложениях и эоловых массивах, преимущественно в центре полуострова. Они используются для водоснабжения и обводнения. Напорные воды соленые и рассолы. Только возле Актау встречаются напорные солоноватые воды
Центрально-Мангышлакский (Гориый) гидрогеологический массив IV_2	Площадь распространения Горного Мангышлака, горных хребтов Каратау, Северного, Южного Актау. Гурьевская область	Каратауская мегантиклиналь состоит из метаморфизованных пород P+T (более 7 *км*). Прикаратауские «долины» и Бекебашкудукская мегантиклиналь — отложения юры и мела (до 2 *км*), горы Актау — верхний мел и палеоген (до 1 *км*). Направление структур субширотное Много тектонических нарушений и зон дробления пород	Горный рельеф в Западном, Восточном Каратау и Каратаушике. Склоны Прикаратауских «долин» (капы) обрывистые, дно их равнинное, изрезанное временными водотоками (речками)	Климат континентальный. Среднегодовое количество осадков по ст. Таушик 140 *мм*. Временные водотоки, нередко образуемые родниками, идут по капам	В зоне дробления пород и зоне открытой трещиноватости пород образуются подземные воды, свободного водообмена, преимущественно пресные и слабосолоноватые. Область питания водоносных горизонтов. В «долинах» грунтовые воды скапливаются в толще грубых пролювиальных отложений	Пресные слабосолоноватые воды, пригодные для водоснабжения, развиты в трещиноватой зоне (до 40—50 *м*). Родники дают дебит до 2—10 *л/сек*. Они также имеются в песчаных отложениях «долин», в песках и песчаниках альба и сеномана. В последних они напорные (на глубине до 300—800 *м*). Дебит скважин при самоизливе достигает 3—25 *л/сек*. Эти воды используются для водоснабжения поселков, города Шевченко, оазисного орошения

Продолж. табл. 46

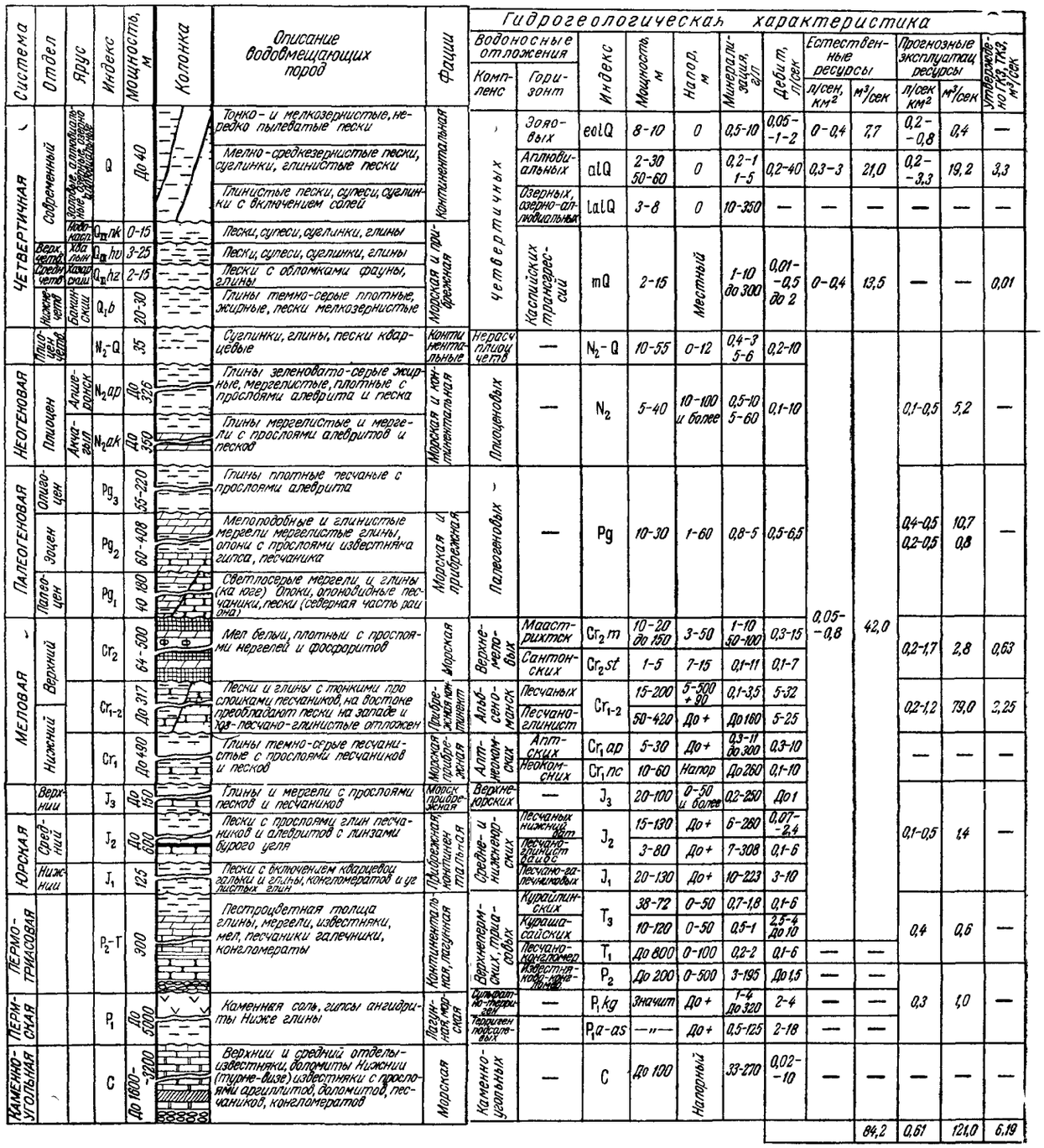
Гидрогеологические районы II порядка	Местоположение и границы района	Геолого-структурная характеристика	Геоморфологическая характеристика	Климатические и гидрологические данные	Основные гидрогеологические особенности, водоносные комплексы	Народнохозяйственное использование водных ресурсов основных горизонтов
Южно-Мангышлакский IV_3	Занимает территорию плато Степного Мангышлака и плато Тюбкараган — к югу и ЮЗ от Горного Мангышлака С востока район граничит с чинками плато Устюрт. Крайняя ЮЗ часть Гурьевской области (Шевченковский и Узеньский районы)	С поверхности залегают неогеновые известняки, ниже глинистые и песчано-глинистые, палеогеновые, меловые, юрские, триасовые отложения. Мощность их растет с погружением на ЮЗ от Каратау. Палеозойский фундамент залегает на глубине до 3 *км* (возле Каспия)	Пологая равнина с незначительным уклоном в сторону Каспийского моря На ней расположены глубокие впадины карстового генезиса (Батыр, Каргие и др) с абсолютными отметками ниже Каспия (до минус 134 *м*), Бугристый рельеф в эоловых песчаных массивах (Саускан и др)	Климат резко континентальный. Среднегодовое количество осадков по ст. Ералиево 140 *мм*, Шевченко — 150 *мм*, а температура воздуха соответственно 11,5; 11°, гидрографическая речная сеть отсутствует	Водоносные комплексы и горизонты залегают в эоловых песчаных массивах, в неогеновых, меловых (альб-сеноманских) и среднеюрских отложениях. Область питания в Каратау. Пьезометрические уровни падают в ЮЗ направлении, а напоры вод и минерализация их растут	Пресные воды (до 1 *г/л*), используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения гор. Узень, залегают в эоловых песчаных массивах Саускан, Тюесу и др. Эксплуатационные запасы их утверждены в ГКЗ. Для водоснабжения гор. Шевченко используются напорные воды альб-сеноманских отложений (вблизи Южного Актау). Для обводнения и технического водоснабжения нефтепромыслов и бригад глубокого бурения используются напорные воды альба и неогеновых горизонтов
Устюртская система артезианских бассейнов IV_4	Северная и западная части плато Устюрт (в пределах Гурьевской и Актюбинской областей), граничат с Каракалпакской АССР	Палеозойский фундамент в Северо-Устюртской и Южно-Устюртской впадинах залегает на глубинах до 5 *км* Центрально Устюртская зона дислокаций (Карабаурский вал) является продолжением Каратауской мегантиклинали С поверхности лежат ракушечные известняки сармата	Платообразная равнина с незначительным наклоном в сторону Сама и Мертвого Култука Бугристый рельеф в песках Сам, Матайкумы и др Большие соровые понижения Много микрозападин	Климат резко континентальный. Среднегодовое количество осадков по ст. Сам 125 *мм*, температура воздуха 8,9°. Гидрографическая сеть отсутствует. Соры весной имеют рапу, летом полностью пересыхают	Водоносные комплексы и горизонты залегают в эоловых песчаных массивах, неогеновых известняках, в альбских песчаных отложениях. Область питания находится для грунтовых вод на месте (инфильтрация и конденсация), для альбских — далеко за пределами района (Каратау, Южный Урал и др.)	Пресные воды для водоснабжения газопровода Средняя Азия — Центр и ж.-д. транспорта разведаны в песчаном массиве Сам (300 *л/сек*). Для обводнения используются подземные воды неогеновых известняков

(оседания, компенсационные), возникшие в результате пластического перераспределения соли по площади. Эти структурные прогибы образуют артезианские бассейны различных размеров.

Подземные воды залегают почти во всех стратиграфических горизонтах и бассейнах. Среди них преобладают минерализованные. Пресные же воды спорадически распространены в виде линз на участках понижений микро- и мезорельефа, в песчаных эоловых массивах и по периферии впадины, особенно в водоносных горизонтах сеноман-альба. Подземный сток идет в сторону Каспия. Многочисленные долины рек дренируют подземный поток.

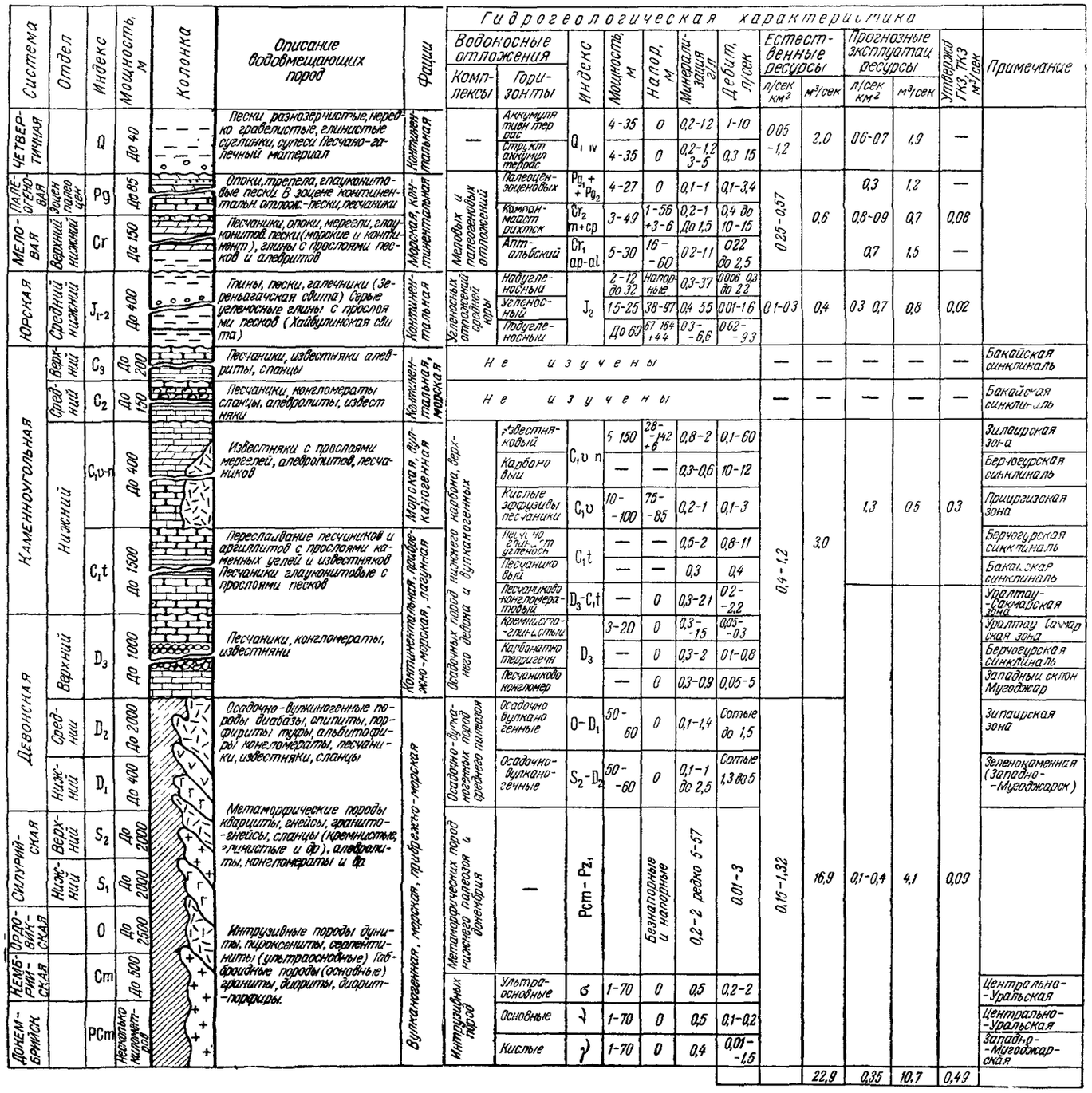
В районе Мангышлака и Устюрта формируются как грунтовые, так и напорные подземные воды. Грунтовые воды сосредоточены в пролювиально-аллювиальных отложениях, в эоловых песчаных массивах и в метаморфической толще каратауского комплекса пород. Они преимущественно пресные и солоноватые. Напорные воды распространены почти повсеместно. Пьезометрические уровни их снижаются в юго-западном направлении от Каратау и в сторону плоских прогибов на Устюрте. В наиболее приподнятых областях (Каратау) и в верхних горизонтах формируются преимущественно пресные и слабосолоноватые, гидрокарбонатные или хлоридно-сульфатные воды. В глубоких впадинах при погружении водоносных горизонтов создаются условия застойного режима и восстановительной среды, что обусловливает формирование подземных вод повышенной и высокой минерализации сульфатного и хлоридного состава.

Водообильность пород в Уралтау-Мугоджарском районе зависит от степени их трещиноватости и разрушенности. Здесь на площади распространения палеозойских и допалеозойских пород, наряду с сильно трещиноватыми зонами, преимущественно субмеридионального простирания, встречаются монолитные участки. Значительная расчлененность рельефа и многочисленные тектонические нарушения способствуют более активному водообмену и формированию подземных вод небольшой минерализации гидрокарбонатного состава. Этот район является основной областью питания и интенсивного формирования подземного стока, который имеет направление в сторону Прикаспийской и Арало-



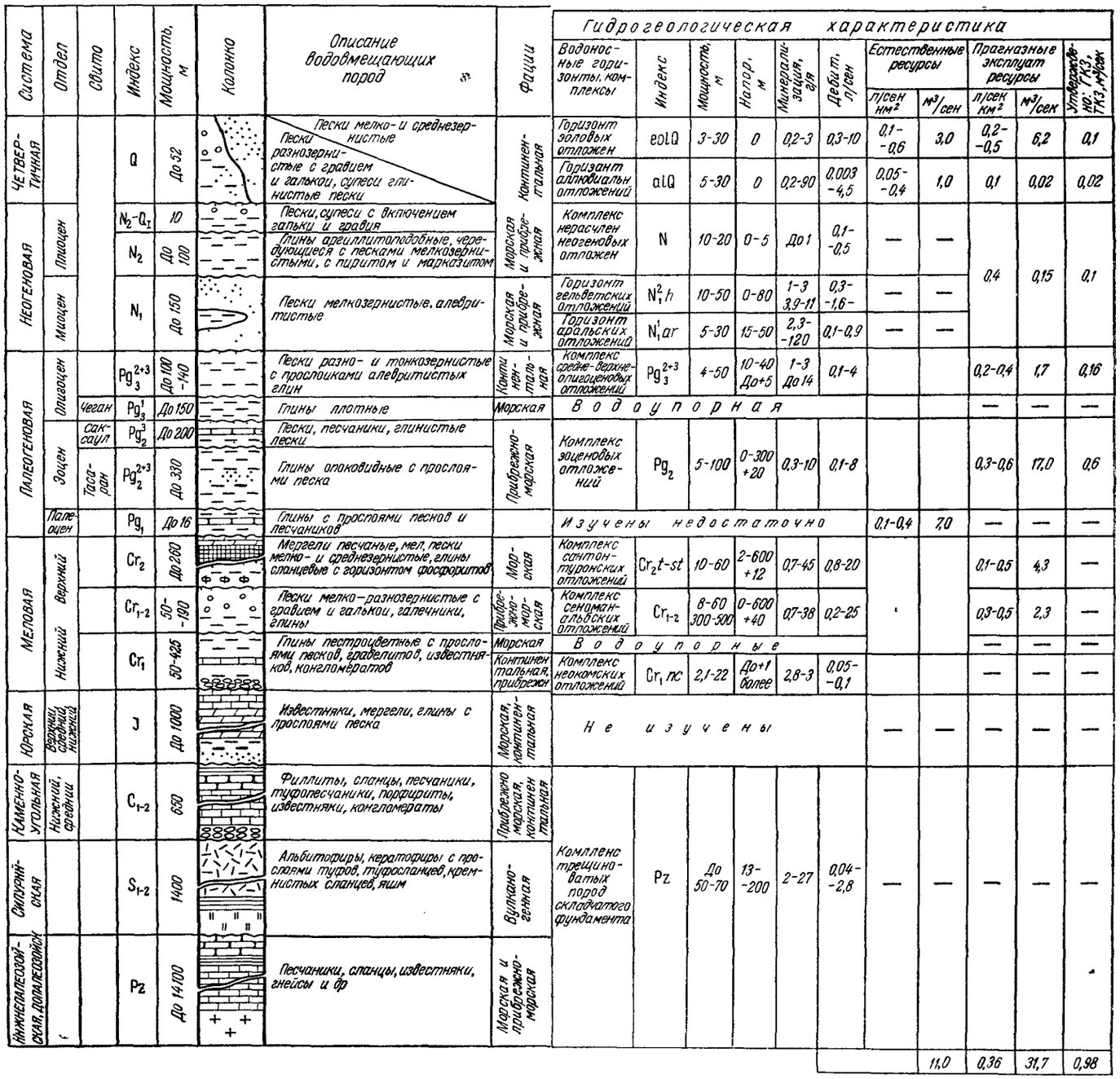
Система	Отдел	Ярус	Индекс	Мощность, м	Описание водовмещающих пород	Фации	Гидрогеологическая характеристика: Водоносные отложения — Комплекс	Горизонт	Индекс	Мощность, м	Напор, м	Минерализация, г/л	Дебит, л/сек	Естественные ресурсы: л/сек, км²	Естественные ресурсы: м³/сек	Прогнозные эксплуатац. ресурсы: л/сек км²	Прогнозные эксплуатац. ресурсы: м³/сек	Утвержденные ТКЗ, тыс. м³/сек
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	Современный		Q	До 40	Тонко- и мелкозернистые, нередко пылеватые пески	Континентальная	Четвертичных	Эоловых	eolQ	8-10	0	0,5-10	0,05--1-2	0-0,4	7,7	0,2--0,8	0,4	—
					Мелко-среднезернистые пески, суглинки, глинистые пески			Аллювиальных	alQ	2-30 50-60	0	0,2-1 1-5	0,2-40	0,3-3	21,0	0,2--3,3	19,2	3,3
					Глинистые пески, супеси, суглинки с включением солей			Озерных, озерно-аллювиальных	lalQ	3-8	0	10-350	—	—	—	—	—	—
		Хвалынский	$Q_{III}hv$	3-25	Пески, супеси, суглинки, глины	Морская и прибрежная		Каспийских трансгрессий	mQ	2-15	Местный	1-10 до 300	0,01--0,5 до 2	0-0,4	13,5	—	—	0,01
		Верхнехвалынский	$Q_{III}hv$	3-25	Пески, супеси, суглинки, глины													
		Средне-хвалынский	$Q_{II}hz$	2-15	Пески с обломками фауны, глины													
		Нижнехвалынский	$Q_{II}b$	20-30	Глины темно-серые плотные, жирные, пески мелкозернистые													
	Плиоцен-четвертичные		N_2-Q	35	Суглинки, глины, пески кварцевые	Континентальные	Нерасч. плиоц.-четв.	—	N_2-Q	10-55	0-12	0,4-3 5-6	0,2-10					
НЕОГЕНОВАЯ	Плиоцен	Апшеронский	N_2ap	До 326	Глины зеленовато-серые жирные, мергелистые, плотные с прослоями алевролита и песка	Морская и континентальная	Плиоценовых	—	N_2	5-40	10-100 и более	0,5-10 5-60	0,1-10			0,1-0,5	5,2	—
		Акчагыльский	N_2ak	До 350	Глины мергелистые и мергели с прослоями алевролитов и песков													
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Олигоцен		Pg_3	55-220	Глины плотные песчаные с прослоями алевролита		Палеогеновых	—	Pg	10-30	1-60	0,8-5	0,5-6,5	0,05--0,8	42,0	0,4-0,5 0,2-0,5	10,7 0,8	—
	Эоцен		Pg_2	60-408	Мелоподобные и глинистые мергели мергелистые глины, опоки с прослоями известняка гипса, песчаника	Морская и прибрежная													
	Палеоцен		Pg_1	40 180	Светлосерые мергели и глины (на юге) опоки, опоковидные песчаники, пески (северная часть района)													
МЕЛОВАЯ	Верхний		Cr_2	64-500	Мел белый, плотный с прослоями мергелей и фосфоритов	Морская	Верхнемеловых	Маастрихтских	Cr_2m	10-20 до 150	3-50	1-10 50-100	0,3-15			0,2-1,7	2,8	0,63
								Сантонских	Cr_2st	1-5	7-15	0,1-11	0,1-7					
	Нижний		Cr_{1-2}	До 317	Пески и глины с тонкими прослоями песчаников, на востоке преобладают пески на западе и юге-песчано-глинистые отложения	Прибрежно-континентальная	Альб-сеноманских	Песчаных	Cr_{1-2}	15-200	5-500 + 80	0,1-3,5	5-32			0,2-1,2	73,0	2,25
								Песчано-глинистых		50-420	До +	До 160	5-25					
			Cr_1	До 480	Глины темно-серые песчанистые с прослоями песчаников и песков	Морская прибрежная	Аптских	Аптских	Cr_1ap	5-30	До +	0,3-11 до 300	0,3-10			—	—	—
							Аптских-неокомских	Неокомских	Cr_1nc	10-60	Напор	До 260	0,1-10					
ЮРСКАЯ	Верхний		J_3	До 150	Глины и мергели с прослоями песков и песчаников	Морск. прибрежная	Верхнеюрских	—	J_3	20-100	0-50 и более	0,2-250	До 1			0,1-0,5	1,4	—
	Средний		J_2	До 600	Пески с прослоями глин песчаников и алевролитов с линзами бурого угля	Прибрежная континентальная	Средне- и нижнеюрских	Песчаных нижний	J_2	15-130	До +	6-260	0,07--2,4					
								Песчано-глинистая		3-80	До +	7-308	0,1-6					
	Нижний		J_1	125	Пески с включением кварцевой гальки и глины, конгломерат в уг листых глин			Песчано-галечниковых	J_1	20-130	До +	10-223	3-10					
ПЕРМО-ТРИАСОВАЯ			P_2-Т	300	Пестроцветная толща глины, мергели, известняки, мел, песчаники галечники, конгломераты	Континентально-лагунная	Верхнепермских, триасовых	Куралинских	T_3	38-72	0-50	0,7-1,8	0,1-6			0,4	0,6	—
								Кураша-сайских		10-120	0-50	0,5-1	2,5-4 До 10					
								Песчано-конгломер.	T_1	До 800	0-100	0,2-2	0,1-6	—	—			
								Известняково-доломитовые	P_2	До 200	0-500	3-195	До 1,5	—	—			
ПЕРМСКАЯ			P_1	До 5000	Каменная соль, гипсы ангидриты Ниже глины	Лагунная, мерг.-соль	Сульфатно-терригенных	—	P_1kg	Значит	До +	1-4 До 320	2-4	—	—	0,3	1,0	—
							Ассельских подсолевых	—	P_1a-as	—"—	До +	0,5-125	2-18	—	—			
КАМЕННО-УГОЛЬНАЯ			C	До 1600--3000	Верхний и средний отделы-известняки, доломиты Нижний (турне-визе) известняки с прослоями аргиллитов, доломитов, песчаников, конгломератов	Морская	Каменноугольных	—	C	До 100	Напорный	33-270	0,02--10	—	—	—	—	—	—
															84,2	0,61	121,0	6,19

Рис 88. Сводная гидрогеологическая колонка по Прикаспийскому району. (Составили А. В. Сотников, А. А. Гуськова)



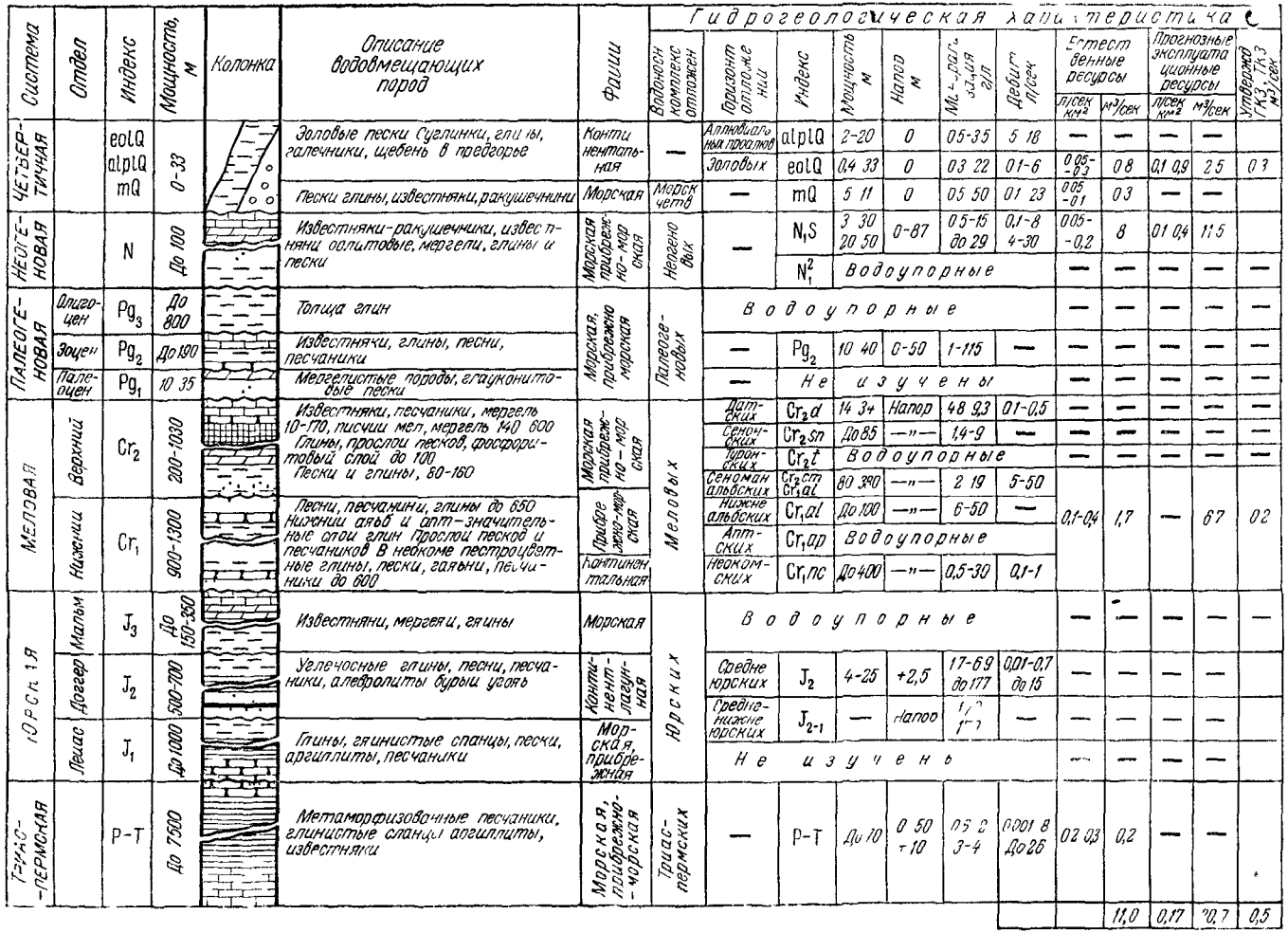
Система	Отдел	Индекс	Мощность, м	Описание водовмещающих пород	Фации	Водоносные отложения: комплексы	Водоносные отложения: горизонты	Индекс	Мощность, м	Напор, м	Минерализация г/л	Дебит, л/сек	Естественные ресурсы, л/сек км²	Естественные ресурсы, м³/сек	Прогнозные эксплуатац. ресурсы, л/сек км²	Прогнозные эксплуатац. ресурсы, м³/сек	Утвержд. ГКЗ, ТКЗ м³/сек	Примечание
						Гидрогеологическая характеристика												
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ		Q	До 40	Пески разнозернистые, нередко гравелистые, глинистые суглинки, супеси. Песчано-галечный материал	Континентальная	—	Аккумулятивн. терас	$Q_{I\,IV}$	4-35	0	0,2-12	1-10	0,05 -1,2	2,0	0,6-0,7	1,9	—	
							Структ. аккумул. террас		4-35	0	0,2-1,2 3-5	0,3 15						
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Эоцен палеоцен	Pg	До 85	Опоки, трепела, глауконитовые пески в зоне континентальн. отложе.-пески, песчаники	Континентальная		Палеоцен-эоценовых	$Pg_1 + Pg_2$	4-27	0	0,1-1	0,1-3,4	0,25-0,57	0,6	0,3	1,2	—	
МЕЛОВАЯ	Верхний	Cr	До 150	Песчаники, опоки, мергели, глауконитов. пески (морские и континент.), глины с прослоями песков и алевритов	Морская, континентальная	Меловых и палеогеновых отложений	Кампанмаастрихтск	Cr_2 m+cp	3-49	1-56 +3-6	0,2-1 До 1,5	0,4 до 10-15			0,8-0,9	0,7	0,08	
	Нижний						Аптальбский	Cr_1 ap-al	5-30	16- -60	0,2-1,1	0,22 до 2,5			0,7	1,5	—	
ЮРСКАЯ	Средний нижний	J_{1-2}	До 400	Глины, пески, галечники (Зеренгагачская свита) Серые угленосные глины с прослоями песков (Хайбулинская свита)	Континентальная	Зеленосных отложений средней юры	Надугленосный	J_2	2-12 до 32	Напорные	0,3-37	0,006 0,3 до 22	0,1-0,3	0,4	0,3 0,7	0,8	0,02	
							Угленосный		15-25	38-97	0,4 55	0,01-1,6						
							Подугленосный		До 60	67 164 +44	0,3- -6,6	0,62- -9,3						
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Верхний	C_3	До 200	Песчаники, известняки алевриты, сланцы	Континентальная, морская	Не изучены							—	—	—	—	—	Бакайская синклиналь
	Средний	C_2	До 150	Песчаники, конгломераты сланцы, алевролиты, известняки	Континентальная морская	Не изучены							—	—	—	—	—	Бакайская синклиналь
	Нижний	C_1v-n	До 400	Известняки с прослоями мергелей, алевролитов, песчаников	Морская, вулканогенная	Осадочных пород нижнего карбона, верхнего девона и вулканогенных	Известняковый	C_1v n	5-150	28- +142	0,8-2	0,1-60	0,4-1,2	3,0	1,3	0,5	0,3	Зилаирская зона
							Карбоновый		—	—	0,3-0,6	10-12						Берлогурская синклиналь
		C_1t	До 1500	Переслаивание песчаников и аргиллитов с прослоями каменных углей и известняков Песчаники глауконитовые с прослоями песков			Кислые эффузивы песчаники	C_1v	10- -100	75- -85	0,2-1	0,1-3						Пририфейская зона
							Песчано-глинистый угленосн.	C_1t	—	—	0,5-2	0,8-11						Берчогурская синклиналь
							Песчаниково-выц.		—	—	0,3	0,4						Бакальская синклиналь
	Верхний	D_3	До 1000	Песчаники, конгломераты, известняки	Континентальная, прибрежно-морская, лагунная		Песчаниково-конгломератовый	D_3-C_1t	—	0	0,3-21	0,2- -2,2						Уралтау-Сакмарская зона
							Кремнисто-глинистый	D_3	3-20	0	0,3- -1,5	0,05- -0,3						Уралтауская зона
							Карбонатно-терригенн		—	0	0,3-2	0,1-0,8						Берчогурская синклиналь
							Песчаниково-конгломер		—	0	0,3-0,9	0,05-5						Западный склон Мугоджар
ДЕВОНСКАЯ	Средний	D_2	До 2000	Осадочно-вулканогенные породы диабазы, спилиты, порфириты; туфы, альбитофиры; конгломераты, песчаники, известняки, сланцы		Осадочно-вулканогенных пород среднего палеозоя	Осадочно вулканогенные	O-D_1	50- 60	0	0,1-1,4	Сотые до 1,5	0,15-1,32	16,9	0,1-0,4	4,1	0,09	Зилаирская зона
	Нижний	D_1	До 400				Осадочно-вулканогенные	S_2-D_2	50- -60	0	0,1-1 до 2,5	Сотые 1,3 до 5						Зеленокаменная (западно-Мугоджарск)
СИЛУРИЙСКАЯ	Верхний	S_2	До 2000	Метаморфические породы кварциты, гнейсы, гранито-гнейсы, сланцы (кремнистые, глинистые и др.), алевролиты, конгломераты и др.		Метаморфических пород нижнего палеозоя домеофия	—	Pcm-Pz_1		Безнапорные и напорные		0,2-2, редко 5-57						
	Нижний	S_1	До 2800															
ОРДОВИКСКАЯ		O	До 2500	Интрузивные породы дуниты, пироксениты, серпентиниты (ультраосновные) Габброидные породы (основные) граниты, диориты, диорит-порфиры.		Интрузивных пород	Ультраосновные	σ	1-70	0	0,5	0,2-2						Центрально-Уральская
КЕМБРИЙСКАЯ		Cm	До 500				Основные	ν	1-70	0	0,5	0,1-0,2						Центрально-Уральская
ДОКЕМБРИЙСК		PCm	Несколько километров				Кислые	γ	1-70	0	0,4	0,01- -1,5						Западно-Мугоджарская
														22,9	0,35	10,7	0,49	

Рис 89 Сводная гидрогеологическая колонка по Уралтау-Мугоджарскому району. (Составили А. В Сотников, А. А. Гуськова)



Система	Отдел	Свита	Индекс	Мощность, м	Описание водовмещающих пород	Фации	Водоносные горизонты, комплексы	Индекс	Мощность, м	Напор, м	Минерализация, г/л	Дебит, л/сек	Естественные ресурсы л/сек км²	Естественные ресурсы м³/сек	Прогнозные эксплуатац. ресурсы л/сек км²	Прогнозные эксплуатац. ресурсы м³/сек	Утверждено по: ГКЗ, ТКЗ, м³/сек
							Гидрогеологическая характеристика										
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ			Q	До 52	Пески мелко- и среднезернистые / Пески разнозернистые с гравием и галькой, супеси глинистые пески	Континентальная	Горизонт эоловых отложений	eolQ	3-30	0	0,2-3	0,3-10	0,1--0,6	3,0	0,2--0,5	6,2	0,1
							Горизонт аллювиальн. отложений	alQ	5-30	0	0,2-90	0,003--4,5	0,05--0,4	1,0	0,1	0,02	0,02
НЕОГЕНОВАЯ	Плиоцен		N_2-Q_I	10	Пески, супеси с включением гальки и гравия	Морская и прибрежная	Комплекс нерасчлен неогеновых отложен	N	10-20	0-5	До 1	0,1--0,5	—	—	0,4	0,15	0,1
			N_2	До 100	Глины аргиллитоподобные, чередующиеся с песками мелкозернистыми, с пиритом и марказитом												
	Миоцен		N_1	До 150	Пески мелкозернистые, алевритистые	Морская и прибрежная	Горизонт гельветских отложений	N_1^2h	10-50	0-80	1-3 3,9-11	0,3--1,6-	—	—			
							Горизонт аральских отложений	N_1^1ar	5-30	15-50	2,3--120	0,1-0,9	—	—			
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Олигоцен		Pg_3^{2+3}	До 100 -140	Пески разно- и тонкозернистые с прослоями алевритистых глин	Континентальная	Комплекс средне-верхнеолигоценовых отложений	Pg_3^{2+3}	4-50	10-40 До+5	1-3 До 14	0,1-4			0,2-0,4	1,7	0,16
	Эоцен	Чеган	Pg_3^1	До 150	Глины плотные	Морская	Водоупорная								—	—	—
		Сакасаул	Pg_2^3	До 200	Пески, песчаники, глинистые пески	Прибрежно-морская	Комплекс эоценовых отложений	Pg_2	5-100	0-300 +20	0,3-10	0,1-8			0,3-0,6	17,0	0,6
		Тасаран	Pg_2^{2+3}	До 330	Глины опоковидные с прослоями песка												
	Палеоцен		Pg_1	До 16	Глины с прослоями песков и песчаников		Изучены недостаточно						0,1-0,4	7,0	—	—	—
МЕЛОВАЯ	Верхний		Cr_2	До 280	Мергели песчаные, мел, пески мелко- и среднезернистые, глины сланцевые с горизонтом фосфоритов	Морская	Комплекс сантон-туронских отложений	Cr_2t-st	10-60	2-600 +12	0,7-45	0,8-20			0,1-0,5	4,3	—
	Нижний		Cr_{I-2}	50--190	Пески мелко-разнозернистые с гравием и галькой, галечники, глины	Прибрежно-морская	Комплекс сеноманальбских отложений	Cr_{I-2}	8-60 300-500	0-600 +40	0,7-38	0,2-25			0,3-0,5	2,3	—
			Cr_I	50-425	Глины пестроцветные с прослоями песков, гравелитов, известняков, конгломератов	Морская	Водоупорные								—	—	—
						Континентальная, прибрежн.	Комплекс неокомских отложений	Cr_I nc	2,1-22	До+1 более	2,6-3	0,05--0,1			—	—	—
ЮРСКАЯ	Верхний, средний, нижний		J	До 1000	Известняки, мергели, глины с прослоями песка	Морская, континентальная	Не изучены						—	—	—	—	—
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Нижний, средний		C_{I-2}	650	Филлиты, сланцы, песчаники, туфопесчаники, порфириты, известняки, конгломераты	Прибрежно-морская, континентальная	Комплекс трещиноватых пород складчатого фундамента	Pz	До 50-70	13--200	2-27	0,04--2,8	—	—	—	—	—
СИЛУРИЙСКАЯ			S_{I-2}	1400	Альбитофиры, кератофиры с прослоями туфов, туфосланцев, кремнистых сланцев, яшм	Вулканогенная											
НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКАЯ, ДОДАЛЕВОНСКИЙ			Pz	До 14100	Песчаники, сланцы, известняки, гнейсы и др	Морская и прибрежно-морская											
														11,0	0,36	31,7	0,98

Рис. 90. Сводная гидрогеологическая колонка по Арало Тургайскому району (Составили А В Сотников А А Гуськова)



Система	Отдел	Индекс	Мощность, м	Колонка	Описание водовмещающих пород	Фации	Водоносн. комплекс отложен.	Горизонт аллювиальных	Индекс	Мощность м	Напор м	Мг-ра/л	Дебит л/сек	Естественные ресурсы л/сек км²	Естественные ресурсы м³/сек	Прогнозные эксплуатационные ресурсы л/сек км²	Прогнозные эксплуатационные ресурсы м³/сек	Утверждено (КЗ, ТКЗ) м³/сек
								Гидрогеологическая характеристика										
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ		eolQ alplQ mQ	0–33		Эоловые пески, суглинки, глины, ракушечники, щебень в предгорье	Континентальная	—	Аллювиальных проллов	alplQ	2–20	0	0,5–3,5	5–18	—	—	—	—	
								Эоловых	eolQ	0,4–33	0	0,3–22	0,1–6	0,05–0,3	0,8	0,1–0,9	2,5	0,3
					Пески, глины, известняки, ракушечники	Морская	Морской четв.	—	mQ	5–11	0	0,5–50	0,1–23	0,05–0,1	0,3	—	—	
НЕОГЕНОВАЯ		N	До 100		Известняки-ракушечники, известняки оолитовые, мергели, глины и пески	Морская прибрежно-морская	Неогеновых	—	N_1S	3–30 20–50	0–87	0,5–15 до 29	0,1–8 4–30	0,05–0,2	8	0,1–0,4	11,5	
									N_1^2	Водоупорные				—	—	—	—	—
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Олигоцен	Pg_3	До 800		Толща глин	Морская, прибрежно морская	Палеогеновых	Водоупорные						—	—	—	—	—
	Эоцен	Pg_2	До 190		Известняки, глины, пески, песчаники			—	Pg_2	10–40	0–50	1–115	—	—	—	—	—	—
	Палеоцен	Pg_1	10–35		Мергелистые породы, глауконитовые пески			—	Не изучены					—	—	—	—	—
МЕЛОВАЯ	Верхний	Cr_2	200–1030		Известняки, песчаники, мергель 10–170, писчий мел, мергель 140–600 Глины, прослои песков, фосфоритовый слой до 100 Пески и глины, 80–160	Морская прибрежно-морская	Меловых	Датских	Cr_2d	14–34	Напор	4,8–9,3	0,1–0,5	—	—	—	—	—
								Сенонских	Cr_2sn	До 85	—»—	1,4–9	—	—	—	—	—	—
								Туронских	Cr_2t	Водоупорные				—	—	—	—	—
	Нижний	Cr_1	900–1300		Пески, песчаники, глины до 650 Нижний альб и апт — значительные слои глин Прослои песков и песчаников В низкие пестроцветные глины, пески, гальки, песчаники до 600	Прибрежно-морская		Сеноман альбских	Cr_2cm Cr_1al	80–340	—»—	2–19	5–50	0,1–0,4	1,7	—	6,7	0,2
								Нижне альбских	Cr_1al	До 100	—»—	6–50	—					
								Апт-ских	Cr_1ap	Водоупорные								
						Континентальная		Неоком-ских	Cr_1nc	До 400	—»—	0,5–30	0,1–1					
ЮРСКАЯ	Мальм	J_3	До 150–360		Известняки, мергели, глины	Морская	Юрских	Водоупорные						—	—	—	—	—
	Доггер	J_2	300–700		Угленосные глины, пески, песчаники, алевролиты бурый уголь	Континентально-лагунная		Средне юрских	J_2	4–25	+2,5	17–69 до 177	0,01–0,7 до 15	—	—	—	—	
	Лейас	J_1	До 1000		Глины, глинистые сланцы, пески, аргиллиты, песчаники	Морская, прибрежная		Средне-нижне юрских	J_{2-1}	—	Напор	[illegible]	—	—	—	—	—	
								Не изучены						—	—	—	—	
ТРИАС-ПЕРМСКАЯ		P-T	До 7500		Метаморфизованные песчаники, глинистые сланцы аргиллиты, известняки	Морская, прибрежно-морская	Триас-пермских	—	P-T	До 10	0–50 +10	0,5–2 3–4	0,001–8 До 26	0,2–0,3	0,2	—	—	
															11,0	0,17	0,7	0,5

Рис. 91. Сводная гидрогеологическая колонка по Мангышлак-Устюртскому району. (Составили А. В. Сотников, А. А. Гуськова)

Тургайской системы артезианских бассейнов. Меньшая часть его идет в местные межгорные впадины, расположенные между антиклинальными складками. Питание водоносных горизонтов происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков на площади распространения трещиноватых пород и фильтрации поверхностных вод.

Водоносные горизонты имеют широкое распространение и в Арало-Тургайском гидрогеологическом районе. Ресурсы слабоминерализованных вод формируются в эоловых песках, сеноман-альбских и олигоценовых отложениях. Большой дефицит влажности, высокое испарение, незначительные уклоны водоносных горизонтов, а также наличие глинистых прослоев в водовмещающих отложениях обусловливают формирование подземных вод пестрой минерализации — от пресных до рассолов Над региональным водоупором (чеганскими глинами) в основном залегают безнапорные грунтовые воды, а под ним — напорные.

Ресурсы подземных вод распространены и изучены по территории Западного Казахстана неравномерно. По данным региональной оценки, максимальные прогнозные эксплуатационные ресурсы приурочены к аллювиальным и эоловым отложениям, а также к нижнемеловым и палеогеновым водоносным комплексам, в которых формируются в основном пресные и солоноватые воды.

Формирование подземных вод происходит в результате весьма разнообразных процессов Образование водной массы и метаморфизация происходили одновременно с геолого-структурным развитием данного района.

Огромное скопление подземных вод в мощной толще платформенного чехла Прикаспийской впадины связано с геологическим развитием краевого юго-восточного погружения Русской платформы и солеродного бассейна с характерной для него солянокупольной тектоникои. Мощность осадочной толщи достигает в центре 10—15 *км*. Образование ее началось в эпоху погружения докембрийского кристаллического фундамента.

Осадки кунгурского яруса нижней перми, преимущественно галогенных формаций, отлагались в условиях жаркого и сухого климата в прибрежно-морских замкнутых лагунах при непрерывном прогибании дна солеродного бассейна. В заключительные этапы осадконакоплений они образовывали солянокупольные структуры и становились мощным региональным водоупором между подсолевым и надсолевым этажами осадочного чехла. В пустотах галогенных пород захоронилась маточная рапа. Однако через межкупольные «гидрогеологические окна», очевидно, осуществляется гидродинамическая связь между водонапорными системами подсолевого и надсолевого этажей.

Последующая эпоха, охватывающая период осадконакопления от конца нижней перми до верхнего триаса включительно (пермо-триас), характеризуется лагунно-континентальным режимом и периодическими трансгрессиями эпиконтинентальных морей. В такой палеогеографической обстановке в толще огромной мощности континентальных красноцветных терригенных отложений и в несколько менее мощной толще морских карбонатных пород с прослоями соли, гипса и доломита формировались соленые воды и рассолы разной крепости. С этой эпохой связано возникновение и начальный рост соляных куполов, а также выщелачивание галогенных пород, что оказывало влияние на формирование химического состава подземных вод.

Палеогеографические и палеотектонические условия юрского и мелового периодов повышали накопление солей в подземных водах. Прибрежный и континентальный режимы осадконакопления, происходив-

шие в эпоху мезозоя, сопровождались формированием соленых и относительно опресненных вод.

В период регрессии и размывов седиментационные воды отложений мезозоя периодически перемешивались с опресненными инфильтрационными водами. На площади Прикаспийской впадины в мезозое продолжался рост соляных куполов, возле которых развивались локальные участки с подземными водами повышенной минерализации.

В палеогене (палеоцене и эоцене) почти повсеместно образовались мощные толщи терригенных осадков морских фаций (Прикаспийский район, Арало-Тургайский, Мангышлак-Устюртский). В них формировались преимущественно соленые воды. Мощные глинистые толщи образуют региональные водоупорные горизонты (палеоценовый — на Мангышлаке, Устюрте; нижнеэоценовый и чеганский — в Арало-Тургайском районе; майкопский — на Мангышлаке; неогеновый — в Западно-Прикаспийском районе). Эти горизонты делят водонасыщенную толщу на нижние и верхние гидродинамические ярусы. В нижнем ярусе в результате глубинного метаморфизма преимущественно аккумулировались соленые воды и рассолы. Они чаще всего хлоридные натриевые, азотные и метановые, термальные, обогащенные микрокомпонентами.

Площади Восточно-Прикаспийского и Западно-Тургайского районов были приподняты и подвергались размыву. Допалеогеновые осадки были на многих участках обнажены. Здесь происходил свободный водообмен и дренирование местной гидрографической сети. Коллектора обнаженных отложений заполнялись инфильтрационными пресными и слабосолоноватыми водами, вытесняя древние минерализованные воды.

Ниже сводов соляных куполов в Прикаспийской впадине в палеогене формировались соленые воды и рассолы. Выщелачивание галогенных пород продолжалось.

В прибортовых районах, примыкающих к Уралтау-Мугоджарскому району, а также и на его площади скапливались преимущественно пресные воды.

Песчано-глинистые олигоценовые отложения, широко распространенные на территории Арало-Тургайского района, почти всюду (до настоящего времени) накапливают инфильтрационные пресные воды.

В нижнем неогене на плато Устюрт и Мангышлаке отложилась мощная толща карбонатных глинистых отложений и ракушечных известняков, в которых скапливаются инфильтрационные воды.

В Западно-Прикаспийском районе в результате длительного континентального перерыва, связанного со значительным вздыманием местности, образовались отложения морской фации. Выше местных базисов эрозии в зонах дренирования, в условиях теплого и влажного климата происходило продолжительное промывание инфильтрационными атмосферными водами коллекторов, в которых заключены более минерализованные воды. В глубоководных морских глинисто-мергелистых осадках акчагыла и глинистых апшерона формировались соленые воды, преимущественно хлоридные натриевые, азотные и азотно-метановые. В мелководных морских отложениях (Восточно-Прикаспийский район, Арало-Тургайский район) образовывались солоноватые воды хлоридного и сульфатного натриевого состава, а в прибрежно-морских и дельтовых песчаных отложениях — слабосолоноватые и пресные воды.

В четвертичное время в Западно-Прикаспийском районе, в Донгузтауском и Южно-Эмбенском артезианских бассейнах, на полуостровах Бузачи, Тюбкараган и вдоль побережья Мангышлака неоднократно происходили трансгрессии моря, а в периодах регрессий накапливались континентальные образования.

Каждый ярус (бакинский, хазарский, хвалынский) начинался с морских осадков, они сменялись при регрессиях субаквальными и субаэральными осадками, что осложнило историю формирования подземных вод. В морских древнекаспийских осадках формировались соленые воды и рассолы хлоридного натриевого состава. В песчаных отложениях древних и новокаспийских морских трансгрессий скапливались воды пестрой минерализации (от пресных до рассолов), а в песчано-галечных дельтовых и прибрежно-морских осадках — пресные и слабосолоноватые воды. Такие же воды распространены в ложбинах местного стока (западинах, падинах, лиманах) и в аллювиальных долинах. Палеогидрогеологическая обстановка формирования подземных вод показывает, что в глубоких горизонтах преобладают седиментационные этапы, преимущественно соленые и рассольные воды азотно-метановые и метановые, обогащенные микроэлементами. Запасы их огромные и могут быть использованы для промышленных, термоэнергетических и других целей. На остальной территории Западного Казахстана преобладают инфильтрационные этапы формирования подземных вод. На этой территории прослеживается нормальная и инверсионная зональность подземных вод (гидродинамическая, гидрохимическая, гидротермальная).

С учетом современной степени изученности произведена оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод Западного Казахстана с минерализацией до 10 *г/л*. Эти воды имеют практическое значение для водоснабжения, обводнения и орошения (табл. 47). Соленые воды (10—50 *г/л*) и рассолы (более 50 *г/л*) не учитывались, так как фактические гидрогеологические параметры для прогнозной оценки ресурсов недостаточны.

Таблица 47

Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод Западного Казахстана, рассчитанные по методике ВСЕГИНГЕО и методам аналогии (*м³/сек*)

Гидрогеологические районы	Гидрохимические зоны					Всего
	$А_1$	$А_3$	$Б_9$	$Б_{10}$	А+Б	
Прикаспийский	22,2	77,4	8,7	6,4	40,8	155,5
Уралтау-Мугоджарский	7,1	4,1	—	—	0,2	11,4
Арало-Тургайский	11,7	4,6	9,9	5,5	—	31,7
Мангышлак-Устюртский	0,3	4,4	4,9	11,1	—	20,6
Итого	41,3	90,6	23,4	22,9	40,9	219,1
	19	41	11	10	19	100%

Водные ресурсы, особенно пресные ($А_1$) и слабоминерализованные ($А_3$), распространены крайне неравномерно. Практическое их использование возможно в комплексе с поверхностными водами. Наиболее широко распространены соленые воды и рассолы.

Существенное влияние на их образование оказывают процессы выщелачивания галогенных осадков соляных куполов. По химическому и газовому составу преимущественно распространены рассолы азотно-метановые, метановые, хлоридно-натриевые, иногда обогащенные калием и кальцием. Ресурсы этих промышленных вод огромны. Воды пригодны для извлечения из них разнообразных продуктов химического

сырья Среди минеральных вод преобладают бромные (Южная Эмба, Западно-Прикаспийский район), йодо-бромные (Прикаспийский район, Мангышлак), йодные (Актюбинское Приуралье), магниевые (Прикаспийский, Мангышлакский, Тургайский районы).

Подземные воды с минерализацией 2—5 *г/л* хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава эксплуатируются для лечебных целей в Северном Приаралье (гор. Челкар). Они содержат микрокомпоненты железа 13—19%, марганца 0,2—0,8%, меди 0,02—0,05%, никеля 0,02—0,03% и кремния 26—39%.

Челкарские минеральные напорные воды формируются в обрамлении района распространения нефтегазовых месторождений, которые образуют специфический состав микрокомпонентов.

Прикаспийский и Мангышлакский районы характеризуются наличием сероводородных (мацестинского типа) и метановых подземных вод. На этих же площадях, а также в Арало-Тургайском районе широко распространены минеральные лечебные грязи и рапа, приуроченные к озерам и сорам. Рапа представляет рассолы, обогащенные калием и магнием.

Микрокомпонентный состав подземных вод изучался в пределах Уралтау-Мугоджарского гидрогеологического массива, на площадях нефтегазовых структур Мангышлака, Южной Эмбы и др. В пределах Мугоджар геоантиклинальные зоны (Уралтауская и Центрально-Мугоджарская) сложены метаморфическими образованиями — гнейсами, гранито-гнейсами, кварцитами и кристаллическими сланцами допалеозоя и нижнего палеозоя с крупными массивами кислых и ультраосновных пород; геосинклинальные зоны (Сакмарская, Западно-Мугоджарская и Прииргизская) — осадочно-вулканогенными и вулканогенными породами диабаз-спилитовой формации среднего палеозоя с более мелкими массивами кислых и основных интрузивов.

Разнообразный состав водовмещающих пород обусловливает и различный химический состав подземных вод. В Уралтауской и Сакмарской зонах, обогащенных щелочноземельными элементами, формируются гидрокарбонатные магниевые и кальциевые воды II типа (по классификации О. А. Алекина). На участках с глинистым покровом или со слабым водообменом образуются хлоридные или сульфатные натриевые воды II и III типа.

Основные гидрогеологические исследования на территории Западного Казахстана следует продолжать в следующих направлениях: 1) выявление и оценка водных ресурсов подземных вод как источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, обводнения и орошения; 2) исследования, связанные с прогнозной оценкой минерализованных вод, как продуктов промышленного химического сырья (промышленные воды), минеральных лечебных вод и теплоэнергетических ресурсов (термальные воды); 3) оценка гидрогеохимических показателей подземных вод в качестве поисковых критериев на ряд рудных и нерудных полезных ископаемых.

В дальнейшем следует всю территорию Западного Казахстана покрыть гидрогеологической и комплексной геолого-гидрогеологической съемкой среднего масштаба.

Особое внимание должно быть обращено на усилие детальной разведки с оценкой эксплуатационных запасов подземных вод, распространенных в артезианских бассейнах Мангышлака, Северного Приаралья, на Урало-Эмбенском плато и Тургае, особенно на участках развития высоконапорных и самоизливающихся вод.

В горноскладчатых областях (Мугоджары, Каратау, Уралтау) следует подвергнуть детальному гидрогеологическому изучению тектонические зоны дробления пород. На этих участках сосредоточены значительные водные ресурсы. Здесь также рекомендуется выявить и оценить эксплуатационные ресурсы по межгорным впадинам.

Следует произвести разведку и оценку эксплуатационных запасов подземных вод для широкого их использования при организации правильного оазисного орошения.

ЛИТЕРАТУРА

Авров П. Я., Космачева Л. Г. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Актюбинского Приуралья и Западного Примугоджарья. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1963.

Айзенштадт Г. Е. К истории тектонического развития Прикаспийской впадины. Тр. ВНИГРИ, вып. 126, 1958.

Алекин О. А. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат, 1953.

Алексин А. А. Некоторые вопросы режима зоны аэрации и грунтовые воды засушливых областей. «Сов. геология», 1960, № 7.

Алексин А. А., Дьяконова Е. А. Геотермическая обстановка Прикаспийской впадины. В кн. «Региональная геотермия и распространение термальных вод СССР». Изд-во «Наука», 1967.

Алпатьев А. М., Гаель А. Г. О возможности использования грунтовых вод в песчаных пустынях для орошения. Докл. ВАСХНИЛ, 1938, № 10.

Анисимов Л. А. Условия формирования химического состава подземных вод Прикаспийской впадины. Изв. Высш. уч. заведений. «Геология и разведка», 1963, № 11.

Арабаджи М. С., Васильев Ю. М., Дьяконов Д. И. и др. Геотермические особенности Арало-Каспийского региона в связи с перспективами освоения глубинных залежей нефти и газа. Сб. материалов НТС по глубокому бурению. Вып. 7. Изд-во «Недра», 1966.

Архидьяконских Ю. В. Формирование напорных вод саксаульских отложений Челкарской синклинали. Мат-лы по геол. и полезн. ископ. Западного Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды Западного Казахстана, «Вестник». Изд-во АН Каз. ССР, 1949, № 2.

Ахмедсафин У. М. Пути рационального использования грунтовых вод Северного Прикаспия для нужд животноводства. «Вестник». Изд-во АН Каз. ССР, 1953, № 9 (102).

Ахмедсафин У. М. Карта прогноза артезианских бассейнов Казахстана. «Вестник» АН Каз. ССР, изд-во «Наука», 1959, № 11.

Ахмедсафин У. М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1961.

Ахмедсафин У. М. Формирование грунтовых и артезианских вод Казахстана. В кн. «Формирование подземных вод Казахстана». Изд-во «Наука», 1965.

Ахмедсафин У. М., Губарев А. Н. и др. Грунтовые воды Тургайских равнин и их ресурсы. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., изд-во «Наука», 1963, № 2.

Ахмедсафин У. М., Сыдыков Ж. С. и др. Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Каз. ССР, изд-во «Наука», 1964.

Ахмедсафин У. М., Сыдыков Ж. С. и др. Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1964.

Ахмедсафин У. М., Шапиро С. М., Сыдыков Ж. С. О термальных водах Казахстана. В кн. «Региональная геотермия и распространение термальных вод СССР», изд-во «Наука», 1967.

Бакиров К. Ф. Коллекторские свойства верхнепалеозойских отложений Актюбинского Приуралья в связи с перспективами их нефтегазоносности. В кн. «Геологическое строение и нефтегазоносность восточной части Прикаспийской впадины и ее северного, восточного и юго-восточного обрамлений». М., изд-во «Недра», 1962.

Белов Е. В., Джангирьянц Д. А., Тюльбаева З. Результаты битуминологических исследований мезозойских и палеозойских отложений и подземных вод Эмбы. В кн. «Геология, гидрогеология и разработка нефтяных месторождений», Алма-Ата, изд-во «Наука», 1963, т. 1.

Белякова Е. Е., Резников А. А. и др. Гидрохимический метод поисков рудных месторождений. Госгеолтехиздат, 1962.

Беляков М. Ф. Геотермические аномалии соляных куполов Эмбы. Докл. АН СССР, нов. сер., 1949, т. 68, № 6.

Бергман А. Г., Валяшко М. Г., Фейгельсон И. В. Соляные озера северо-западного Приаралья, плато Устюрт и низовий р. Аму-Дарьи. Мат-лы к физико-географической и геохимической характеристике. Тр. Лабор. озероведения, АН СССР, 1963, т. 2.

Беркалиев З. Т. Гидрогеологический режим Центрального, Северного и Западного Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1959.

Биндеман Н. Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., изд-во «Недра», 1963.

Богданов Г. Я. Грунтовые воды восточной части массива Волго-Уральских песков. В сб. «Вопросы изучения подземных вод и инженерно-геологических процессов». Гостоптехиздат, 1955.

Богданов Г. Я. Гидродинамическая зональность грунтовых вод северо-западной части Прикаспийской низменности. Изв. «Геология и разведка», 1961, № 3.

Богомолов Г. В., Герасимов Б. Г., Иванов В. И. Гидрогеология Волго-Уральской нефтегазоносной области. Изд-во «Наука», 1967.

Ботвинкин Н. Н. Проблема Большого Иргиза. «Соц. наука и техника». Ташкент, 1934, № 8.

Бочкарева В. А., Кукабаев Б., Садыков Ж. С. Гидрогеологические и гидрохимические условия восточной части Прикаспийской впадины в связи с нефтегазоносностью. Тр. Ин-та гидрогеол. и гидрофизики АН Каз. ССР, т. 1, 1968.

Бруевич С. В. и Виноградова Е. Г. Накопление биогенных элементов в грунтовых растворах Северного Каспия в связи с характером грунтов. Докл. АН СССР, т. 27, 1943.

Брянская Г. В. Геология и гидрогеология Прикаспийской низменности в сб. «Геология и полезные ископаемые Западного Казахстана», Актюбинск, Изд-во НТО «Горное», 1961.

Буданов Н. Д. Гидрогеология Урала. Изд-во «Наука», 1964.

Буйневич Д. В., Зиновьев А. А., Дружинин И. Г. Химический состав речных и озерных вод междуречья Волги и Урала. Тр. Ин-та химии. Изд-во АН Каз. ССР, № 6, 1955.

Валяшко М. Г. Основные химические типы вод и их формирование. Докл. АН СССР, т. 102, № 2, 1955.

Васильев В. С. Гидрогеологические исследования в районе оз. Челкар. Уч. зап. СГУ, т. XIII, вып. 2, 1935.

Васильев Г. А. Гидрогеология Индерского поднятия. Тр. ВНИИГалургии, сб. I, 1956.

Васильевский П. М. Гидрогеологическая характеристика Иргиз-Тургайского района. Тр. Тургайской мелиор. экспед. за 1920—1924 гг. Изд-во Каз. ССР, Ташкент, 1930.

Вассоевич Н. Б. Опыт построения типовой кривой гравитационного уплотнения глинистых осадков. «Новости нефтяной техники», сер. геол., вып. 4, 1960.

Викторова М. Е., Котова А. В. О содержании бария и стронция в водах нефтяных месторождений Эмбенского района. Тр. Ин-та нефти. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, т. 4, 1961.

Владимиров Н. М., Федин Н. Ф. Условия формирования минерализации грунтовых вод песчаных массивов Северного Прикаспия. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., № 1, 1954.

Власко Г. Н. К вопросу о характере и причинах многолетних колебаний минерализации подземных вод аллювиальных отложений. Мат-лы по геол. и пол. ископ. Зап. Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Вольвовский Н. С., Гарецкий Р. Г. и др. Тектоника Туранской плиты. Тр. ГИН АН СССР, вып. 165, Изд-во «Наука», 1966.

Воскресенский К. П. Сток в южном Заволжье и Прикаспийской низменности. Гидрометеоиздат, 1953.

Высочанская В. П., Джаигирьянц Д. А., Колпаков В. Б. Гидрогеохимические показатели нефтеносности отложений верхнего альба Эмбенского артезианского бассейна. Тр. Ин-та геологии и геофизики. Изд-во АН Каз. ССР, т. 1, 1963.

Вялов О. С. Гидрогеологические исследования степной полосы к югу от р. Эмбы и северной части Устюрта. Тр. ГГРУ, вып. 61, 1931.

Вялов О. С. Гидрогеологический очерк Устюрта. Тр. ВГРО, вып. 319, 1935.

Гаель А. Г. Гидрогеологические наблюдения над грунтовыми водами в песках Северного Приаралья. Тр. II Всес. геогр. съезда, т. 2. Изд-во геогр. об-ва, 1948.

Гаель А. Г. Облесение бугристых песков засушливых областей. Изд-во АН СССР, 1952.

Гаель А. Г., Голиков М. С. и др. Песчаные пустыни Северного Приаралья и пути их освоения. Тр. Ин-та пустынь. Изд-во АН Каз. ССР, т. 2, 1950.

Гарецкий Р. Г. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности южного погружения Мугоджар. «Геология нефти», 1958, № 1.

Гарецкий Р. Г., Самодуров В. И. и др. Тектоника платформенного чехла Тураиской плиты. Проблемы региональной тектоники Евразии. Изд-во «Наука», 1963.

Геологическая изученность СССР, т. 36, Казахская ССР (Актюбинская область, Гурьевская и Уральская области). Периоды 1951—1955 гг. Вып. 1. Алма-Ата, изд-во АН Каз. ССР, 1963.

Герасимов И. П. Древние реки и современные пустыни Западного Казахстана. Изд-во АН СССР, 1935.

Гидрохимическая карта СССР (подземные воды) м-ба 1 : 5 000 000. Коллектив авторов под ред. Н. К. Зайцева. Объяснит. записка. М., изд-во «Недра», 1958.

Гидрогеологическая карта СССР м-ба 1 : 2 500 000. Коллектив авторов под ред. Н. К. Зайцева, ВСЕГЕИ. Объяснит. записка. М., изд-во «Недра», 1961.

Гуркина Н. Ф. Режим грунтовых вод в районах междуречья Узеней и Причижинской равнины северо-восточной части Прикаспийской низменности. Тр. МГРИ, Госгеолтехиздат, т. 32, 1958.

Гуркина Н. Ф. Районирование территории междуречья Узеней и Причижинской равнины по типам гидрохимического режима. Тр. МГРИ, Госгеолтехиздат, т. 35, 1959.

Дальян И. В., Сыдыков Ж. С. Новые данные о подземных водах неокома Северной Эмбы. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 4 (37), 1959.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Подземные воды верхнепалеозойских нефтеносных отложений Актюбинского Приуралья. Изв. АН Каз. ССР, сер., геол., вып. 1 (38), 1960.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Йодо-бромные воды нижнепермских отложений Актюбинского Приуралья. Тр. ИГН АН Каз. ССР, т. 4, 1961.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Минеральные воды Актюбинского Приуралья. Вест. АН Каз. ССР, № 5, 1962.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Подземные воды апта восточной окраины Прикаспийской впадины. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 1, 1963.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Геотермические условия Актюбинского Приуралья. «Сов. геология», 1963, № 11.

Дальян И. Б., Сыдыков Ж. С. Гидрохимия подземных вод нижнепермских отложений Актюбинского Приуралья. Тр. Ин-та геологии и геофизики. Изд-во АН Каз. ССР, т 1, 1963.

Дахнов В. Н., Дьяконов Д. И. Геотермические исследования скважин. Гостоптехиздат, 1952.

Джангирьянц Д. А. Некоторые данные по геотермии верхнего альба Эмбенского района. «Геология нефти и газа», 1961, № 9.

Джангирьянц Д. А. О гидрогеологических исследованиях на Эмбе. Сб. «Геология, бурение, разработка нефтяных месторождений и химия нефти». Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1961.

Джангирьянц Д. А. Гидрогеологические условия и нефтеносность площади Западный Тереньузюк. Тр. Ин-та геологии и геоф. Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, т. 1, 1962.

Джангирьянц А. Д. Минеральные воды южной части Эмбенского района. Сб. «Геология, гидрогеология и разработка нефтяных месторождений». Алма-Ата, изд-во «Наука», т. 1, 1963.

Джангирьянц А. Д. Геотермическая характеристика Эмбенского нефтеносного района. «Геол. нефти и газа», 1965, № 1.

Джумагалиев Т. Н. Перспективы газонефтеносности междуречья Урал — Волга. «Сов. геология», 1960, № 6.

Долицкий В. А. Некоторые особенности строения соляных куполов Прикаспийской синеклизы. Изв. АН СССР, 1962, № 6.

Доскач А. Г. К вопросу о бессточных впадинах и бессточных реках Волго-Уральского междуречья. Тр. Ин-та геогр. АН СССР. Изд-во АН СССР, вып. 62, 1954.

Дубильер А. С. Некоторые черты формирования подземных вод пермских отложений Оренбургского Приуралья. Тр. ЛГГП АН СССР, т. 36, 1961.

Жеваго В. С. Геотермические измерения в Казахстане и их характеристика. Тр. Казах. ИМС, № 7, 1962.

Жеваго В. С. Основные закономерности распределения тепла в верхней части земной коры на территории Казахстана. Тр. Ин-та гидрогеол. и гидрофизики АН Каз. ССР, т. 1, 1968.

Жуков М. М. Плиоценовая и четвертичная история севера Прикаспийской впадины. Пробл. Зап. Казахстана. Изд-во АН СССР, т. II, 1945.

Журавлев В. С. Основные черты глубинной тектоники Прикаспийской синеклизы. Тр. ГИН АН СССР, вып. 42, 1960.

Журавлев В. С. Роль подземных вод в процессе формирования подсолевых структур на куполах Прикаспийской синеклизы. Бюлл. МОИП, отд. геол., 1962, № 2.

Журавлев В. С. Типы соляных куполов Прикаспийской впадины. Тр. ГИН АН СССР, 1963, вып. 92.

Журавлев В С, Шлезингер А Е Особенности тектоники и перспективы нефтегазоносности северо восточной части соляиокупольной территории Западного Казахстана В сб «Геол строение и нефтегазоносиость восточной части Прикаспийской впадины» Гостоптехиздат, 1962

Заицев И К Основы гидрогеологического районирования Казахстана «Сов геология», 1940

Зайцев И К Некоторые закономерности распространения и формирования подземных рассолов на территории СССР Бюлл ВСЕГЕИ Изд во «Недра», 1958, № 1

Зейберлих Н Э Подземиые воды степиой полосы между плато Устюрт и р Эмбой Бюлл МОИП отд геол, 1962, т 37 (6)

Зейберлих Н Э Условия формирования вод аллювиальных отложений в средней части долины р Уил Изв АН Каз ССР, сер геол, вып 2 (47), 1962

Зейберлих Н Э Подземные воды левобережья среднего течения р Ори Тр Ин та геол и геофизики Изд во АН Каз ССР, т 1, 1963

Зеиберлих Н Э К вопросу о максимальной производительности скважин Изв АН Каз ССР, 1963

Зейберлих Н Э К вопросу о влиянии неотектоиики на формирование динамики и химического состава подземных вод восточной окраины Прикаспийской впадины Бюлл МОИП, отд геологии т 14 (2), 1969

Зунтуриди И Г Гидрогеологическое обследование района нижнего течения рр Иргиза и Тургая Изв Оренб отд Русск геогр об ва, 1912, т 23

Иванов В В Малахов А М Генетическая классификация лечебных грязей (пелоидов) СССР Мат лы по изучению лечебных грязей, грязевых озер и месторождений Медгиз 1963

Иванова Л М Роль водоносных горизонтов Приволжской возвышенности в формировании подземных вод Прикаспийской низменности Тр ВСЕГИНГЕО сб 19 Изд во «Недра» 1961

Идзон П Ф Гидрогеологическое районирование Волго Уральского междуречья и элементы водного баланса Тр Лаборат лесоведения АН СССР, т 3 1961

Калинин Н А Основные черты геологического строения и нефтегазоносности Западного Казахстана Тр ВНИГРИ 1963

Каменский Г Н Принципы прогноза гидрохимического режима грунтовых вод северной части Прикаспийской низменности Тр ЛГГП АН СССР т 12 Изд во АН СССР, 1955

Каменский Г Н Гармонов И В и др Грунтовые воды Прикаспийской низменности и их режим в пределах Волго Уральского междуречья Тр ЛГГП АН СССР, т 27, 1960

Кассин Н Г Гидрогеологические исследования, произведенные в юго восточной части Иргизского уезда в 1913 г Изд во отд земельн улучш Главн упр ия земледелия СПб, 1914

Ковда В А, Егоров В В Морозов А Г Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало Каспийской низменности Тр Поч ин та им В В Докучаева т 14 Изд во АН СССР 1954

Козырев А А Краткий гидрогеологический очерк Казахстана Мат лы ОКИСАР, вып 4, сер Каз Изд во АН СССР, 1927

Колпаков В Б О древней дельте р Эмбы и генезисе Эмба-Атрауских Каракумов Тр Ин та нефти Алма Ата Изд во АН Каз ССР, т 3, 1959

Колпаков В Б Некоторые вопросы разведки на воду в южной части Эмбенского района Тр Ин та нефти Алма Ата, Изд во АН Каз ССР, т 3, 1959

Колпаков В Б Минеральные лечебные воды Южной Эмбы Тр Ин та нефти Изд во АН Каз ССР, т 4, 1961

Колпаков В Б Водные ресурсы Эмбы и Мангышлака В сб «Наша Эмба нефтяная», Гурьев, 1961

Колпаков В Б Водные ресурсы Горного Мангышлака Тр Ин та нефти Алма Ата Изд во АН Каз ССР, т 4 1961

Колпаков В Б Формирование нефтяных залежей в зависимости от динамики подземных вод юго востока Прикаспийской впадины В кн «Геология и нефтеносность восточной части Прикаспийской впадины и ее обрамления» Изд во «Наука», 1962

Колпаков В Б Проблема Каспийского моря и Гурьевской области В сб «Проблемы Каспийского моря» Баку, Изд во Аз ССР, 1963

Колпаков В Б Джангирьянц Д А Некоторые гидрогеологические закономерности в Южно Эмбенском артезианском бассейне Тр Ин та нефти Алма-Ата, Изд во АН Каз ССР, т 3, 1959

Колпаков В Б, Кульбацкий М А, Горюнов Н С Водохозяйственные мероприятия В сб «Система ведения сельского хозяйства в Гурьевской области Алма Ата, изд во «Кайнар», 1958

Колпаков В Б, Сундетов А Д, Джангирьянц Д А Минеральные воды и грязи Гурьевской области «Здравоохранение Казахстана», 1959, № 10

Коржинский Д. С. Фильтрационный эффект в растворах и его значение для геологии. Изв. АН СССР, сер. геол., 1947, № 2.

Корценштейн В. Н. О механизме разгрузки глубинных подземных вод в Каспийское море. Докл. АН СССР, т. 142 (2), 1962.

Корценштейн В. Н. Гидрогеология нефтегазовых месторождений Южного Мангышлака. Тр. ВНИИГаз, вып. 26/34, изд-во «Недра», 1967.

Корякин И. С. Лечебно-курортные местности Западно-Казахстанской области. Уральск изд-во, 1935.

Кротова В. А. Гидрогеология (Волго-Уральская нефтеносная область). Тр. ВНИГРИ. Гостоптехиздат, вып. 94, 1956.

Кротова В. А. Гидрогеологические факторы формирования нефтяных месторождений. Тр. ВНИГРИ. Госгеолтехиздат, вып. 191, 1962.

Куделин В. И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. Изд-во МГУ, 1960.

Кузнецов Д. И. Содержание бора в рассолах озер Западного Казахстана. «Прикладная химия», 1940, т. 13 (9).

Кукабаев Б. И. Подземные воды юрских отложений юго-восточной части междуречья Урала и Эмбы. Вестн. АН Каз. ССР, 1963, № 12.

Кукабаев Б. И. Формирование химического состава высокоминерализованных рассолов в южной части Урало-Эмбенского района. В кн. «Формир. подз. вод Казахстана». Изд-во «Наука», 1965.

Кукабаев Б. И., Садыков Ж. С. Гидрохимия вод пермо-триасовых отложений юго-западной части междуречья рек Урала и Эмбы. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 4 (49), 1962.

Курнаков Н. С., Лепешков И. Н., Кузнецов Д. И. Минеральные соли и соленые озера Урало-Эмбенской области. «Большая Эмба». Изд-во АН СССР, 1937.

Лодяной Н. И. Артезианское бурение в районе Новоукраинского месторождения фосфоритов. Агр. руды СССР, т. V, 1939.

Ломтадзе В. Д. Роль процессов уплотнения глинистых осадков в формировании подземных вод. Тр. Лабор. гидропроблем АН СССР, т. 16, 1958.

Ломтадзе В. Д. Результаты исследований воды, отжатой из глинистых отложений различной степени литификации. Изв. ВУЗов, сер. геол. и разв., 1959, № 9.

Можаровский Б. А. Краткий обзор гидрогеологических условий пунктов водоснабжения ж.-д. линии Гурьев — Актюбинск. Изд-во Сарат. гос. ун-та, 1931, вып. 1.

Макаренко Ф. А. Термальные воды СССР как источник тепловой энергии. Проблемы гидрогеологии. Докл. к собранию Междунар. ассоц. гидрогеологов, 1960.

Мещеряков Ю. А., Брицкина М. П. Геоморфологические данные о новейших тектонических движениях в Прикаспийской низменности. В сб. «Геоморф. исслед. в Прикаспийской низменности». Изд-во АН СССР, 1954.

Мухин Ю. В. О гидрогеологической обстановке в Северо-Каспийском нефтеносном бассейне. «Новости нефтяной и газовой техники», 1961, № 11.

Найденова В. И., Поляк Б. П. О геотермических условиях Волго-Уральской провинции. Тр. ЛГГП АН СССР, т. 42, 1962.

Неволин Н. В. Тектоника Западного Казахстана и перспективы его нефтегазоносности. Гостоптехиздат, 1961.

Невская А. И. Гидрохимическая характеристика поверхностного стока засушливых районов Казахстана. Вестн. АН Каз. ССР, № 9, 1956.

Обединентова Г. В. О времени и причинах хвалынской трансгрессии Каспия. Изв. АН СССР, сер. геол., 1964, № 1.

Орфанидн К. Ф. Условия формирования артезианских вод Южного Мангышлака. «Сов. геология», 1962, № 5.

Петрушевский Б. А., Яншин А. Л. Артезианские воды Северного Приаралья. «Народное хозяйство Казахстана», 1937, № 11—12.

Помарницкий М. А. Геотермическая характеристика солянокупольной области Прикаспийской впадины. Тр. ВНИГРИ, Гостоптехиздат, вып. 220, Геологический сборник, 1963, № 8.

Посохов Е. В. Грязи оз. Каработан и Индерских источников в Западном Казахстане. Вест. АН Каз. ССР, вып. 3, 1949.

Посохов Е. В. К вопросу о гидрохимии подземных вод Северного и Восточного Приаралья и прилегающих к нему районов Мин-Булак и Арысь-куль. «Гидрохим. материалы», 1957, т. 27.

Посохов Е. В. Минеральные грязи Западного Казахстана. Изв. АН Каз. ССР, 1960.

Посохов Е. В. Теория метаморфизации подземных вод и генезис глубинных рассолов хлор-кальциевого типа. Тр. Новочеркасского ПТИ, т. 128, 1962.

Посохов Е. В. Формирование химического состава подземных вод. Гидрометиздат, 1969.

Провославлев П. А. Гидрогеологические условия в области нижнего течения рек Большой и Малый Узени. Тр. Ленинградск. об-ва естествоиспыт., т. 30, вып. 4, 1917.

Пригоровский М М и Васильев П В Гидрогеологический очерк степной полосы к западу и югу от Мугоджарских гор. Изв Г К, т XVII (7), 1928

Проничева М В О проявлении новейшей тектоники в Северном Прикаспии «Геология нефти», 1957, № 3

Проничева М В Мощность четвертичных отложений, как показатель новейших тектонических движений Северного Прикаспия В сб «Мат-лы Всес совещ по изуч четвертичн периода», Изд-во АН СССР, т 2, 1961

Проничева М В Геоморфологическая характеристика структур западной части Прикаспийской впадины «Геология нефти и газа», 1964, № 2

Распопов М П Вопросы влагооборота в почво-грунтах северо западной части Прикаспийской низменности Изв ВГО, т 86 (2), 1954

Распопов М П Опыт расчета баланса грунтовых вод целинных и залежных земель комплексной суглинистой равнины северо-западной части Прикаспийской низменности Мат-лы ВСЕГЕИ, нов сер, вып 20, 1956

Распопов М П Мелиоративно-гидрогеологическое районирование междуречья Волги и Урала Мат-лы ВСЕГЕИ, Нов сер, вып 20, 1958

Распопов М П Режим и баланс грунтовых вод водораздельной равнины междуречья Волга — Узень в Прикаспийской низменности Тр III Всесоюзн гидрогеол съезда, вып IX, 1959

Распопов М П Природные рассолы Прикаспийской впадины Тр ВСЕГЕИ, нов сер, т 61, 1961

Распопов М П Подземные воды Прикаспийской низменности, как источник водоснабжения и минеральное сырье Информ сб, № 56 Мат лы по региональной и поисковой гидрогеологии Изд-во «Недра», 1962

Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 12, вып 3 (Актюбинская область), Гидрометеоиздат, 1966

Роде А А К вопросу о происхождении микрорельефа Прикаспийской низменности «Вопросы географии» Изд во геогр об ва СССР Сб 33, 1953

Самарина В С Формирование химического состава подземных вод (на примере Прикаспийской низменности) Изд во ЛГУ, 1963

Сергеев В А Материалы к гидрогеологической характеристике грунтов и вод Северного Приаралья Изв ГГО, т 58 (5), 1936

Сергеев В А Грунтовые воды Прикаспийских и Приуральских полупустынь Изд во ЛГУ, 1937

Сергеев В А Гидрогеологическое исследование бассейна соленых грязей Хаки Урдинского района Уч зап ЛГУ, 1938, № 26

Силин Бекчурин А И Формирование подземных вод северо востока Русской платформы и Западного склона Урала Тр ЛГГП АН СССР, 1949, т 4

Силин Бекчурин А И Гидрохимическая зональность подземных вод Прикаспийской синеклизы Изв АН СССР, сер геол 1952, № 4

Славянова Л В, Голицин М С Бром, йод и стронций в подземных водах 1964, № 9

Сотников А В Гидрохимические фации вод коры выветривания северо-восточного Прикаспия В сб «Тезисы докл конф по химич географии вод» Пермь, Изд во Госуниверситета, 1949

Сотников А В Гидрохимические фации вод дочетвертичного комплекта пород Северо-восточного Прикаспия Пермь, Изд-во Госуниверситета, 1949

Сотников А В Гидрохимические фации озер Прикаспия В сб «Тезисы докладов конференции по хим географии вод» Пермь, Изд-во Госуниверситета, 1949

Сотников А В Химическая и механическая денудация в Прикаспийской низменности Изв АН Каз ССР, сер геол, изд-во «Наука», 1953, вып 16

Сотников А В Поиски и разведка подземных вод в районах целинных земель и пастбищных территорий Западно Казахстанской области В кн «Водные ресурсы Казахстана» Алма-Ата, Изд во АН Каз ССР, 1957

Сотников А В К вопросу о характере гидрохимического стока рек Тургая и Иргиза Вест АН Каз ССР, 1957, № 6

Сотников А В Дело большой важности «Народное хозяйство Казахстана», 1958, № 12

Сотников А В Гидрогеологические и инженерио-геологические исследования в Западном Казахстане за 40 лет Казахской ССР В сб «Геология и полезные ископаемые Западного Казахстана» Актюбинск, Изд-во НТО «Горное», 1961

Сотников А В Термальные воды Западного Казахстана и перспективы их использования В сб «Геология и полезные ископаемые Западного Казахстана» Актюбинск, Изд-во НТО «Горное», 1961а

Сотников А В Разумно использовать артезианскую воду «Сельское хозяйство Казахстана», 1962, № 10

Сотников А В Гидрогеологическое районирование Западного Казахстана Мат-лы по геол и пол ископ Западного Казахстана Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966

Сотников А В Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования

экспедиции за 25 лет. Мат-лы по геол. и пол. ископ. Западного Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966а.

Сотников А. В., Будчанов И. А. Минеральные лечебные воды Северного Приаралья и Индера. Мат-лы по геол. и пол. ископ. Западного Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Сотников А. В., Бурак Г. И. Минеральные воды и грязи Западного Казахстана. «Геол. и пол. ископ. Зап. Казахстана». Актюбинск, Изд-во НТО «Горное», 1961.

Сотников А. В., Кнышенко Н. Г., Гуськова А. А. Ресурсы подземных вод Актюбинской области. Мат-лы по геол. и пол. ископ. Западного Казахстана. Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Сотников А. В., Сыдыков Ж. С. О формировании химического состава артезианских вод альба Южного Примугоджарья. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 4 (32). Алма-Ата, Изд-во АН Каз. ССР, 1958.

Сотников А. В., Сыдыков Ж. С. Минеральные воды Северного Приаралья и условия их формирования. Изв. АН Каз. ССР, сер., геол., вып. 2, изд-во АН Каз. ССР, 1960.

Сотников А. В. Инженерно-геологическая характеристика грунтов Западного Казахстана. Мат-лы Первого респ. совещ. в Казахстане. Алма-Ата, Изд-во Госстроя Каз. ССР, 1966.

Сочеванов В. Е. Конденсация в песках Прикаспийской низменности и метода ее определения. Сб. ГГИ, вып. 1, 1938.

Стадник Е. В. Гидрогеологические предпосылки газонефтеносности Северо-Западного Приаралья. «Геология нефти и газа», 1969, № 4.

Стадник Е. В., Козлов В. Г., Юрин Г. А. Температурные особенности водонапорной системы юго-востока Русской платформы. «Геология нефти и газа», 1967, № 2.

Старков В., Дальян И. Б. Подземные воды Восточного Приаралья — источник водоснабжения. «Сельское хозяйство Казахстана», 1960, № 7.

Сулин В. А. Воды нефтяных месторождений в системе природных вод. Гостоптехиздат, 1946.

Сулин В. А. Гидрогеология нефтяных месторождений. Гостоптехиздат, 1948.

Сыдыков Ж. С. К вопросу о минерализации грунтовых вод северо-восточного побережья Каспийского моря. Вестн. АН Каз. ССР. Алма-Ата. изд-во «Наука», 1953, № 12.

Сыдыков Ж. С. Подземные воды — основной источник водоснабжения целинных земель Иргизского района. Вестн. АН Каз. ССР, 1956, № 1.

Сыдыков Ж. С. Некоторые итоги изучения и использования подземных вод северной части Актюбинской области в народном хозяйстве. В кн. «Водные ресурсы Казахстана». Алма-Ата, изд-во АН Каз. ССР, 1957.

Сыдыков Ж. С. О карте прогнозов артезианских бассейнов Казахстана. В сб. «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, изд-во АН Каз. ССР, 1959.

Сыдыков Ж. С. Определение сухого остатка пластовых вод нефтяных районов по величине солености, Изд-во АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 4, 1961.

Сыдыков Ж. С. Гидрохимические критерии поисков полезных ископаемых в Западном Казахстане. Вестн. АН Каз. ССР, 1961, № 5.

Сыдыков Ж. С. Гидрохимические критерии нефтегазоносности верхнепалеозойских отложений Актюбинского Приуралья. Тр. Межведом. совещ. по гидрохим. методу поисков рудн. месторожд. Томск, 1962.

Сыдыков Ж. С. Гидрогеологические и гидрохимические особенности нефтяных вод Кенкиякской площади. Изв. АН Каз. ССР, сер. геол., 1962, № 2.

Сыдыков Ж. С. Гидрогеохимические поиски медноколчеданных руд в пределах Зеленокаменной зоны Западных Мугоджар. В кн. «Вопросы геологии и меденосности Мугоджар». Алма-Ата, изд-во «Наука», 1963.

Сыдыков Ж. С. Формирование подземных вод Уралтау-Мугоджарской складчатой области. Тр. ИГН АН Каз. ССР, изд-во «Наука», т. 14, 1965.

Сыдыков Ж. С. Влияние атмосферных осадков на формирование химического состава подземных вод Мугоджарской складчатой области. В сб. «Мат-лы по геол. и пол. ископ. Зап. Казахстана». Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Сыдыков Ж. С. Подземные воды Мугоджар и Примугоджарских равнин (формирование, ресурсы и использование). Алма-Ата, изд-во «Наука», 1966.

Сыдыков Ж. С. Подземный сток в глубоких водоносных горизонтах Прикаспийской впадины. Тр. Ин-та гидрогеологии и гидрофизики АН Каз. ССР. Алма-Ата, изд-во «Наука», т. 1, 1967.

Сыдыков Ж. С. Формирование подземных вод Западного Казахстана. В сб. «Гидрохимизм и гидротермия подземных вод Казахстана». Тр. Ин-та гидрогеол. и гидрофизики АН Каз. ССР. Изд-во «Наука», 1969.

Сыдыков Ж. С., Дальян И. Б. Подземные воды визейских отложений юго-западной части Тургайского прогиба. Вестн. АН Каз. ССР, 1959, № 5.

Сыдыков Ж. С., Дальян И. Б. Гидрогеологические показатели нефтегазоносности Актюбинского Прикуралья и Западного Примугоджарья. В кн. «Геология и

нефтегазоносность восточной части Прикаспийской впадины», изд во «Наука», 1962

Сыдыков Ж С, Кугешев А К Пространственное размещение слабоминерализованных вод полуострова Мангышлак В кн «Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане», Алма Ата, изд во «Наука», 1967

Сыдыков Ж С Кукабаев Б и др Подземные воды Мангышлак Устюртской нефтегазоносной провинции Изд во «Наука», 1970

Сыдыков Ж С Мухамеджанов С М Подземные воды равнинных территорий Тургая и Северного Казахстана В кн «Основные идеи Н Г Кассина в геологии Казахстана» Алма Ата, изд во «Наука», 1960

Сыдыков Ж С, Сотников А В Гидрогеологический очерк Актюбинской области Сб Гидрогеологические очерки целинных земель Изд во АН Каз ССР, 1958

Сыдыков Ж С Сотников А В Подземные воды юго западного Тургая и перспективы их хозяйственного использования Тр Объединенной Кустанайской научной сессии, посвященной проблемам Тургайского регионального экономического комплекса Изд-во АН КазССР, т 4 1958

Сыдыков Ж С, Сотников А В Состояние и перспективы использования подземных вод Западного Казахстана Тр Объединенной сессии по проблемам повышения продуктивности животноводства Алма Ата, Казгоиздат, 1959

Сыдыков Ж С Стрельникова В А Формирование подземных вод Каратауских гор (Мангышлак) Изв АН Каз ССР, сер геол, вып 22, 1956

Тазабаков Т Т Почвенно мелиоративное районирование низовий рек Урала Тр КГСХИ Изд во Каз ССР, т 8, вып 4, 1960

Тихонович Н Н О возможности получения артезианской воды в Актюбинском и Кустанайском уездах Тургайской области Изв Геол ком т 28, 1909, № 7

Толстихин Н И Гидрохимическая зональность артезианских бассейнов Ученые записки ЛГИ Госгеолтехиздат, т 32, вып 2, 1956

Толстихин Н И, Гуревич М С, Зайцев И К Основные вопросы формирования гидрохимических поясов и зон артезианских бассейнов СССР Тр ЛГГП АН СССР, т 16, 1958

Торгованова В Б Аномалии в химическом составе вод и газов надсолевой толщи Прикаспийского артезианского бассейна и их роль в оценке перспектив нефтегазоносности Тр ВНИГРИ, вып 220 Изд во «Недра», 1963

Торгованова В Б Динамика подземных вод надсолевой толщи Прикаспийской впадины В кн «Формирование подземных вод Казахстана» Алма Ата изд во «Наука», 1965

Федин Н Ф О формировании химического состава подземных вод (на примере Прикаспия) Тр ЛГГП АН СССР, т 16, 1958

Фейгельсон И В, Кожевников А А К гидрохимии соляных вод Урало Эмбеиской области «Большая Эмба» изд во АН СССР 1958, т 2

Ходьков А Е О формировании подземных вод седиментационного происхождения и гидрохимической роли их миграции Тр ВНИИгалургии, вып 95, 1959

Чакабаев С Е, Кононов Ю С, Воцалевский Э С и др Геология и нефтегазоносность Южного Мангышлака Алма Ата, изд во «Наука» 1967

Эпштейн В В Современное состояние классификации минеральных озер по химическому составу рапы Тр Горногеол ин та вып 48, гидрогеол сб, № 1, Свердловск, 1960

Якуцени В П Гидрогеология юго востока Прикаспииской впадины в связи с нефтегазоносностью Тр ВНИГРИ, вып 17, Госгеолтехиздат, 1961

Яншин А Л Артезианские воды Новоукраинского фосфоритового месторождения в Казахстане, вып 138, Агр руды СССР, т IV, 1938

Яншин А Л Новые данные о геологическом строении и гидрогеологии района Чушкакульской антиклинали Тр ГИН АН СССР, вып 32, 1940

Яншин А Л Тектоника и использование артезианских вод в пустынной зоне Южного Казахстана Вестн АН СССР, 1952, № 4

Яншин А Л Геология Северного Приаралья Стратиграфия и история геологического развития Материалы к познанию геол строения СССР Бюлл МОИП, иов сер, вып 15 (19), 1953

Ярцева Е Н Районирование территории Чижинских разливов и Урало Кушумского междуречья по типам гидрохимического режима Бюлл МОИП отд геол, т 33 (3), 1958

Ярцева Е П Изучение режима груитовых вод в раионе Чижинских разливов Тр МГРИ, Госгеолтехиздат, т 35, 1959

Ярцева Е Н Основные закономерности формирования грунтовых вод северовостока Прикаспийской низменности Бюлл научн технич информ, 1959, № 5 (22)

КАТАЛОГ СКВАЖИН, ВЫНЕСЕННЫХ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
1	Уральская обл. на центральной усадьбе Таловского совхоза № 452, на восточной окраине, у пруда	56 / 98,8	Q_{I-III}	Суглинок и глины плотные					
			N_2ap	Глина плотная, ниже песок тонкозернистый	56,6	27,5 / 12	0,5 / 6,5	27—56	
			N_2ap	Глина серая плотная	98,8				61
2	Уральская обл., Узун-Жулай Таловского совхоза. На левом берегу р. Аще-Озек	51 / 65	$Q_{III}hv$	Суглинок плотный	23				
			N_2ap	Глина песчаная с мелкой галькой, ниже песок глинистый	65	42 / 41	Слабый / —	42—65	62
3	Уральская обл., Красновск. совхоз	97 / 212,8	$N_2—Q_{I-III}$	Глина тонкозернистая	10				
			J_3	Глина песчанистая с прослойками сланца и мергеля, в подошве слоя песчаник	33				
			J_2	Глина песчанистая с прослоями песка	113	88 / 23	1,9 / Н. с.	—	256
			T	Глина с прослойками песка и песчаника	212,8				
4	Уральская обл., пос. Карпов	90 / 305,5	$N_2—Q_{I-III}$	Суглинок	5				
			N_2ak	Глина песчанистая с прослойками песчаника	72,5				

			J_3	Глина с прослоями мергеля и сланца, ниже песчаник мелкозернистый	108				
			J_2	Глина песчанистая с прослойками песчаника и песка (до 12 *м*)	204	192/42	1,5/Н. с.	195—200	—
			T	Глина с прослоями песчанка	305,5				
5	Уральская обл., В 0,5 *км* севернее пос. Железнов, на склоне водораздела	70/108	N_2—Q_{I-III}	Почвенный слой	0,5				
			Pg_1	Чередование глины с валунами и галькой и опоки, ниже мергель слаботрещиноватый	76	20/19,3	5,3/7,9	20—30	149
			Cr_2	Мергель крепкий, ниже 258 *м* мел слаботрещиноватый	108				
6	Уральская обл. На территории Семиглаво-Марской МТС	63/116,2	alQ_{II-III}	Суглинок плотный	5				
			N_2ak	Песок тонкозернистый (4,5 *м*), глина песчанистая с прослойками песка	71				
			Cr_2sn	Мергель с прослоями мела	116,2	71/3,5	0,8/2,5	116	168
7	Уральская обл. в пос. Переметном на крыле Чернозатонского поднятия	50/42,4	alQ_{II-III}	Суглинок песчанистый	15				
			Cr_2	Мел плотный, писчий	42,4	15,3/5	0,43/5	15,3—42,4	155

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
8	Уральская обл. на III ферме Каменского совхоза в пос. Забродин	50 / 78,5	dQ_{IV}	Почвенно-растительный слой	0,3				
			dQ_{III}	Суглинок тяжелый, слегка влажный, ниже песчаный	11				
			$N_2ap—dQ_I$	Суглинок средний, слегка влажный	21,6				
			N_2ap	Чередование глины мягкой и песка тонкозернистого, водоносного	39	21,5 / 15,5	11 / 26,3	29—34,4	53
			N_2ak	Глина плотная, в интервале 56—57,5 *м* песок	78,5				
9	Уральская обл., Казталовский р-н, в Мироновской МТС	25 / 79	$Q_{II}hz+Q_{III}hv$	Суглинок песчанистый	9			16,5—24,5	
			N_2	Глина песчанистая, в интервале 16,5—24,5 *м* и 40—47 *м* песок глинистый	79	15 / 8	2,9 / Н. с.	40—47	60
10	Уральская обл., на правом берегу р. Чижа 2-я	45 / 77,85	N_2ak	Песок разнозернистый, глинистый	46,5	2,5 / 4,5	1,32 / 5,5	15—25	56
			»	Глина песчанистая с марганцовистыми вкраплешями и отпечатками фауны	77,85				

11	Уральская обл. В 3,5 *км* от пос. Крушная Канава, в 5 *км* на запад от оз. Бирказан	23/10	$IalQ_{IV}$ $Q_{III}hv$	Суглинок средний Суглинок слабоводоносный (1.5 *м*), глина серая песчанистая	2,5 10	2,5/2,5	0,16/0,9	3—4	31
12	Уральская обл. В 9 *км*, от пос. Кызыл-Тан	19,9/184,3	$Q_{III}hv$ N_2 Cr_2	Глина, в начале слоя суглинок (2 *м*) Глина плотная, в нижней части с прослойками песка Мел плотный, местами трещиноватый	55 138 184,3	138/10	0,4/47,5	138—184,3	154
13	Уральская обл В 5 *км* от пос. Евлашкин	12/302	$IalQ_{IV}$ N_2ap N_2ak Pg_{1-2}	Суглинок супесчаный Глина серая, ожелезненная, с фауной Глина черная, тонкослоистая с фауной Переслаивание алевролита плотного с песчаником тонкозернистым и мелкозернистым	8,5 61 188 302	194/8	0,6/—	194—204	143
14	Уральская обл. Летник Сасык. Фурмановского р-на, в 13,5 *км* от пос. Тас-Хутор	8/250,5	$IalQ_{IV}$ $Q_{III}hv$ $Q_1b+Q_{II}hz$	Суглинок влажный Супесь желто-бурая, водонасыщенная Глина плотная с гнездами тонкозернистого глинистого песка	4 10 38,75				

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
	·		N_2ap	Глина плотная с гнездами и тонкими прослоями тонкозернистого песка с редкой галькой песчаника	77,75	56 / 0,5	1,45 / 7,7	56—66	63
			N_2ak	Глина плотная, слаботрещиноватая, тонкослоистая	250,5				
15	Уральская обл. В 8 *км* на восток от пос. Атышбек	13 / 14,7	$laIQ_{IV}$	Суглинок плотный, с глубины 2,5 *м* водоносный, супесь (1 *м*)	6	2,4 / 2,4	0,7 / 3,57	2,5—6	1
			$Q_{III}hv$	Глина и суглинок плотные	8				
			$Q_{II}hz$	Чередование суглинка, супеси и глины	14,7				
16	Уральская обл. на территории фермы № 4 Шиповского совхоза на Чернопадинском поднятии	35 / 235,9	$Q_{II}hz+Q_{III}hv$	Суглинок песчанистый с прослойками песка тонкозернистого	14	11 / 6	1,32 / 5	19—38	39
			N	Глина песчанистая с прослойками песка	85,5				
			Pg	Глина плотная, слабо песчанистая	181				
			Cr_2	Мергель крепкий, мел плотный	235,9				

17	Уральская обл. В 33,5 *км* от пос. Шипово, в западине	33/20	Q_{IV}	Суглинок средний	0,5				
			$Q_{III}hv$	Суглинок с гнездами мелкозернистого песка	5				
			$Q_{II}hz$	Глина песчанистая с гнездами и прослойками тонкозернистого и мелкозернистого песка	20	12,5/3,1	0,11/1,95	12,5—19,5	40
18	Уральская обл. В 500 *м* от пос. Чесноков, в 6,5 *км* от пос. Хохлачев	17/21,5	$Q_{III}hv$	Суглинок, супесь, песок мелкозернистый и тонкозернистый	9	6/4,6	0,74/1,3	14,5—16,8	41
			$Q_{II}hz$	Песок тонкозернистый и мелкозернистый, водоносный с прослойками глины в 0,3—0,5 *м*	21,5				
19	Уральская обл. Чапаевского р-на, в 30 *км* от пос. Чапаево	14/351	$Q_{III}hv$	Суглинок супесчаный, с глубины 0,7 *м* — песок тонкозернистый и мелкозернистый	9				
			$Q_I—N_2ap$	Песок мелкозернистый и среднезернистый с прослойками песчанистой глины	63				
			N_2ap	Глина известковистая	68,75				
			N_2ak	Глина плотная с гнездами и прослоечками тонкозернистого песка, в интервале 134—144 *м* песок тонкозернистый и мелкозернистый	351	134/7	1,96/10,45	134—143	68

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахожденне скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегання подошвы слоя, *м*	Глубина залегання водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
20	Уральская обл. На территории фермы № 5 Красновского совхоза	80 / 71,8	Q	Песок мелкозернистый и среднезернистый	10				
			N_2ak	Глина песчанистая с прослоями песков, с включением гальки, в интервале 50—52,5 гравий	71,8	30 / 7	2,11 / 3	36—46	57
21	Уральская обл. В центральной части пос. Аксуат, в долине р. Урала	50 / 56,5	Q_{IV}	Почвенный слой	0,4				
			alQ_{II}	Глина	11				
			N_2	Глина с включением меловой щебенки и гальки	27,5	17 / 17			
			Cr_2sn	Глина с включением валунов мергеля до 40%, с глубины 39,5 *м* мергель трещиноватый	56,5	27,5 / 12,5	7,9 / 4,45	36—40	169
22	Уральская обл., г. Уральск	33 / 40	alQ_{IV}	Суглинок, супесь	9,5				
			alQ_{III}	Песок с гравием и галькой	19,5	8 / 8	27,4 / 2,93	8—19,5	9
			alQ_{II}	Переслаивание песчано-гравелистого материала с суглинками и глинами	35				
			Q_I ?	Чередование песков и глин	40,5				

23	Уральская обл. На СВ окраине к-за «Крестьянин», пос. Чеботарев, у молочно-товарной фермы	76,5 / 71,5	Q_{IV}	Суглинок	1,5				
			alQ_{II-III}	Песок среднезернистый с прослойками суглинка, в интервале 13—16 *м* супесь	24,5	13 / 9,3	0,08 / Н. с.	13—18	13
			N_2	Чередование песка и глины, в кровле песчаник	71,5	36,5 / 19,1	1,17 / 14,3	36,5—42,5	—
24	Уральская обл. На территории Январцевской МТС, на правом берегу р. Урала	38 / 63,8	alQ_{II-III}	Суглинок песчанистый	10				
			N_2ak	Песок мелкозернистый с галькой, гравийно-галечный слой и глина песчанистая	63,8	10 / 5	1,72 / 5	10—31	69
25	Уральская обл. На ЮЗ окраине I отделения Пугачевского зерносовхоза, пос. Бес-Агач, на слабо выраженном пологом склоне	86 / 56	Q_{III}	Суглинок, местами с примесью песка	10				
			Q_{II}	Суглинок	16				
			Q_1	Суглинок плотный, в подошве глина	30				
			N_2	Чередование глины и песка мелкозернистого и тонкозернистого, с глубины 49 *м* супеси и глины	56	43,5 / 19,75	0,5 / 18,8	43—49	51
26	Уральская обл. В 9 *км* ЮВ пос. Приурального, на III надпойменной террасе р. Урала	Н. с. / 52	Q_{IV}	Суглинок	1				
			Q_{III}	Супесь, суглинок опесчаненный	13				
			Q_{II}	Суглинок, песок мелкозернистый и среднезернистый с гравием и галькой	42	30 / 28,15	3,1 / 0,9	30—42	48
			N_2ak	Песок мелкозернистый и среднезернистый с гравием, ниже глина	52				

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
27	Уральская обл. На 1 ферме Бурлинского совхоза (аул Нижний Бистау), на пологом склоне балки, в 5 *км* от р. Утвы	70 / 140	alQ_{III} Cr_2 Cr_2	Суглинок Переслаивание мела и мергеля Глина плотная	1,0 132 140	9,8 / 6,28	7,5 / 5,9	72,7—78,9	156
28	Уральская обл. Березовская МТС, межкупольная зона Коичебайского и нижнеозериого подиятия	105,95 / 138,22	Q N_2ak	Суглинок плотный Чередование глины с прослойками песка и песчаника тонкозернистого и мелкозернистого, в интервале 21—35 и 40—89 *м* песок мелкозернистый	9 138,22	21 / 19,4	1,97 / Н. с.	21—35	58
29	Уральская обл. на ЮЗ окраине 3-й фермы Ащесайского совхоза, в долине Безымянной балки	106 / 149,5	Q_{IV} Q_{II-III} N_2ak	Почвенный слой Суглинок плотный Глина с прослоями песка	0,3 14 149,5	33,5 / 7,25	1,0 / 18,01	33—36	59
30	Уральская обл. В 13 *км* на восток от Жана-Коныса, 5-й стан полевой бригады	11 / 303,5	Q_{I-III} Pg_{1-2}	Суглинок Чередование песка разнозернистого, среднезернистого и глины	1,5 43,5	31,5 / 30,8	0,38 / 3,6	34—38	145

			Cr_1 T	Песок и глина Переслаивание глин с прослойками песчаника и песка	138,1 303,5				
31	Уральская обл. В центре пос. Миргородка, на равнине, в 180 *м* западнее конторы	163 / 110	Q_{IV} Q_{III} Cr_2	Суглинок Глина Глина, с глубины 62,5 *м* мергель	1 5 110	63 / 9,15	1,14 / 21,3	73—79	157
32	Уральская обл. На ферме Анкатинского совхоза, в пос. Новая Точка	Н. с. / 93	$Q_{III}hv$ N_2ap N_2ak „	Суглинок, песок среднезернистый Глина, супесь, песок тонкозернистый Переслаивание глины, песка мелкозернистого, среднезернистого Мел рыхлый	7 13 36 93	19,5 / 3,4	5,22 / 4,7	19,5—93	70
33	Уральская обл. В 2 *км* восточнее пос. Ажибай, на дне балки сухого русла	20 / 20,2	Q_{IV} $eolQ_{III-IV}$ $Q_{III}hv$ $Q_{II}hz$ Q_1b	Суглинок песчанистый Песок тонкозернистый, суглинок, супесь Песок тонкозернистый Супесь с прослойками песка тонкозернистого Песок мелкозернистый, глина с включением гальки и щебенки	0,5 5 8 16,5 20,2	5 / 5	0,12 / Н. с.	5—19,2	32

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв. *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); устаиовившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит. *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
34	Уральская обл. В 12 *км* на юг от пос. Сарыумир, на равнине	48 / 165	Q_{III}	Суглинок песчанистый	3,5				
			N_2ak	Глина песчанистая, трещиноватая с прослоем аргиллита (1 *м*)	50,5				
			J_3	Переслаивание песка мелкозернистого и глины плотной	115,5	50,5 / 15	71 / 4	50,5—56	255
			T	Глина и песчаник с включением гальки и гипса с прослойками песка в глине	117				
			P	Переслаивание глин с ангидритом	165				
35	Уральская обл. В 0,5 *км* западнее пос. Джанатан (Алексеевка), на пологом склоне водораздела	130 / 125	Q	Почвенный слой, суглинок	7				
			N_2+Q_{I-III}	Суглинок, глина водоносная с галькой	43,5	28,5 / 22,4			
			Cr_2	Мергель, мел глинистые	104	62,5 / 20,65	6 / 3,3	62,5—93,5	183
			"	Глина мергелистая, мергель	119,5				
			Cr_1	Глина	125				

36	Уральская обл. Буденновская МТС	98 / 60	Q_{I-III} Cr_2	Суглинок Мел с прослоями мергеля, мергель с включением фауны	9 60	11 / 9	1,82 / 21	11—33	159
37	Уральская обл. На восточной окраине центральной усадьбы Таскудукского совхоза	Н. с. / 95	Q_{III} Q_{II} Pg_{1-2} Cr_2	Почвенный слой Суглинок, глина Глина с прослоем мергеля Переслаивание глины, мела, мергеля	0,4 19 33 96	20 / 12,7	7,5 / 3,3	17—26	146
38	Уральская обл. На 1 ферме Джамбейтинского совхоза, пос. Тик-Сай, на пологом склоне Безымянной балки	73 / 95	Q_{IV} Q_{I-III} N_2ap Cr_2	Почвенный слой Суглинок плотный Песок тонкозернистый и мелкозернистый с прослоем глины Переслаивание мела и песка	0,5 21,5 38,5 95	22 / 22 91 / Н. с.	2,17 / 11,85	45—55	54
39	Уральская обл. В Джамбейтинской МТС	30,8 / 263,35	Q N_2	Суглинок песчанистый Переслаивание песка мелкозернистого и глины песчанистой	14 263,35	110 / Н. с.	0,1 / Н. с.	110—124	71
40	Уральская обл. На ЮВ окраине центральной усадьбы к-за Коминтерн	260 / 156,5	$Q_{II}hz+Q_{III}hv$ N_2 Pg_1 Cr_2+Pg_1	Почвенный слой, песок мелкозернистый Глина плотная Глина с прослойками алеврита, в основании — песчаник Аргиллитовая глина, с глубины 154,5 *м* мел	25 39,7 130,7 156,5	154,5 / 1	0,95 / 1	—	153

Продолжение приложе. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
41	Уральская обл. На 5 отделении совхоза, в 5 *км* ЮЗ пос. Старая Миргородка	160 / 100	Q_{IV} Cr_2	Почвенный слой Глина плотная, в интервале 14,5—24,5 *м* мергель	0,5 100	15 / 9,5	1,53 / 7,4	15—25	160
42	Уральская обл. В 5—6 *км* ЮЮЗ развалии пос. Золотоноша, на склоне балки	Н. с. / 30	Q_{IV} Q_{III} Q_{II} Q_I N_2ap	Почвенный слой, суглинок Суглинок плотный Суглинок плотный Суглинок песчаный с щебенкой известняка, мела и кварца Суглинок плотный	1 7,5 13 24 30	17 / 15	1,09 / 0,67	17—24	49
43	Уральская обл. В точке Тау 2, совхоза Полтавский, в 0,5 *км* южнее горы Колыстау	Н. с. / 17	Q_{I-III} Cr_2	Суглинок Мергель глинистый	9,5 17	13 / 1,9	5,75 / 10,05	13—17	161
44	Уральская обл. На территории колхоза им. Энгельса, урочище Шок-Гунь	95,3 / 307,05	Q_{III} Q_{II} N_2ap	Песок Суглинок средний Песок мелкозернистый с прослоем глины в 10 *м*	4 50 98,15	50 / 20,53	2,2 / 19,8	62—70	55

			N_2ak	Глина, мел водоносный с прожилками глины, мергель с прослойками гальки, и щебенки на глубине 232 *м*	307,5				
45	Уральская обл. На западной окраине пос. Карагала, Чингирлауского совхоза	Н. с. / 38	dQ	Почвенно-растительный слой, песок тонкозернистый	3				
			Cr_2	Мел, ниже глина ожелезненная	38	5 / 4,15	6,76 / 0,6	28—36,5	162
46	Уральская обл. В 300 *м* от СВ окраины центральной усадьбы Чиликского совхоза на I надпойменной террасе р. Дженишке	135 / 100	alQ_{IV}	Почвенный слой	0,2				
			alQ_{III}	Песок мелкозернистый и тонкозернистый	6,5				
			J_2	Глина плотная с прослоем тонкозернистого песка в 5 *м*	100	22,7 / 4,8	0,63 / 14,5	23—28	257
47	Актюбинская обл. На левобережье р. Хобды, в 1,2 *км* от совхоза Джирень-Купа	102 / 55	alQ	Почвенно-растительный слой, суглинок	2,4				
			»	Песок мелкозернистый	9,1	3,4 / 3,4	0,15 / 5,6	3,4—9,1	16
			J_2	Алевролит трещиноватый	55				
48	Уральская обл. На центральной усадьбе Чингирлауского совхоза, на I надпойменной террасе р. Утвы	Н. с. / 98	alQ_{III}	Песок тонкозернистый, глина	6				
			Cr_2	Глина, мергель трещиноватый, водоносный	98	9 / 2,8	8,85 / 0,75	28—37	163

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв. *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
49	Актюбинская обл. Совхоз Акраб, в 5 *км* от развалин пос. Петропавловки	195 / 125	Q	Суглинок	5,4				
			Cr_2	Мергель, в конце слоя песчаник с галькой	60				
			Cr_1al_3	Переслаивание глины с песком разнозернистым, с глубины 90,2 *м* песок разнозернистый с прослойками глины и песчаника	125	90,2 / 26,7	3,8 / 28,85	90,2—101	218
50	Уральская обл. Пос. Киндекты, совхоз Алмазный Бурлинского р-на	150 / 70	Q_{I-III}	Песок тонкозернистый и мелкозернистый	4,5				
			N_2ak	Глина ожелезненная, в конце слоя опесчаненная	18				
			Pg_{1-2}	Опока трещиноватая, песчаник тонкозернистый	25	18 / 1,5	11,8 / 3,7	19,5—23,5	147
51	Уральская обл. 1,4 *км* западнее высотной отметки 144 *м*	140 / 100	aIQ	Почвенный слой, суглинок и песок	19,8				
			Cr_2	Мел трещиноватый, водоносный	100	30,5 / 29,35	1,75 / 1,1	30,5—100	170
52	Актюбинская обл. В 9 *км* юго-западнее пос. Вершиновка	200 / 300	Q_{II}	Суглинок	10				
			J_2	Глина с прослоями песчаника	18				

				Переслаивание глины с прослоями песчаника, с включением гальки и песка с галькой	300	62 / 43,3	2,3 / 19,15	62—74	254
53	Актюбинская обл. Пос. Астраханский.	209,44 / 202	delQ	Суглинок и песок с галькой	14				
			Cr_2m	Глина известковистая	23				
			Cr_2cp	Мергель песчанистый с прослоем песка глинистого	82				
			Cr_2sn	Мергель песчанистый с линзами песка	107				
			Cr_2t	Мергель песчанистый	132				
			Cr_2cm	Алеврит, глина	135	135 / 11	1,4 / 19	135—145	250
			Cr_1al_2	Песок кварцевый, слабо глинистый	202				
54	Актюбинская обл. Пос. Ново-Алексеевка	139,37 / 17	alQ	Песок р/з с прослойками и линзами глин	17	4,18 / 4,18	4,12 / 2,18	7—12	17
55	Актюбинская обл. В 1,5 *км* от пос. Веренского	275 / 102	Q	Почвенный слой	0,8				
			J_2	Глина с двумя прослоями песка	100,3	4,5 / 4,5	0,4 / 8,6	92—102	259
56	Актюбинская обл. На правом берегу ручья, в 18 *км* западнее пос Родниковского	232,3 / 296,4	Q_{IV}	Суглинок	5				
			J_3—J_2	Глина, в интервале 44—46 *м* песчаник	90				
			J_2	Песок т/з, глина с прослоями известняков и алеврита, в подошве чередование глин с песчаником	278	90 / 3,9	4,6 / 28,35	170—178	260
			T	Глина, в конце слоя песчаник и известняк	296,4				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина) опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
57	Актюбинская обл. В долине р. Аксу в р-не пос. Ново-Федоровского	210 / 202	dQ	Суглинок, песок р/з, глина	5,5				
			Cr_2cp	Глина, в инт-ле 22—23 *м* — песок р/з	62,2				
			Cr_2st	Глина слегка песчаная	78,6				
			Cr_2cm	Глина с присыпками и прослойками песка т/з	95				
			Cr_1al	Песок м/з с прослоями глины, с глубины 120 *м* песок р/з с галькой; с глубины 162,5 *м* — глины, в интервалах 180—182 и 193—196 *м* — песок м/з глинистый	202	95 / 23,1	10,7 / 29,9	120—130	219
58	Актюбинская обл. На I надпойменной террасе р. Таныберген, в 1,8 *км* на север от пос. Междуреченского (к-з «Красный маяк»)	205,2 / 285	aIQ	Песок м/з	7				
			»	Гравий и мелкая галька, песок к/з с гравием и галькой т/з, м/з	40	16,5 / 7	9,2 / 16,25	16,5—40	18
			T	Глина плотная аргиллитоподобная с прослоями алевритов т/з, с глубины 142 и 209 *м* песок т/з водоносный	286				

59	Актюбинская обл. В 2 *км* на запад от пос. Альпыйсай, по Хобдинской дороге	190,6 / 148,4	alQ Cr_2st Cr_2cm Cr_1al Cr_1ap	Супесь Песок м/з водоносный Глина карбонатная с прослоем мергеля 66 *м* Глина участками песчанистая Песок к/з с мелким гравием и м/з Глина алевритистая	4 36 50 140,4 148,4	47,37 / 13,53	5,9 / 17,84	47,37—140,4	220
60	Актюбинская обл. У высотной отметки 244 *м*	221,1 / 117,8	Q_{IV} $Cr_1al_2—Cr_2cm$ Cr_1al_{1-2} Cr_1ap	Суглинок плотный Песок с/з и м/з уплотненный Глина с прослойками песка Глина плотная	10 37 78 117,8	17,75 / 10,6	7 / 7,15	17,75—37	216
61	Актюбинская обл. В 2 *км* юго-восточнее высотной отметки 396,1 *м*, на склоне горы	360 / 45,78	Q S_1sk •	Почвенный слой, суглинок с прослойками глины Кремнистая щебенка р/з Переслаивание кремнистых туфов с аргиллитами трещиноватыми	5 45,78	11 / 11	0,958 / 10,3	8—29	274
62	Актюбинская обл. В 2 *км* от высотной отметки 305,6 *м*, в 900 *м* от дороги	270 / 47,6	Q P_2	Суглинок Глина слегка песчаная (5,3), переслаивание песчаника с/з, слегка трещиноватого и аргиллита плотного	1,7 47,6	17 / 12,65	6,25 / 2,37	17—47,6	270

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
63	Актюбинская обл. В р-не г. Актюбинска, на левобережье р. Илека	213,82 / 22	alQ_{III}	Почвенный слой, песок р/з с редким гравием и галькой	19,2	2,82 / 2,82	24,2 / 2,94	16—19	11
			T_1	Глина с редкой галькой, гравием и валунами	22				
64	Актюбинская обл. На территории подхоза Дома инвалидов, на левобережье р. Тамды	250 / 20,2	Q	Почвенный слой, суглинок с галькой	2,6				
			T_3	Глина слюдистая с прослоем м/з песка в 3,9 *м*	20,2	11,3 / 5,5	0,82 / 9,1	11,3—20,2	265
65	Актюбинская обл. В 305 *км* на юго-восток от казармы разъезда № 306	407,5 / 52,4	Q	Почвенный слой	0,5				
			σ	Перидотитовый серпентинит, трещиноватый	52,4	2,88 / 2,88	1,94 / 2,92	10—40	295
66	Актюбинская обл. В 2 *км* восточнее пос. Кзылсу	295 / 88,1	alQ_{III-IV}	Почвенный слой, песчано-глинистые отложения	3,5				
			Pg_2^1—Pg_1^2	Переслаивание песчаника т/з, глины слабо песчанистой и песка т/з	38,9				
			Cr_2m	Ракушняк глинистый в подошве слоя (2 *м*)	69,2	38,9 / 4,92	2,89 / 5,8	48—52 56—60	180
			Cr_2cp	Песчаник м/з, глина песчаная	88,1			63—67 71—75	

67	Актюбинская обл. В 23 *км* на юго-восток от пос. Донское	242,89 / 78,9	Q	Растительный слой, суглинок	8				
			J_2	Переслаивание глины алевритистой и песка м/з и с/з с галькой	49,1				
			Cr_1	Известняк крепкий, трещиноватый	78,9	49,1 / 3,5	10 / 3,08	49—79	270
68	Актюбинская обл. В 18,5 *км* на северо-восток от высоты 381,8 *м*	280 / 178	Q_1	Суглинок, глина, песок м/з и с/з	48,9				263
			J_2	Песок м/з и с/з с прослоями глины, галечника, алеврита, песчаника	170	48,9 / 20	1,33 / 2,4	65—73 93—105 155—168	
			Crvn	Известняк	178				
69	Актюбинская обл. В 16,5 *км* восточнее пос. Хромтау	Н. с. / 100	N_1^3—N_2	Почвенный слой и суглинок (5,9 *м*), глина песчанистая с прослоем песка р/з	48,5				275
			„	Глина аргиллитоподобная	57,8				
			D_3—C_1	Аргиллит трещиноватый	100	57,3 / 0,6	0,52 / 9,9	57,3—100	
70	Актюбинская обл. В 1,6 *км* на ЮЗ от окраины пос. Октябрь (Черкасское)	375,0 / 64,0	Q	Суглинок, глина, щебенчато-дресвяные отложения	8				
			D_3	Щебенчато-галечные отложения (5,5 *м*) сланец трещиноватый, песчаник м/з, мергель трещиноватый	64	9,6 / 9,6	0,98 / 14,9	9,6—64	276

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*; (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
71	Актюбинская обл. В 3 *км* на восток от пос. Так-Булак, Бугетсайского совхоза	340 / 46,7	dQ	Суглинок плотный	0,4				
			Pt_3	Кора выветривания гнейсов (2,9 *м*), плагиогнейс биотитовый трещиноватый с прослойками гранито-гнейса, кварца и гранита	31,6	8,45 / 7,7	0,23 / 3,29	10—19	289
			γC_1^2	Гранито-гнейс т/з, трещиноватый (0,4 *м*), плагиогнейс трещиноватый	46,7				
72	Актюбинская обл. В центральной усадьбе совхоза Щербаковского	280,78 / 30,55	alQ	Песок с/з с прослоями глины	4,8				
			N	Глина плотная, кора выветривания гранито-гнейсов	14,4				
			γPt_3	Гранито-гнейс трещиноватый до 19,1 *м* с глинистым материалом	30,55	14 / 8,69	3,35 / 4,05	20—25	293
73	Актюбинская обл. В 300 *м* к северу от аула Арал-Тюбе	Н. с. / 38,25	Q	Супесь м/з	0,3				
			alQ	Песок разнозернистый с гравием и галькой, с прослоями песчанистых глин	21,6	3 / 3	0,35 / 0,3	5—20	

			Pg_3^{2+3}	Глина песчанистая, плотная с прослоями кварцевого м/з песка	31,5				
			Pg_3^1	Глина с прослоями песка м/з	34,1				
			$Pt_3—Pz_1$	Кварцит трещиноватый, водоносный	38,25	34,1 / 4,0	0,5 / 0,34	34,1—38,25	286
74	Актюбинская обл. Псковский совхоз, у водокачки	250,9 / 47,0	$N_1^3—N_2$	Суглинок рыхлый со щебенкой	4,8				
			$Pg_3—N$	Глина плотная со щебенкой	9,6				
			Mz_1	Кора выветривания, мергелистая глина	19,2				
			C_1	Липариты и туфы, вверху трещиноватые	47	19,2 / 2,95	1,3 / 9,47	22—26	271
75	Актюбинская обл. к-з Жана-Даур, центральная усадьба	238 / 21,40	Q	Суглинок	2,5				
			Pg_3^{2+3}	Песок с прослоями песчаника	6,8				
			Pg_2^3	Глина песчаная с гравием и галькой	12,0				
			Pg_2^{3-2}	Глина кремнистая и песок м/з	19,48				
			Pz	Гравий и щебенка кварц-кремнистых пород	21,4	19,48 / 8,4	0,33 / 4,05	19,48—21,4	285
76	Актюбинская обл. В 4 *км* к востоку от центральной усадьбы с-за Псковского	Н. с. / 95,3	Q	Почвенный слой, супесь со щебнем	6				
			Pg	Глина каолинизированная с прослоями песка к/з и гальки по 5,9 *м*	28,6	11 / 5,9	1 / 17,1	23—32	150
			Pz	Туфопесчаник трещиноватый, с 58 *м* — крепкий	95,3				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
77	Актюбинская обл. В 1 *км* на восток от скв. 3	258,9 / 64,4	Pg_3^2	Глина ожелезненная	16				
			Pg_3^1	Чередование глины песчанистой и песка кварцевого	50				
			Pg_2^2	Глина плотная с линзами песка, песок м/з	63,5	56 / 13,3	0,75 / 3,6	56—63	139
			γPz_3	Кора выветривания по гранитам	64,4				
78	Актюбинская обл. Пос. Кумкудук, около пекарни	250 / 57	Pg_3^2	Переслаивание алеврита с прослойками глины и песка к/з, в подошве слоя кора выветривания по глинистому сланцу	9	4,5 / 4,5	2,8 / 2	5—12	121
			σPz_3	Кора выветривания по диоритам, диабаз разрушенный	28,5				
			$Sw—S_2ld$	Глинисто-углистые сланцы, трещиноватые, песчаник м/з трещиноватый	57				

79	Актюбинская обл. В 4,5 *км* на юго-восток от развалин Так-Так	252 / 32,7	Q	Суглинок	0,5				
			Pg_3^2	Песок м/з с линзами глин, в интервале 13,3—17 *м* — глина песчанистая с галькой песчаника	25	6,4 / 6,4	1,1 / 0,22	7—11 15—24	122
			P	Глина с линзами песчаников	32,7				
80	Актюбинская обл. Северо-восточная окраина озера Сулыколь	207,8 / 50	Pg_3^{2+3}	Супесь	5	15,2 / 12,2	1,07 / 7,2	8—19	126
			Pg_3^1cg	Пересланивание глины и песка кварцевого т/з	50				
81	Актюбинская обл. В 0,3 *км* на север от высоты 251,2 *м*	243 / 45	Pg_3^2	Песок кварцевый с прослоями глины 1—3 *м*	32	5,3 / 5,3	1,41 / 4,7	5—15 25—36	123
			„	Песок кварцевый, м/з, гравелит	41				
			Pg_3^1	Глина	45				
82	Актюбинская обл. В 1 *км* от скв. 291 на восток, в бассейне р. Каракай	234 / 75	Pg_2^3	Песок т/з, глина песчаная с прослойками и гнездами песка	75	58 / 31,1	0,3 / 12,5	58—75	129
83	Актюбинская обл. на левом берегу р. Талыбай, центральная усадьба к-за Амангельды	205 / 95,9	Q	Супесь с гравием и галькой	2,5				
			Pg_3^2	Песок	3,5				
			Pg_3^1	Глина пиритизированная	39,15				
			Pg_2^{2+3}	Глина с прослойками песчаника, с глубины 88,8 *м* песок р/з	90,9	88,8 / 5,4	0,5 / 6,7	88—94	140
			Pz	Сланцы глинистые	95,9				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); пониженне, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
84	Уральская обл. Кайсатская МТС, в 36 *км* севернее пос. Джаныбек	34 / 109,05	Q_{II-III} N_2ap „ „	Суглинок Песок с прослойками песчаника Глина плотная слюдистая Песок с/з с прослоями песчаника	6 17 78 109	78 / 6,3	1,46 / 9	78—109,05	64
85	Уральская обл. Джаныбекский р-н. В 5,0 *км* на СЗ от балки Муратсай, в степи (урочище Муратсай)	20 / 105,8	$Q_{III}hv$ N_2ap	Суглинок песчанистый, водоносный, супесь м/з Песок м/з, глина плотная, в подошве с глубины 98 *м* песок м/з	23,8 105,8	23,8 / 7,8	0,3 / Н. с.	23,8—33,2	65
86	Уральская обл. В 12 *км* на запад от пос. Сор-Тульген	15 / 103,2	$Q_{III}hv$ N_2ap	Суглинок плотный песчанистый, песок м/з Переслаивание м/з песка и глины	17 103,2	17 / 16	1,6 / 7,5	22—27	66
87	Уральская обл. Джаныбекский р-н на отделении I фермы Сайхинского совхоза	10 / 100,8	eolQ $Q_{III}hv$ N_2ap	Почвенный слой Песок т/з и м/з с прослойками глины Глина плотная, вязкая, с глубины 88,6 *м* песок м/з, водоносный	0,5 19,9 100,8	9,7 / 7	0,5 / 2	15—20	33

88	Уральская обл. В 3 *км* к юго-западу от с. Шунгай	19,5 / 79	$Q_{III}hv$	Глина	23,5				
			$Q_{II}hz$	Песок глинистый с прослоем галечника	33,5	23,5 / 15,5	1,9 / 2	23,5	46
				Глина	36,8				
			Q_1b	Песок илистый	62,9	36,8 / —	7,2 / 6,4		
			N_2ap	Глина, песок	79	77 / —	2 / Н. с.		
89	Уральская обл. Джаныбекский р-н, в 10 *км* на юг от пос. Ажен, в урочище Калид, на II ферме Сайхинского совхоза	10 / 52	alQ_{IV}	Почвенный слой	0,5				
			$Q_{III}hv$	Глина плотная, вязкая	9,2				
			N_2ak	Глина вязкая, в интервале 13—19,1 *м*, песок т/з, водоносный	23,8	13 / 3,5	0,5 / 11	30	77
			N_2ap	Песок т/з и м/з, водоносный, глина желтовато-серая	52	23,8 / Н. с.	0,8 / 12	—	—
90	Уральская обл. Северо-восточная окраина пос. Кара-Оба, Кошенкульского совхоза	40 / 16	Q_{III}	Почвенный слой, суглинок водоносный, глина	9	1,75 / 1,0	Н. с. / Н. с.	1,75—8	34
			Q_{II}	Глина однородная, вязкая	16				
91	Уральская обл. Джаныбекский р-н в к-зе им. Куйбышева, ЮВ хутора Тожихочкан	Н. с. / 37,5	$Q_{III}hv$	Суглинок, глина, песок т/з, супесь, алеврит	13,35				
			$Q_{III}hz$	Песок тонкозернистый, глинистый, глина серая, алевритистая	37,5	13,35 / 6,75	0,09 / 1,8	13,35—26,55	42

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта. (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина) опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
92	Уральская обл. На территории Кошенкульской МТС, на правом берегу р. Малого Узеня	27,5 / 80	Q_{II-III}	Суглинок известковистый с галькой	5				
			N_2ak	Песок с прослойками глины, с 32,5 *м* глина серая песчанистая	80	6,5 / 3,5	1,65 / 2	6,5—32,5	73
93	Уральская обл. В 0,3 *км* западнее больницы пос. Казталовка	16 / 31,5	alQ_{III}	Суглинок, глина, с 4,5 *м* песок водоносный, в интервале 8—11 *м* глина	23,5	5 / 2	2,6 / 17,2	15—20	19
			$Q_{II}hz$	Песок м/з, водоносный, в подошве 0,5 *м* глины	31,5				
94	Уральская обл. В 6,5 *км* от пос. Атанбек-Куль	12 / 22	$laIQ_{IV}$	Суглинок средний	1,5				
			$Q_{III}hv$	Песок т/з глинистый, глина с гнездами песка	6,5	1,5 / 1,5			
			$Q_{III}hz$	Глина песчанистая (0,5 *м*), песок т/з	22	7 / 3,35	0,34 / 2,97	17—19	43
95	Уральская обл. В 12 *км* от пос. Карасу, аул Жаилбай	9 / 15	$Q_{III}hv$	Суглинок, переслаивание супеси и песка	7,5	5,5 / 4,1	0,1 / Н. с.	13—15	35
			$Q_{II}hz$	Супесь, песок м/з, глина с прослойками песка	15				

96	Уральская обл. На южном берегу оз. Айдек, у южной окраины пос. Нов. Казанка	—8,28 / 10,9	$laIQ_{IV}$	Суглинок, супесь с прослойками глины, глина с прослойками гравия, песка	4,3	1,25 / 0,75	0,011 / 3	4—6	2
			$Q_{III}hv$	Супесь тонкослоистая, глина	6,0				
			$laIQ_{II}at$	Глина, суглинок с прослойками песка	8,5				
			$Q_{II}hz$	Глина	10,9				
97	Уральская обл. В 3 *км* северо-западнее колодцев Бай-Бусыл	—7,65 / 30	lQ_{III-IV}	Песок т/з	1,2				
			$eolQ_{III-IV}$	Песок т/з с ракушей	4,4				
			$laIQ_{III}hv$	Песок с прослойками глины	5,3				
			$Q_{III}hv$	Глина, супесь, песок	6,8				
			$Q_{II}hz$	Песок т/з с прослойками глины, в начале слоя глины (3,6 *м*)	20,0	9,7 / 2,48	0,074 / 3,5	10—12,5	44
			Q_1b	Глина	30				
98	Уральская обл. Чапаевский р-н, на территории Лбищенского совхоза, на правом берегу р. Урала	5,5 / 60	aIQ_{IV}	Суглинок	4				
			N_2ak	Песок м/з глинистый, с глубины 28,5 *м* глина песчаиистая с прослойками песка	60	5 / 5	1,33 / 5	5—28,5	74
99	Уральская обл. Точка Батыс, Коскульского совхоза	113 / 28	Q_{IV}	Почвеиный слой	0,5				
			Q_{I-III}	Песок т/з слабоводоносиый, глиина вязкая	14				
			Pg_{1-2}	Переслаивание песка т/з, м/з и песчаника кварц-кремиистого	28	14 / 4,5	2,1 / 7,7	19—29	148

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
100	Уральская обл. Точка Камыс Базы 3-го отделения Каратюбинского совхоза	72 / 55	Q_{IV}	Почвенный слой	0,5				
			Q_{I-III}	Песок т/з водоносный	10				
			»	Глина слоистая, переходящая в супесь с примесью песка	21	10 / 6,2			
			N_2	Глина песчаная книзу плотная, с прослоями мела и песка м/з	55	33,5 / 4,9	1,6 / 12,3	33,5—41,5	52
						49,5 / 9,2		49,5—52,5	
101	Уральская обл. В 30 *км* юго-западнее Аккозинского совхоза, в 2 *км* северо-восточнее Шакабая	13 / 111	$Q_{III}hv$	Почвенный слой с супесью, глина с прослоечками песка	4,94	4 / 1,3			
			$Q_{II}hz$	Глина песчанистая, песок глинистый к/з и м/з	17,06				
			N_2ap	Песок м/з, с глубины 18 *м* глина	25,06				
			N_2ak	Глина сильно трещиноватая, в подошве — алевролит и конгломерат	40,36				
			Cr_2	Конгломерат (8,3 *м*), мел и мергель слабо трещиноватые	151,26	38,1 / 2,9	3,44 / 9,41	38,1—151,26	164

102	Уральская обл. В 16 *км* на СЗ от пос. Харькиио	9 / 33	alQ_{III}	Суглиник, супесь глинистая	15				
			alQ_{II}	Песок м/з, глиина вязкая, плотная	33	11 / 10,5	0,22 / 1,1	16—28	14
103	Гурьевская обл. В 4,5 *км* от колодца Джаман-Кудук; в 22 *км* восточиее пос. КзылЖар	—8 / 137	$Q_{II}—Q_{III}$	Суглинок с прослоями супеси и песка	13	9,8 / 9,8			
			Q_1b	Глина прослоями плотиая, вязкая ожелезиеиная	20				
			N_2ak	Глина с присыпками песка	57,6				
			Cr_2	Мел в кровле трещиноватый, водоносиый, с глубины 105 *м* мергель плотиый с прожилками мела	137	57,6 / 9,6	0,69 / 4,6	70—120	16,5
104[a]	Гурьевская обл. В 6,5 *км* восточиее оз. Индер	Н. с. / 25	$Q_{III}hv$	Суглинок пылеватый, супесь к/з	11,6				
			$Q_{II}hz$	Песок к/з, глина песчанистая, в интервале 23,5—24,0 *м* галька карбонатных пород	25	11,6 / 8,4	0,4 / 2,7	11,6—24	45
104	Гурьевская обл. В 33 *км* СЗ пос. Қарабау, на восточном берегу оз. АкТюбе	0,0 / 150,05	$Q_{II}—Q_{III}$	Суглиник, песок м/з, глинистый	6,6				
			»	Песок м/з, плывун	15				
			N_2ap	Глиина вязкая, в конце слоя с включением гальки	21,5				
			N_2ak	Глина ожелезнеиная, местами алевритовая	69,7				
			Cr_2	Глина (1,1 *м*), мел трещиноватый, мергель плотный	150	70,8 / 4,1	1 / 3	80—119	167

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местоиахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Иидекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегаиия подошвы *слоя, м*	Глубина залегания водоносиого горизоита, (числитель); установнвший-ся уровень, (зиаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числтель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубииа опробоваиия), *м*	Номер по таблице химических аиализов (Приложеиие 4)
105	Гурьевская обл. пос. Карабау, Кзылкугинского р-на	Н. с. / 300	$Q_{II}—Q_{III}$	Глина песчанистая	18,2				16
			Pg	Глина вязкая, слабо песчанистая	68				
			Cr_2cp	Глина слабо песчанистая, плотная, мергелистая	156,5				
			Cr_2st	Мел белый, уплотненный	190,5				
			Cr_2t	Глина слабо песчанистая, меловая, мергель крепкий	219,7				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Глина мергелистая и слабо песчанистая с прослоем песка	300	227,7 / 2,5	0,45 / 0,41	227,7—275,0	195
106	Уральская обл. На расстоянии 5,8 *км* на юг от Сахаш	104,1 / 103	$Q_{I—II}$	Суглинок, супесь, песок м/з	6				
			Cr_2d	Мел трещиноватый	103	15,35 / 15,35	6,1 / 4,3	43—46	166
107	Актюбииская обл. 3,5 *км* от пос. Саралжин	90 / 48,7	alQ	Суглинок, песок ср/з	12				
			Cr_2m	Глина с прослойками песка	40,1				
			Cr_1al	Песок ср/з, водоносный, в подошве песчаник	48,7	40,1 / +6	1,7 / 6	40,1—48,7	241

108	Актюбинская обл. В 1,5 *км* от могилы Тлеки-Мола, на восток около зимовки	100 / 22,2	aIQ_{III}	Супесь, суглинок, с глубины 5,5 *м* песок м/з и р/з с прослоечками глины, водоносный	22,2	5,5 / 5 5	0,21 / 8,25	5,5—22,2	12
109	Актюбинская обл. Восточная окраина пос. Моисеевского	251,4 / 131,4	aIQ	Суглинок, с глубины 2,2 *м* супесь с прослойками галечника	6	2,5 / 2			
			Cr_2C	Глина с включением кристаллов гипса, мергель глинистый	55				
			Cr_2st	Песок р/з кварцевый с фосфоритовыми желваками	59	55 / +5,5	4,8 / 5,2	58—75	175
			Cr_1al	Песок ср/з и м/з, водоносный, с прослоем глины в 9 *м*	131,4				
110	Актюбинская обл. 4-я ферма совхоза Октябрь, на лугу	243 / 81,5	Cr_1al	Переслаивание песка р/з с гравием и глины ожелезненной	81,5	12 / 12	0,15 / —	10—15	221
111	Актюбинская обл. В 10 *км* на ЮВ от Конжарского детдома	190 / 9,6	Q	Суглинок, песок т/з	1,1				
			Cr_1al	Переслаивание глины плотной с включением песчаника и песка т/з и м/з с галькой песчаника	9,6	4,5 / 0,0	0,1 / Излив	4,5—9,6	222

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина, опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
112	Актюбинская обл. В 1 *км* к северу от разъезда 169 Казахской ж. д.	236 / 115,5	Q	Суглинок	2				
			Cr_2cp	Глина с прослойками мергеля	50				
			Cr_2st	Песчаник мергелистый	59				
			Cr_2cm	Глина слюдистая с прослоем песчаника, в интервале 66—105 *м* песок м/з, местами с галечником	115,5	68 / +8,6	6 / 8,6	84—89	176
113	Гурьевская обл. В 8 *км* ЮЗ оз. Когалы-Куль, ур. Аккутское	117,5 / 70	Q	Суглинок лёссовидный, песок т/з глинистый	7				
			Cr_2cm	Глина слоистая с прослойками т/з песка и ожелезненного песчаника	24				
			Cr_1al	Песок глауконит-кварцевый, водоносный	70	24 / 24	0,6 / 15	24—70	224
114	Гурьевская обл. Расположена в урочище Жар-Сай, в бассейне р. Сагиза	Н. с. / 205	Q_{I-III}	Суглинок	2				
			Cr_2st	Мергель песчанистый и глина мергелистая с галькой	61				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Переслаивание песка мелкозернистого, водоносного, глины песчанистой и песчаника м/з	205	61 / 45,5	8,35 / 1,3	117—133	196

115	Актюбинская обл. В 1 *км* от станции Нугайты, на центральной усадьбе совхоза Сагизский	136,38 / 247	Q	Суглинок и песок м/з	6				
			Cr_2cp	Глина известковистая, местами песчанистая	64				
			Cr_2cm	Глина известковистая переслаивается с песком	99				
			Cr_1al	Переслаивание песка м/з, глинистого, глины песчанистой, песчаника кремнистого	247	99 / 29	1,5 / 6	103—114	224
116	Актюбинская обл. Центральная усадьба Сагизского совхоза	145 / 206	Q	Суглинок с прослойками глины	5,3				
			Cr_2st	Глина с прослойками песка т/з	59,7				
			Cr_2cm	Песок т/з слабо глинистый	66,7			74,5—93	197
			Cr_1al	Песок м/з, водоносный с прослоем глины в 14 *м*, с глубины 128,1 *м* — глина песчаиистая	206	59,7 / 46	2,7 / 14,4		
117	Актюбинская обл. Правый берег оврага Караганды	180 / 200	Cr_2cm	Песок м/з, слабо глинистый	52				
			Cr_2al	Песок с примесью глауконита, слабо глинистый, с глубины 104 *м* глина песчаная слоистая с прослойками песка	200	49 / 49	2,16 / 11,7	87—103	225

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
118	Актюбинская обл. В 8 *км* от горы Байсары	218 / 196,9	eolQ	Суглинок	1,5				
			Cr_2cp	Глина ожелезненная с прослойками и гнездами гипса	28,3				
			Cr_2ts+t	Песчаник на глинистом цементе, ниже песок и глина слоистая	52,4				
			Cr_2cm	Песок с прослоями песчаника, в подошве глина	90	70 / 70	2 / 4	70—88	178
			Cr_1al_3	Песок т/з слюдистый	165				
			Cr_1al_{1+3}	Глина плотная, песок глауконитовый, песчаник кварцевый	196,9				
119	Актюбинская обл. Байганинский р-н в балке Акжарсай, в 4 *км* южнее пос. Акжар	150 / 26	eolQ	Песок карбонатный	4,8				
			Cr_2m	Песок р/з и м/з, глинистый, карбонатный	17,2				
			Cr_1al_3	Песок м/з карбонатный, водоносный	22				226
			Cr_1al_{1+3}	Песок т/з, хорошо отсортирован, глинистый, влажный	26	17,2 / 17,2	2,1 / 2,1	17,1—21	

120	Актюбинская обл. В 3,3 *км* севернее фермы Канапан, у дороги	195/403	eolQ	Почвенный слой, суглинок	7				
			Cr_1al_{1+2}	Глина песчанистая с прослоями песка	17,4				
			Cr_1ap	Глина песчаная, трещиноватая, ожелезненная	62,4				
			Cr_1nc	Глина плотная с присыпками песка и прослойками песчаника	73,8				
			J_2	Глина плотная, песчанистая, с прослоечками древесины и угля, с прослоями глинисткого м/з песка	403	168/50,5	2,75/10,34	170—178 219—223 325—340 362—380	—
121	Актюбинская обл. Участок Сарблакской мульды	21,7/270	Q_{IV}	Суглинок	8				
			Pg	Глина опоковидная	31,2				
			Cr_2m	Мел крепкий	68				
			Cr_2cp	Глина плотная, вязкая пластичная	134,2				
			Cr_2st	Песок с желваками фосфорита	137,2				
			Cr_1al	Песок кварцевый м/з и р/з с двумя прослоями глины	255	137,2/+1,1	13,2/37,9	151—162	228
			Cr_1ap	Глина плотиая, вязкая, пластичиая	270				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв. *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
122	Актюбинская обл. Расположена в долине р. Илека, в 4,5 *км* на СВ от ст. Тамды	256 / 60	alQ	Почвенный слой, суглинок	1,1				
			Cr_1nc	Чередование алеврита глинистого и песка м/з слюдистого	19				
			J_2	Песок с галькой и гравием, прослои гальки с гравием, прослой глины	56	12 / 12	15,22 / 6,49	20—35	262
			T	Глина с прослоями песка м/з, слюдистого	60				
123	Актюбинская обл. В 1,15 *км* на СЗ от ст. Кандагач, на правом берегу балки Ащисай	285,4 / 120	Q	Суглинок	1,0				
			Cr_2cp	Глина жирная, плотная с включением гальки	30				229
			Cr_2st	Песок глинистый	40				
			Cr_1al_3	Переслаивание песка р/з с гравием и галькой и глины в интервале 44—50 *м*	101	59 / 13	15,8 / 6,8	59—80 96—101	228
			Cr_1ap	Глина серая плотная	120				
124	Актюбинская обл. К-з «Новый путь» (Екатериинский) на левом берегу р. Кульдеиён-Темир	245 / 27,7	alQ	Песок т/з, водоносный, песчано-галечные отложения, песок к/з	14,4	2,25 / 2,25	5,6 / 6,85	18—23	220
			Cr_1al	Песок с/з и к/з с включением галек	27,7				

125	Актюбинская обл. 5 *км* СЗ г. Темир, на I надпойменной террасе	205/16	alQ	Супесь	1,7				
			»	Песок ср/з	3,0				
			»	Песок от м/з до ср/з, глина, песчано-галечные отложения	10,3	3/2,8	3/2,71	6—11	15
			Cr_1al_3	Глиина песчанистая, влажиая, песок с галькой	16				
126	Актюбииская обл. В 1,5 *км* на юго-запад от зимовки Бока-Блак, в бассейне р. Эмбы	273/81,4	alQ	Суглинок, глиина песчанистая	8,9				
			Pg_2^3	Песок каолиииистый	23,3	8,9/4,45	3,34/6	12—16	128
			Pg_2^2	Аргиллиты плотные, глина, песчаник кварцевый	40,5				
			»	Алевролиты, песчаник м/з, аргиллиты с лиизами песка	81,4				
127	Актюбинская обл. В 2,5 *км* западнее высотной отметки 358,9 *м*	Н. с./33,5	Q_{IV}	Почвеиный слой, суглинок	13,6				
			Pt_3	Кора выветривания по гнейсам, гиейсы трещиноватые	33,5	13,6/11,4	0,3/14,67	13,6—33,5	290
128	Актюбинская обл.	383/37	Q	Почвеиный слой, супесь	6,2				
			$N_1^3—N_2$	Глина с включением дресвы, гранита	17,5				
			Mz_1	Кора выветрнвания по к/з гранитам	21,5				297
			γPz_3	Гранит к/з, трещиноватый	37	21,5/2,3	0,022/19	21,5—37	

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
129	Актюбинска обл. Скважина в 0,5 *км* от отметки 257,9 *м*. Водораздел р. Шолаксай и Кайракты	Н. с. / 57,9	Q	Суглинок	1,5				
			Mz_1	Кора выветривания, каолиновые глины	43,6				
			C_1	Диабаз трещиноватый	57,9	43,6 / 14,2	0,69 / 4,25	44—58	272
130	Актюбинская обл., правобережье р. Кайракты	310 / 23,5	Q	Суглинок карбонатный	1,2				
			Mz_1	Кора выветривания по кварц-хлоритовым сланцам	14				
			Pt_3	Кварц-хлоритовые сланцы трещиноватые	23,5	12,8 / 12,8	0,92 / 1,2	14—23,5	291
131	Актюбинская обл. В 1,7 *км* от высоты 235,4, на водоразделе рек Кайракты—Балаталдык	Н. с. / 36,7	Q_{III}	Суглинок	0,6				
			$N_1^3—N_2$	Глина, обломочный материал интрузивных пород	6,4				
			Pt_3	Сланцы амфибол-хлорит-кварцевые, гнейс	12,6				
			γPz_3	Диорит трещиноватый	36,7	12,6 / 2,9	1,43 / 1,7	12,6—36,7	296

132	Актюбинская обл. В 7 *км* восточнее пос. Куклай	215 / 206,7	Q	Суглинок	2				
			Cr_2st	Глина слоистая ожелезненная	6,5				
			Cr_1al	Песок м/з с гравием кварца, с прослойками глины и песчаника; с глубины 140 *м* глина с прослоечниками песка, алевролита и песчаника	173,5	31 / 31	2,97 / 3,9	31—140	231
			Cr_1nc	Глина с прослойками песчаника	206,72				
133	Актюбинская обл. В 9,5 *км* ЮЗ пос. Башеиколь, на правом берегу р. Темира	195 / 228	alQ	Почвенный слой, песок р/з	5				
			Cr_1al	Переслаивание глины с песком, встречается галька, прослой алеврита (4,8 *м*)	228	31 / 31	12,5 / 3,2	191—197	232
134	Актюбинская обл. Кокпектинская площадь, на левом берегу р. Атжаксы	233,5 / 206	Cr_2cp	Глина песчанистая, слоистая, песок глинистый, м/з и ср/з	62				
			Cr_2st	Песок глинистый м/з, в подошве с галькой фосфорита	68				
			Cr_1al	Глина песчанистая, слоистая, песок глинистый, м/з и с/з с линзами песчаника	206	68 / 58	1,33 / 60	68—206	234

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования, *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
135	Актюбинская обл. В 35 *км* на ЮВ от пос. Эмба	360 / 212	Q	Почвенный слой, суглинок	1,5				
			Pg_2^2t	Песок т/з с прослоем в 8,5 *м* щебенки кремнистых пород	19				
			»	Опока песка	45,3				
			Cr_2cp	Аргиллиты с присыпками песка с прослоями песчаника ср/з	110				
			Cr_1al	Алевролиты и глины с гнездами и присыпками песка, песок слюдистый, м/з	169,5	143,5 / 90	0,27 / 15	143,5—200,0	233
			Cr_1	Переслаивание глины и песка р/з, в подошве гравий с содержанием 30% песка и глины	212				
136	Актюбинская обл. 5 *км* на север от высотной отм. 279 *м*	258 / 241	Q	Щебень	1,5				
			Pg_2^{2-3}	Песок т/з и м/з, глинистый, глина с прослойками песчаника	92,7				15
			Cr_2cp	Глина с прослойками песка и песчаника	129,1				

			Cr_2cp	Переслаивание глин темно-серых слюдистых и песков кварцевых м/з и ср/з	231,8	129/129	1,4/3,38	129—158 198,45—207,85	174
			Cr_1nc	Глиина аргиллитоподобная	241				
137	Актюбинская обл. Челкарский р-н, участок «Зона контакта», в верховье р. Ащисай	335,48/73	Q	Почвенный слой, суглинок и песок р/з с гравием и галькой	2				
			Mz_1	Кора выветривания, песок м/з с гравием и щебнем гранита, глина с гравием, гранито-гнейс желто-зеленого цвета трещиноватый	15,1				
			Pt_3	Гранито-гнейс биотитовый м/з и с/з, трещиноватый	73	15,1/1,8	2,2/19	15,1—73	292
138	Актюбинская обл. В 3,8 *км* от высоты 252,2 *м*; на правом берегу р. Ащисай	207/30,1	Pg_2^3	Растительный слой, суглинок, переслаивание м/з и ср/з песка с песчаной глиной	16,7	12/7,7	0,67/2,9	12—16,7	130
			Pz_1	Кора выветривания, глина	30,1				
139	Актюбинская обл. В устье балки Ащисай, правый приток р. Шетиргиза	147,75/108,65	alQ	Суглинок песчаный, песок м/з	11				
			Pg_2	Глина с прослойками т/з песка, в подошве с прослойками фосфорита	69,75				
			Cr_2t	Глина песчанистая с прослойками песка	106,3				
			Cr_1al	Песок м/з и ср/з кварцевый, слюдистый	108,65	106,3/+24	9,5/24	77—108	245

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
140	Актюбинская обл. Юго-западнее бугра Кара-Мурун	203,63 / 267	Pg_2^3	Глина песчанистая, переслаивающаяся кварц-глауконитовым песком	96,3				
			Pg_2^{2+3}	Глина с фауной, иногда с прослоями песчаника, в подошве слоя песок с гравием до 10%	212				
			Cr_2m	Песчаник, глина песчаная и мел с гравием	216,6				
			Cr_2cp	Глина с прослоем песчаника с гравием	223,4				
			Cr_2t+Cr_2st	Глина с прослоем песчаника	244,75				
			Cr_1al	Песок ср/з с галькой и гравием, водоносный	267	244,75 / 29,2	2,6 / 6	244,75—267	246
141	Актюбинская обл. В 2 *км* на Ю-ЮЗ от высоты 235 *м*	216,5 / 200	Pg_3^1	Глина с прослоями песка	25,55				
			Pg_2^3	Чередование глины и песка глауконит-кварцевого м/з, водоносного, в подошве галька	96	30,55 / 14,9	5 / 10,9	40—47	131
			Pg_2^{2+3}	Глина с прослоями аргиллита и песчаника, в интервале 149—158 *м* песок водоносный с галькой	200				

142	Актюбинская обл. Ст. Каульджур, на левом берегу р. Каульджур	193,7 / 298,2	Q	Супесь	1,4				
			Pg_2^3	Песок р/з, в подошве с галькой	15,4				
			Pg_2	Глина песчанистая с прослоями песка м/з и т/з	134				
			Cr_1al	Песчаник, песок р/з водоносный (23,4 *м*), глина песчанистая, слюдистая с прослоями песка р/з и гравия, с глубины 220,9 *м* глина переслаивается с песчаником и галечником кварцевым	270,25	139,9 / 7	2,2 / 7,3	140—155	249
			Cr_1ap	Глина песчанистая с включением галек с прослоем песчаника и песка глинистого	298,2				
143	Актюбинская обл. В 27 *км* северо-западнее г. Челкара, 10 *км* севернее центра к-за Кзыл-Жулдуз	175 / 269,15	Pg_3^{2+3}	Песок р/з	5				
			Pg_3^1	Глина с прослоем в 0,5 *м* песчаника	39,7				
			Pg_2	Глина с прослойками и гнездами песка, с фауной, с глубины 133,15 *м* песок м/з, кварцевый, водоносный	163	133,15 / +8,1	9 / 4,08	133,15—163	132
			Pg_2^{2-3}	Глина аргиллитоподобная, переслаивание глин с прослойками песка и песчаника	269,15				
144	Актюбинская обл. В 2,7 *км* на юго-запад от пос. Карабутак	228,32 / 23	alQ	Супесь, суглинок с прослойками т/з слабоводоносного песка	4,5				
			N_2	Песок р/з с включением гальки и гравия, в подошве глина пластичная	23	4,5 / 2	11,4 / 2,41	15—19,5	72

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., м / Глубина скв., м	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), м	Дебит, л/сек, (числитель); понижение, м, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), м	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
145	Актюбинская обл. Карабутакский р-и	Н. с. / 62	Q_{IV}	Супесь	1				
			Pg_3^2	Песок кварцевый, м/з	33	9 / 9	0,9 / 10,15	24—33	124
			Pg_2^{2-3}	Глина песчанистая, песок кварц-глауконитовый	47,4				
			$Mz(\sigma Pz_3)$	Кора выветривания, по кварцевым диоритам — глина	53,8				
			σPz_3	Кварцевые диориты ср/з	62				
146	Актюбинская обл. Карабутакский р-н	204 / 108	Q	Песок слюдисто-кварцевый	4				
			Pg_3^2	Глина алевритистая	14				
			Pg_2^3	Песок кварцевый, глина слабо песчаная	24				
			Pg_2^{3-2}	Глина опоковидная	39				
			Pg_2^{3-2}	Песчаник м/з	73				
			MzC_1t	Кора выветривания песчаников	98				
			C_1t	Песчанк слюдисто-кварцевый	108	98 / 10,5	0,184 / 59,17	98—108	273

147	Актюбинская обл. Центральная усадьба с-за им. Калинина	Н. с. / 54,7	Q	Песок ср/з, глина слабо песчаная. Плотная	54,7	4,2 / 4,2	1,9 / 4	10—14	20
148	Актюбинская обл. Совхоз им. Калинина	116 / 243,85	aIQ	Песок р/з, гравелистый	5				
			Pg_2^3	Глина огипсованная, слабо песчанистая	57,4				
			Pg_2^{2+3}	Глина с тонкими прослойками мергеля и т/з песка; песчаник глинистый	130				
			Cr_{1-2}	Песчаник с прослойками глин и р/з песка с галькой, водоносный	216	154 / +9	40 / —	221—238	212
			Mz_1	Глина с известковистыми включениями	224,25				
			Pz_1	Песчаник и алевролит трещиноватые, глинистый слаиец водоносный трещиноватый	243,85	234 / +9	0,3 / —		
149	Актюбинская обл. Иргизский р-н, пос. Иргиз ю.-з. окраина	Н. с. / 216,5	dQ	Песок м/з	4,3				
			Pg_2^3	Глина вязкая, встречаются прослойки и включения песка и песчаника	56,8				
			Pg_2^2	Глина плотная, косослоистая, встречаются тонкие прослоечки песка и песчаника	121,65				
			Pg_1	Глина	133,1				
				Мергель, глина с прослойками песка	156,8	156,8 / +7,1	2,5 / +6,9	157—165	247

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., м / Глубина скв., м	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), м	Дебит, л/сек, (числитель), понижение, м, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), м	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
			Cr_1al_3	Песок р/з, водоносный	165,1				
			Cr_1al_{1+2}	Глина плотная с прослойками песка	177				
			Mz	Глина вязкая с обломками гранодиорита	187,5				
			Pz	Гранодиорит к/з и м/з, трещиноватый	216,5	187,5 / +3,5	0,04 / 3,3	187,5—216,5	
150	Актюбинская обл. Озеро Кожа-Куль	80 / 225	alQ_{III}	Песок т/з, глинистый	15,3				
			Pg_2^{2-3}	Глина плотная	105,7				
			Cr_2m	Мергель, в основании песчаник известковистый	116,2				
			Cr_2st	Песок м/з	125,2	116,2 / +14,5	2,92 / 14,5	116,2—125,2	185
			Cr_2t	Глина песчанистая	132,3				
			Cr_2cm	Песок м/з глинистый, уплотненный	150,3				
			Cr_1al	Глина алевритовая	200				
			C_1	Кора выветривания, рассланцованные габбро-диабазы	225				

151	Актюбинская обл. В 7 *км* СВ г. Кара-Ат-Азган	90/393	$Pg_{2\ 3}cg$	Глина вязкая, слюдистая, с прослоем песка (3 *м*)	110				
			$Pg_2^{3}sk$	Глина с тонкими прослоями алевритистого песка, в интервале 131—151 *м* песок вязкий	262				
			$Pg_2^{3}ts$	Глина	271				
			Pg_2^{1}	Глина песчанистая	280				
			Pg_1	Глина мергелистая с фауной	288				39
			Cr_2m	Мергель (7 *м*), песок глауконитовый т/з, глинистый, водоносный	322	295/+2,3	0,5/36,5	309—321	181
			Cr_2st	Глина с частыми прослоями песка	393				
152	Актюбинская обл. В 50 *км* северо-северо-восточнее пос. Тауп	90/242,9	Pg_3^{1}	Глина песчанистая	8				
			Pg_2^{3}	Глина с прослойками песка т/з и песчаника	99				
			Pg_2^{2-3}	Глина плотная, вязкая с двумя прослоями песка т/з	195				
			Cr_2m	Мергель	202				
			Cr_2cp	Глина с прослойками песка	225				
			Cr_2st	Песок т/з с прослоем глины песчанистой	235	225/+7	0,6/7	225—230	184
			Cr_2t	Глина песчанистая с прослойками песка т/з	242,9				

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель), установившийся уровень, знаменатель, *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
153	Актюбинская обл На берегу оз. Кожа-Куль	80 / 225	alQ_{III}^{2}	Песок м/з, глинистый	12				
			alQ_{III}'	Песок т/з, глинистый	15,3				
			Pg_2^{2-3}	Глина с гнездами песка	105,7				
			Cr_2m	Мергель	116,2				
			Cr_2st	Песок м/з и т/з	125,2	116,2 / +14,5	2,9 / 14,5	116,2—125,2	185
			Cr_2t	Глина песчанистая	132,3				
			Cr_2cm	Песок м/з глинистый	150,3				
			Cr_1al	Глина с прослойками м/з песка, ниже неслоистая	200				
			C_1	Кора выветривания, рассланцованные габбро-диабазы	225				
154	Актюбинская обл. В 1 *км* на северо-запад от тригопункта с абс отметкой 86,8 *м*, в бассейне р Иргизо	82 / 200	alQ	Суглинок	1				
			Pg_3^1	Глина листоватая	12,5				
			Pg_2^{2+3}	Глина плотная	45,5				
			»	Глина вязкая с прослойками и присыпками м/з песка	105				
			Pg_1	Глина с прослойками песка	114				

			Cr_2m	Глина песчанистая с гравием, в начале слоя мергель мощностью 6 *м*	165				
			Cr_2st	Песок м/з, кварцевый	182	165 / +8	4 / 7,5	165—182	186
			Cr_2t	Глины с прослоями т/з песка	200				
155	Гурьевская обл. В 0,5 *км* на юг от зимовки Меджанан, на повышенном участке пологоволнистой равнины	+0,44 / 69,6	$Q_{III}hv$	Глина плотная, песок т/з	19,5				
			$Q_{II}hz$	Глина известковистая, в интервале 26—29 и 33—62 *м* песок т/з	62	33 / 5,7	1,29 / 9,6	56—61	37
			Q_1b	Глина слоистая	69,6				
156	Гурьевская обл. В 22 *км* к СЗ от аула Когайбай, лиманообразное понижение	Н. с. / 13	$Q_{II}hz—Q_{III}hv$	Песок м/з	13	1,75 / 1,75	0,009 / 0,8	1,75—7,5	—
157	Гурьевская обл. В 9 *км* к ЮВ от аула Когайбай, бугристые пески	—6,3 / 10	$eolQ_{IV}$	Песок т/з с прослойками гипса до 1 *см*	2				
			$Q_{III}hv$	Песок м/з, кварц-полевошпатовый	10	2,8 / 2,8	0,05 / 0,8	4—10	36
158	Гурьевская обл. В 9,5 *км* к ССВ от аула Жанашу, в котловине выдувания	—13 / 9	eolQ	Песок т/з, кварц-полевошпатовый	9	2,45 / 2,45	0,02 / 1	4—9,0	23

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель) установившийся уровень, знаменатель, *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
159	Гурьевская обл В 5,3 *км* к ЮЗ от зим Акмаль, в котловине выдувания	—10 / 10	eolQ	Песок т/з, кварц-полевошпатовый, влажный, с глубины 6,45 *м* — водоносный	8,4	6,45 / 6,45	0,003 / 0,7	6,45—8,4	24
			$Q_{II}hz$	Глина слюдистая с тонкими прослойками песка	10				
160	Гурьевская обл В 158 *км* к ЮЮВ от зим Сахем, в котловине выдувания	—13 / 12	eolQ	Песок т/з, кварц-полевошпатовый, на глубине 1 *м* прослой суглинка	6,9	1,2 / 1,2	0,008 / 0,7	6,9—12	25
			$Q_{II}hz$	Глина пластичная	12				
161	Гурьевская обл В 90 *км* к северу от зим Шахмет	—19,3 / 101,4	$eolQ_{IV}$	Песок м/з	1,2				
			$Q_{III}hv$	Песок с включением обломков раковин	8,9	3,7 / 3,7	0,005 / 3,05	—	
			$Q_{II}hz$	Глина опесчаненная	19,0				47
			»	Глина плотная	42,4			43—45	
			Q_1b	Глина, в конце слоя конгломерат	45				
			N_2ap	Глина с прослоями супеси	101,4				

162	Гурьевская обл. В 1,5 *км* к ЮВ от колхоза Кукурт, нижняя часть межсорового увала	$\frac{-20}{7,75}$	$Q_{II}hz + Q_{III}hv$	Супесь (1,5 *м*), песок т/з кварцевый, ожелезненный	7,75	$\frac{2,95}{2,25}$	$\frac{0,1}{2,55}$	2,95—7,75	10
163	Гурьевская обл. В 13 *км* к СЗ от аула Мокашлет	$\frac{\text{Н. с.}}{12}$	$eo1Q_{IV}$ $Q_{III}hv$	Песок м/з Песок м/з, глинистый	6,3 12	$\frac{1,35}{1,35}$	$\frac{0,03}{1,0}$	3—12	26
164	Гурьевская обл. В 36,5 *км* к ЮВ от аула Караайгыр	$\frac{-14,5}{104}$	$eo1Q$	Песок м/з, с глубины 1,4 *м* водоносный; глина с прослойками алевритистого песка	15,8	$\frac{1,4}{1,4}$			
			$Q_{II}hz$	Песок м/з с редкими прослоями ракушек	31,2	$\frac{15,8}{1,4}$	$\frac{1,0}{5,5}$	15,8—31,2	67
			Q_1b	Глина слоистая с присыпками алевритистого песка	63,2				
			N_2ap	Глина плотная с присыпками алевритистого песка, в интервале 96—100,8 *м* с прослойками водоносного песка	104	$\frac{96}{+2,3}$	$\frac{0,03}{98}$	96—101,8	—
165	Гурьевская обл В 3 *км* к востоку от аула Четвертый, на приморской равнине	$\frac{-22}{6,4}$	mQ_{IV}	Песок м/з, с прослоечками глины, в подошве глина песчанистая	6,4	$\frac{2,27}{2,27}$	$\frac{0,02}{1,5}$	2,27—5,6	3
166	Гурьевская обл. В 8,5 *км* к ВЮВ от аула Монаш, на плоской приморской равнине	$\frac{-25}{4,8}$	mQ_{IV}	Песок м/з, супесь, суглинок, глина в интервале 1,85—4,0 *м* песок м/з глинистый	4,8	$\frac{1,3}{1,3}$	$\frac{0,006}{1,7}$	1,3—4	4

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
167	Гурьевская обл. В 24 *км* на юго-восток от р. Сагиза	Н. с. / 3,6	$1alQ_{IV}$	Растительный слой, песок слоистый влажный	3,6	3,5 / 3,5	0,1 / Н. с.	3,5—3,6	
168	Гурьевская обл. В 27 *км* на ССВ от пос. Каратон	Н. с. / 7,1	$Q_{III}hv$	Растительный слой, песок м/з	7,1	3,1 / 3,1	0,4 / Н. с.	3—7	38
169	Гурьевская обл. Урочище Коираулы	Н. с. / 188,0	Q	Суглинок, супесь с прослойками песка	20				
			Cr_2st	Песок с включением галечника	43				
			Cr_2t	Глина песчаинстая	65				234
			Cr_2cm	Песок пылеватый, глина с прослойками песка	90				
			Cr_1al	Песок с прослойками песчаника (30 *м*), в интервале 131—176 *м* чередование песка и глины	188	90 / 64	0,68 / —	110—120	—
170	Гурьевская обл. Урочище Басдузегенды	Н. с. / 239	Q	Супесь	4			169—174	
			Cr_2cp	Мел мергелистый	30			178—182	
			Cr_2st	Мергель серый, плотный	38			191—204	

			Cr_2t	Переслаивание песка с глиной	48			211—220	198
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок глинистый м/з, глина с прослойками песчаника и песка; в интервале 160—189 *м* песок м/з кварцевый с прослойками глин	239	159 / 20,45	2,0 / 5		
171	Гурьевская обл. Жилокосинский р-н, пос. Карамурат	Н. с. / 225	Q	Суглинок	3				
			Cr_2snt	Мергель с прослойками глин	19				
			Cr_2t	Глина с прослойками песков	66				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Переслаивание песков с глинами песчанистыми (37 *м*); песок (31 *м*); глина песчанистая, в интервале 142—176 *м* песок пылеватый	225	Н. с. / 43,1	1,66 / 7,05	67—80	199
172	Гурьевская обл. Актас-Мола	— / 280,0	Q	Суглинок	3				
			Cr_2m	Мел с прослойками мергеля	18				
			Cr_2cp	Мергель с прослойками глин	63				
			Cr_2st	Мергель	83				
			Cr_2t	Глина песчанистая с прослойками песка	94			217—232	
			Cr_2cm	Глина с прослоями песка	164			237—248	238
			Cr_1al_3	Глина песчанистая, в интервале 164—188 и 108—245 *м* — песок с прослойками песчаника	280	208 / 41,27	2,7 / 6,39		

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
173	Актюбинская обл. Центральная усадьба колхоза им. Амангельды	Н. с. / 272,3	Q	Песок	3				
			Pg_1	Глина	6				
			Cr_2m	Мергель	129				
			Cr_2t	Глина песчаная плотная, мергель, в подошве песчаник (1 *м*)	161,4				
			Cr_2cm	Песок м/з, в интервале 198,1—218 *м* — глина	231,1	161,4 / 11,4	5,0 / 12,1	167—187	179
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок т/з	273,8				
174	Актюбинская обл. Бокыкаринсай, долина р. Эмбы	Н. с. / 103	Q	Суглинок, песок м/з	8,5				
			Cr_2st	Глина мергелистая	32				
			Cr_2t	Глина песчанистая	38,5				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок м/з с прослойками глин и песчаника, в подошве глина (8 *м*)	103	38,5 / 11,72	4,6 / 2,55	38,5—95	200
175	Актюбинская обл. 6 *км* СЗ от пос. Дережин-Мола	68 / 415	Pg_{1-2}	Глина	21				
			Cr_2m	Мергель, в середине слоя мел (70 *м*)	241				
			Cr_2cp	Глина мергелеподобная	259				
			Cr_2st	Песок т/з, глина с прослойками песка	271				
			Cr_2t	Песок т/з, глина мергелеподобная	294				

			Cr_2cm	Песок кремнево-кварцевый	320	291 / +28	25 / 28	356—380	201
			Cr_1al	Песок м/з с прослойками песчаника, с глубины 3—79 *м* глина песчаная с прослоем песка 68 *м*	415				
176	Актюбинская обл. Урочище Жиесты	90 / 306	Q	Суглинок	5				
			Cr_2m	Мергель, в подошве слоя глина песчаная	46				
			Cr_2st	Песок м/з, глинистый, в конце слоя песчаник с галькой	80				
			Cr_2cm	Песок м/з глинистый с прослойками глины и песчаника	100				
			Cr_1al	Глина слабо песчаная, вязкая, плотная, в интервале 165—246 *м* — песок м/з	306	105 / 32,15	5 / 2,8	165—225	235
177	Актюбинская обл. В 9 *км* на восток от г. Жаман Контарткуль	138 / 303	Cr_2m	Глина трещиноватая, мергелеподобная, мел плотный	87				
			Cr_2cp	Мергель мелоподобный	127				
			Cr_2st	Мергель с песчаными включениями и прослоечками гальки, глина	139				
			Cr_2cm	Песок м/з и т/з, с глубины 150,5 и 178 *м* — глина	184	139 / 40			
			Cr_1al	Песок м/з (6 *м*), глина с частыми прослойками песка т/з, в интервале 235,5—252 *м* — месок м/з	303	235,5 / 139	1,84 / 8,96	235,5—252	236

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
178	Актюбинская обл. В 17 *км* ЮЗ конно-почтовой станции Кзылжар	104,24 / 260,5	Q_{I-III}	Суглинок с включением гальки, глина	9,85				
			Pg_2	Глина песчаная	80,6				
			Cr_2cp+Cr_2m	Мел с фауной (3,4), мергель	195,95				
			Cr_2st	Мергель	198,95				
			Cr_2t	Песок р/з, водоносный с прослоем песчаника (14,8 *м*), глина	247,35				
			Cr_{1-2}	Песок м/з, кварцевый	260,5	247,35 / самоизл.	4 / самоизл.	247,35—260,5	202
179	Актюбинская обл. ЮВ р. Эмбы	84,64 / 321,5	Pg_2	Глина плотная	22,4				
			Cr_2m	Мергель мелоподобный	87,4				
			Cr_2st+Cr_2cp	Глина мергелистая	139,6			173—190	
			Cr_2t	Глина сланцеватая	156			217—234	203
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок м/з, глинистый, в интервале 191,5—203 и 243—259 *м* — глина	321	156 / +5,2	10 / 5,2	262—264	
180	Гурьевская обл. В 7 *км* на северо-восток от пос. Гюлюс	10 / 32,4	Q	Песок м/з	1,4				
			Cr_2d	Мергель глинистый	5				
			Cr_2m	Мергель трещиноватый	14				
			Cr_2cp	Мергель	19				

			Cr_2t	Мергель глиинистый, глина	24,2				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок м/з с прослойками глины	32,4	24,2 / +10	15,07 / 10	24,2—32,4	204
181	Гурьевская обл. Урочище Ушмола	— / 500	Pg	Глина	20				
			Cr_2m	Мел, в интервале 35—45 *м* — мергель	75				
			Cr_2cp	Мергель с двумя прослоими глины и песчаника	184				
			Cr_2st+t	Мергель песчанистый, песчаник, глина	340			400—430	205
			Cr_1al+Cr_2cm	Переслаивание глины и песка м/з, глауконитового, песок в интервале 400—430 и 460—480 *м*	500	400 / излив	7 / излив	460—480	
182	Гурьевская обл. Урочище Ушмола	— / 505	Q_{III}	Супесь с включением мелкого галечника	15				
			Pg_2	Глина с прослоем песка с галечником в интервале 63—78 *м*	144				
			Cr_2m	Мел, мергель	175				
			Cr_2cp	Мергель с фауной	315				
			Cr_2st	Мергель глинистый	380				
			Cr_2t	Глина плотная и песчанистая	445				206
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песчаник (10 *м*), чередоваиие песка и глиины, песок в интервале 475—490 *м*	505	475 / +13	7,7 / 8,8	475—490	—

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
183	Актюбинская обл. Урочище Кинде-Туите, 14,6 *км* западнее зимовки Дияр	42,93 / 340	Q	Суглинок	2				
			Pg_2	Глина	107,5				
			Pg_1	Глина	119,5				
			Cr_2m	Мергель слабо глинистый	250				
			Cr_2cp	Мергель	268,2				
			Cr_2st	Мергель с галькой	270				
			Cr_2t	Глина мергелистая с прослойками песка	302,3			297—313	207
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Чередование песка и глины песчанистой, песок в интервале 302,3—312,5 и 326—330,7 *м*	340	302,3 / +13	6 / 13	324—335	
184	Актюбинская обл. Урочище Коныр-урпа, 11,8 *км* СВ зимовки Дияр	79,94 / 413,0	Q	Суглинок	2				
			Pg_2	Глина песчанистая	123,5				
			Cr_2cp+Cr_2m	Мергель трещиноватый	255,7				
			Cr_2t+Cr_2st	Глина мергелистая	310				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок м/з с прослоем глины в 3 *м* с 345,4 *м* — глина с прослойками песчаника в 4 *м*; с 374 *м* — песок м/з с прослоем глины в 5 *м*	413	310 / +16,35	10 / 16,35	316—345,4 374—385 395—406	208

185	Актюбинская обл. Урочище Жуан-Тобе, 11,8 *км* ЮВ зимовки Дияр	52,91 / 470	Q	Суглинок	5				
			Pg_2^2	Глина песчанистая с включением гравия, в конце с прослоями песчаника	165				
			Cr_2m	Мергель мелоподобный	274				
			Cr_2cp	Глина мергелистая, в конце слоя с включением гальки	325,9				
			Cr_2t	Глина частично песчанистая	376				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок с двумя прослоями глины в интервале 395—406 и 411—424 *м*	470	376 / +35	14 / 35	376—395 406—411 424—470	209
185[а]	Гурьевская обл. Восточное Предустюртье, 20 *км* на запад от колодца Мулькоман	130 / 46	Q	Суглинок	0,5				
			N_1^3	Известняк, в интервале 20—28 *м* — мел	44	36 / 36	0,16 / 6	36—44	
			Pg	Глина пластичная	46				
186	Актюбинская обл. В 10,9 *км* ССЗ конно-почтовой станции Кзыржар, на левом берегу Маннысая	96,1 / 200,9	a1Q	Суглинок	3				
			Pg_2	Глина мергелистая с прослойками песка т/з	19,7				
			$Cr_2cp—Cr_2m$	Чередование мергелей с мергелистой глиной, ниже мергель с прослойками мела	123,8			155—172 181—193	215
			Cr_2st	Песчаник с включением гальки	126,2				
			Cr_2t	Глина плотная	145,3				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок м/з с прослойками песчаника	200,9	145,3 / +15	15 / 15		

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Прнложение 4)
187	Актюбинская обл. в балке Аксай	210 / 265,45	alQ	Суглинок, песок с/з, глинистый, супесь и песок р/з с галькой	9,8	3,7 / 3,7			
			Pg_3^{2+3}	Песок с галькой, с прослоями глины	16,35				
			Pg_2^3	Переслаивание песков, алевритов и глин (20,85), глины с прослоями песка, в интервале 84,05—118,05 *м* песок с прослоями глин	141,1	84,05 / 20	0,1 / 2,6	90—110	
			Pg_2^2	Глина с прослойками песка и алеврита, в интервале 234—239 *м* — песок м/з	265,45				
188	Актюбинская обл. В 87 *км* ЮЗ г. Челкара, ур. Баян	175 / 172	Pg_3^2	Песчанистая глина	29				
			Pg_2^3	Песок от к/з до м/з, с прослойками глины, в подошве глина песчанистая (8 *м*)	172	29 / 9	3 / 27	80—100	134
189	Актюбинская обл. В 4 *км* от высоты 160,2 *м*	145 / 18,5	Q	Суглинок	2,1				
			Pg_3^2	Глина с прослойками песка т/з, водоносного	11	5 / 3,4	0,29 / 2,8	6—12	125
			Pg_2^3sk	Песок м/з водоносный	18,5				

190	Актюбинская обл. Территория базы Челкарской ГГП, г. Челкар	160 / 721	Pg_3^2	Песок м/з, глинистый	20				
			Pg_3^1	Глина с прослоем песка в 7 *м*	56				
			Pg_2^3	Переслаивание песка с глиной	227				
			Pg_2^2	Глина местами с песком и песчаником	408				
			Cr_2m	Мергель, песок м/з глинистый	470				
			Cr_2cp	Глина, встречаются прослои м/з глинистого песка	500				
			Cr_2st	Песок р/з местами глинистый	523				
			Cr_2t	Глина, в интервале 553—568 *м* песчанистая	600				
			Cr_1al_3—Cr_2cm	Песок алевритистый с прослоями глин	660	600 / 8,4	6,2 / 24	650—663	213
			Cr_1al_{2-3}	Глина алевритистая с прослойками м/з песка	721				
191	Актюбинская обл. В 35 *км* ЮЮЗ от г. Челкара, в 600 *м* на З от оз. Жумарт	178 / 305,3	Pg_3^{2+3}	Песок, ниже глина с прослойками песка	29,7				
			Pg_3^1	Глина с включением песка и гравия	52,7				
			Pg_2^3	Песчано-глинистая толща, в интервале 137,6—152,3 *м* — песок водоносный, с глубины 178,7 *м* — глина с прослойками песчаника	230,6	137,6 / —			
			Pg_2^2	Переслаивание песка водоносного с глиной аргиллитоподобной	305,3	230,6 / +6,8	6,5 / 5,67	252—270 288—296	141

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
192	Актюбинская обл. В 2,6 *км* от тригопункта с отм. 206° по аз. юго-запад 234°, восточная окраина Больших Барсуков	175 / 505	eolQ	Песок м/з	15				
			Pg_3^{2+3}	Песок к/з	23				
			Pg_3^1	Глина алевритистая, песок м/з	48				
			Pg_2^3	Глина песчанистая с прослоем песка т/з и м/з в интервале 93—132 *м*. Водоносный песок м/з в интервале 187—209 *м*, ниже глина мощностью 149 *м* с прослоем мергеля в 12 *м*. В подошве мергель	383				
			Cr_2m	Мергель, глина песчанистая с прослоями песчаника и песка	448,7				
			Cr_2cp	Глина песчанистая	464				
			Cr_2st	Песок м/з, глинистый (10 *м*), ниже песчаник м/з, глина песчанистая	505	464 / 44,15	1,5 / 12,3	467—475	187
193	Актюбинская обл. В 150 *м* западнее зимовки Соркудук	217 / 10,8	Pg_3^2k	Глина (4,9 *м*), песок м/з	10,8	4,9 / 4,9	0,01 / 0,5	5—10,8	120

194	Актюбинская обл. Челкарский р-н. Урочище Копбергенсай	190 / 418,4	Q	Суглинок карбонатный	10				
			Pg_2^3	Чередование песка м/з и глины песчанистой	80				
			Pg_2^2	Глина с прослоями песка	224				
			Cr_2m	Мергель трещиноватый, глина мергелеподобная	242				
			Cr_2cp	Глина с гнездами песка	265,5				
			Cr_2t—Cr_2st	Песок м/з (5 *м*), глина с прослоем песчаника	281,5				
			Cr_2cm—Cr_2t	Песок м/з, ниже глина, в подошве песок м/з, водоносный (11 *м*)	346				
			Cr_1al—Cr_2cm	Глина	352,5				
			Cr_1al	Песок м/з в интервалах 364,5—377 и 393—403 *м*—глина, с глубины 403 *м*—гравийно-галечные отложения	418,4	377 / 50,6	1,2 / 55	377—393	214
195	Актюбинская обл. На юго-восточном краю урочища Бусула	194,3 / 127	Pg_3^1	Глина песчанистая с прослоями песчаника и песка	91				
			Pg_2^3sk	Песок м/з водоносный	127	91 / 12	0,3 / 60	93—100	118
196	Актюбинская обл. Центральная усадьба к-за 8 марта, Большие Барсуки	167,8 / 630	eolQ	Песок м/з	6				
			Pg_2^3	Песок м/з, водоносный (105 *м*), переслаивание песка м/з и глины	158				
			Pg_2^2	Глина в интервале 282—298 *м*, песок т/з, водоносный	435,5				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
			Pg_1—Pg_2^1	Песчаник р/з	438,5				
			Cr_2m	Мергель	521				
			Cr_2cp	Мергель переслаивается с глиной	556				
			Cr_2st	Песок кварц-глауконитовый, водоносный, в начале слоя — песчаник м/з (1 *м*)	580	557 / 53,5	0,312 / 30,56	557—580	188
			Cr_2t?	Глина	582				
			Cr_1al_3?	Песок м/з, водоносный	630				
197	Актюбинская обл. В урочище Жолуткуль, в 40 *км* к СВ от пос. Донгузтау	80 / 303	alQ	Суглинок с прослойками песчаника	4				
			Pg	Глина с прослоем м/з песка в интервале 25,6—32,0 *м*	138,15				
			Cr_2m	Мергель плотный, в интервале 153,8—186,7 *м*— разрушенный, водоносный	241,6	138,15 / +17			
			Cr_2st	Фосфоритовая плита, песок м/з, водоносный (1,1 *м*), глина с прослойками песка	248,9				

			Cr^2t	Глина с прослоями песчаника	300,55				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок р/з, водоносный	303	300,55 / +17	7 / 17	300—303	210
198	Актюбинская обл. Урочище Кара-Каска, в 13 *км* ЮЗ пос. Актумсук	34,362 / 689	alQ	Суглинок	0,4				
			Pg_2	Глина неслоистая с прослоями алевролитов	268				
			P_1	Глина песчано-слюдистая	279				
			Cr_2m	Мел, ниже мергель глинистый	364				
			Cr_2cp	Мергель песчанистый	450	447 / излив	9,6 / излив		
			Cr_2st	Мергель с галькой, с содержанием песка, песок ср/з (3 *м*)	465,4				
			Cr_2t	Переслаивание глины песчанистой с т/з песком	537,1				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Песок ср/з, вверху с прослойками глины и включением галек в интервале 626—652,5 *м* — песчано-глинистая толща	689	652,5 / +80	32 / +80	655,1—676	211
199	Актюбинская обл. В 137,5 *км* ЮЗ г. Челкара, ур. Талдыэспе	175 / 163	Pg_3^{2+3}	Песок м/з (3 *м*), глина с прослойками т/з песка	46				
			Pg_2^3	Песок м/з глинистый, в интервале 57—58,5 *м* — песчаник м/з, с глубины 74 *м* — глина с прослойками т/з песка	163	46 / 15	0,1 / 40	50—55 61—75	135

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, понижение, *м*, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
200	Актюбинская обл., Челкарский р-н. В 11,6 *км* от Кендырлымола	301 / 113,8	Q	Песок м/з	2				
			Pg_3^3	Песок к/з, водонасыщенный	16				
			»	Глина песчанистая	32				
			Pg_3^2	Переслаивание песка и глины, песок в интервалах 32—40, 45,3—52,5 *м*, в подошве — песчаник (3 *м*)	58	32 / +0,5	0,03 / 0,3	32—52,5	120
201	Актюбинская обл. В 163 *км* от колодца Акбаур, массив Большие Барсуки	210 / 129,8	Pg_3^3cgr	Песок глинистый	10,9				
			Pg_3^2cl	Глина алевритистая	35				
			»	Песчаник (0,7 *м*), глина с присыпками песка	52				136
			Pg_3^1	Чередование глины и песчаника	88				
			Pg_2^3s	Глина	97				
			Pg_2^3	Песок м/з и ср/з с прослоем глины в 1,3 *м*	196	97 / 3,35	0,95 / 0,85	97—115	
			»	Глина с включением песка	210				

202	Актюбинская обл. В массиве песков Кокалакум, в 15 *км* от пос. Аякум, по дороге на г. Жаксы-Каянкудук	129/420	eolQ	Песок водоносный	10				
			N_1^1ar	Глина (11 *м*), песок т/з, водоносный	40				
			Pg_3^3	Переслаивание песка т/з, водоносного и глины, прослой угля 65 *м*, песок в интервалах: 45—67; 72—85; 96—113, 131—140 *м*	140				
			Pg_3^1	Глина	267			295—303	
			Pg_2^3	Алеврит (3 *м*), в интервале 270—315 *м* — песок т/з, переслаивающийся с глиной; ниже глина песчанистая	420	270/16,5	0,3/65		
203	Актюбинская обл. Челкарский р-н. В 4,5 *км* на запад от высотной отметки 185,6 *м*	170/111	Q	Суглинок с галькой	3				
			N_1^3S	Известняк	21				
			$N_1^2tr\overset{v}{h}+tc$	Глина плотная	57,5			64—87	107
			N_1^2h	Песок р/з в интервале 59,15—61,3 *м* — глина	75	57,15/50,7	1,25/4,9	93,3—104,36	
			N_1^1ar	Песок ср/з и т/з с прослоем песчаника и глины	104,36				
			Pg_3^3	Глина песчанистая	111				
204	Актюбинская обл. В 10 *км* СВ от горы ЖаксыКоянкулак, массив Большие Барсуки	120/15,7	eolQ	Песок м/з, глинистый	5,7	3,75/3,75	0,11/0,72	3—4	28
			Pg_3^3	Песок м/з глинистый, глина в интервале 7,5—14 *м*	15,7				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
205	Актюбинская обл. В 10,8 *км* от пос. Таскура	105 / 124	Q_{I-II}	Песок т/з	8				
			N_1^1ar	Песок р/з, в основном т/з	30				
			Pg_3^3	Глина (45 *м*); ниже чередование глины и песка т/з, иногда м/з	124	75 / 18	0,33 / 8,93	86—94	117
206	Актюбинская обл. В 15,5 *км* от Тура 177,1 *м* по дороге на запад	144 / 154	d1Q	Суглинок	0,8				
			N_1^3S	Известняк (43,2 *м*), ниже мергель	77,1				127
			$N_1^2tzlh+\overset{v}{t}c$	Глина	94,6				
			N_1^2lh	Песок м/з, водоносный	99,1				
			N_1^1ar	Глина переслаивается с песком м/з	117,45			112—117	
			Pg_3^3	Песок м/з, слюдистый, в подошве глина (2 *м*)	154	117,45 / 43,5	0,82 / 64		
207	Актюбинская обл., Челкарский р-н. От Тура на бугре Шатырлы	120 / 200	Pg_3^1	Глина алевритовая, с 10 *м* песчанистая	26				
			Pg_2^3	Песок т/з и м/з, водонасыщенный, в интервале 94—101 *м* слабо глинистый, в подошве глина песчаная (9 *м*) и песчаник (0,3 *м*)	110,3	26 / 9,8	1,96 / 15,6	84—93	137
			Pg_2^{2-3}	Глина песчаная	200				

208	Актюбинская обл., Челкарский р-н. В 22 *км* от г. Жаксыбуташ	98,63 / 648	Pg_3^1	Глина с прослоями песчаника	20				
			Pg_2^3	Песок м/з (22 *м*), глина песчанистая с прослоем с/з песка в интервале 114—124 *м*	184				
			Pg_2^2	Глина плотная с прослоем песка м/з в интервале 307—318 *м*	460				
			Pg_1	Мергель, глина	478				192
			Cr_2m	Мергель	522				
			Cr_2cp	Мергелистая и песчанистая глина	600				
			Cr_2cn—Cr_2st	Песок глинистый, глауконитовый	629	600 / 12	0,61 / 21	620—629	
			Cr_2t	Глина песчанистая с содержанием песка	648				
209	Актюбинская обл. В 22,5 *км* севернее ст. Кара-Чокат	80 / 223,8	$Pg_2^{2-3}ts$	Глина с прослойками песчаника, с линзами песка	124				
			Cr_2cp	Глина с прослоями песчаника	132				
			Cr_2st	Глина с прослойками глауконитового песка	141				248
			Cr_2t	Глина с включением песка, в основании песчаник	154,5				
			Cr_1al	Глина песчанистая, с глубины 165 *м*—песок м/з	223,8	165 / +4,8	2,5 / 7,5	166—177,4	

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м* (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
210	Актюбинская обл., Челкарский р-н. В 15 *км* СВ г. Джалан-Тюбе	75 / 300	eolQ	Песок т/з, м/з	22				
			alQ_{II}	Суглинок	25				
			„	Глина плотная	29				
			Pg_3^1	Глина слабо песчаиистая, с глубины 72 *м* песок м/з	72	72 / 5,04	2,1 / 2,96	72—82	138
			Pg_2^3	Глина плотная, слабо песчанистая	173				
			Pg_2^2	Глина с прослоями песчаника	251				
			Cr_2m	Мергель мелоподобный	268				
			„	Глина плотная	277				
			„	Мергель	292				
			„	Глина аргиллитоподобная	295				
			„	Мергель мелоподобный	300				
211	Актюбинская обл., Челкарский р-н. Восточный край урочища Тегиз, в 12,5 *км* к ЮЗ от оз. Мелдекуль	95 / 143	Pg_2^3	Песок водоносный	16,2				
			Pg_2^{2-3}	Глина слоистая	89,35				
			Cr_2m	Мергель	92,1				
			Cr_2cp	Глина	107,5				
			$Cr_2t—Cr_2st$	Песок кварцевый, водоносный	143	107 / +27	8 / 11,5	110—118	191

212	Актюбинская обл., Челкарский р-н. В 35 *км* ВЮВ оз. Мелдекуль	90/175	Q_{II}	Суглинок	0,7				
			Pg_2^3	Глина	5,6				
			Pg_2^{2-3}	Глина с прослойками серого песка и песчаника	115,7				
			Cr_2m	Мергель	129,8				
			Cr_2cp	Глина с прослоями серого песчаника	162				
			$Cr_2cm—Cr_2st$	Песок м/з, водоносный	175	162/+0,6	0,009/0,4	162—175	189
213	Актюбинская обл. Кайнар-Булакское поднятие	35/127	Q	Песок т/з	8				
			Pg_2^{2+3}	Глина буровато-желтая, плотная, гипсоносная	20				
			Cr_2m	Глина мергелистая, зеленовато-серая, плотная	35	115/+8	1,8/6,5	115—127	190
			Cr_2st	Глина черная, плотная слоистая	115				
			Cr_2t	Песок темно-серый, кварцевый, т/з, водоносный	127				
214	Кзыл-Ординская обл. В 100 *км* на восток от г. Аральска, на восточной окраине Большого Такыра	55/250	Q	Песок т/з	5	5			
			Pg_2^2	Глина с присыпками т/з песка, с глубины 82 *м* — песчанистая	92				
			Cr_2m	Мергель, мергелистая глина	124				

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель) *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (*или* глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Прилож. 4)
			Cr_2cp	Песчаник с включением гальки, глина с прослойками песка; с глубины 146,5 *м* — переслаивание песка и глины; с глубины 151,2 *м*—песок с галькой; с глубины 155 *м*—песок т/з и м/з с прослойками глины; с 163 *м* — переслаивание глины и т/з песка	174	151 / +13	13,6 / 5,6	151—163	182
			Cr_2t	Переслаивание глины и песка т/з, с глубины 208 *м*—глина с примесью т/з песка	250				
215	Гурьевская обл. В долине Кетык, в 100 *м* к западу от колодца Жаныкудук	8,61 / 100	Q_{IV}	Супесь	2,5				
			N_1^3S	Известняк-ракушечник с прослоем песка и мергеля, с глубины 87,5 *м*—глина	100	25,54 / 25,54	6 / 4	30—35	77
216	Гурьевская обл., Мангистауский р-н. Пос. Кызыл-Узень	Н. с. / 50	Q	Суглинок с включением р/з песка и гальки известняка	10,5				

			N_1^3S	Известняк оолитовый с прослоями известняка-ракушечника и мергеля, в подошве глина (9 *м*)	50	$\frac{12,33}{12,33}$	$\frac{0,49}{0,38}$	14—24	78
217	Гурьевская обл. В 10 *км* к ЮВ от колодца Бурунчук	$\frac{23,9}{159,0}$	mQ_{IV}	Песок	4				
			Cr_2	Мергель, местами песчанистый	79				
			Cr_1al	Глина песчанистая (31 *м*). Песок м/з, глинистый, с прослоем песчаника и с прослойками песчанистой глины	159	$\frac{110}{1,12}$	$\frac{0,16}{\text{Н. с.}}$	110—159	237
218	Гурьевская обл. В 29 *км* к северо-востоку от пос. Красный Долгинец	$\frac{22,8}{502,0}$	mQ_{IV}	Известняк-ракушняк с большим количеством галек, ниже чередование песка м/з и с/з и глины	110				
			Cr_2t	Мергель	125				
			Cr_2cm	Песок м/з, глинистый, глина песчано-алевритистая с прослоями песчаника	147				
			Cr_1al_3	Пески слюдистые, глинистые с прослоями песчаника, глина с частыми прослоями алеврита	252				
			Cr_1al_2	Глина с частыми песчано-алевритовыми слюдистыми прослоями, с прослоем песка м/з, глинистого	502	$\frac{450}{1,4}$	$\frac{2,2}{6,0}$	—	29

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель),	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
219	Гурьевская обл. Южный участок ж.-д. линии Макат—Актау, в 150 *м* от подножия юго-восточного склона горного хребта Восточного Каратау	227,2 / 66	dQ	Щебень с супесью	5				
			J	Переслаивание алевролитов, глин с прослоями углей, песчаников и аргиллитов	49,5	11,2 / 11,2			
			T	Песчаник трещиноватый, сланцы трещиноватые	66	49,5 / 6,47	5,26 / 2,3	50—66	266
220	Гурьевская обл. В урочище Енсели	Н. с. / 384	Pg	Кварц-глауконитовые пески	384	304,9 / 35,2	0,3 / 18,8	304,9—384	133
221	Гурьевская обл. Территория к-за им. Чапаева, урочище Киек-Кудук	Н. с. / 437,5	$Q_{II}+Q_{III}$	Суглинок известковистый	6,2				
			Cr_2sn	Мел, мергель плотные	295,2				
			Cr_2t	Мергель плотный, с глубины 336 *м* песчанистый	338,4				179
			Cr_2cm	Чередование песчаника м/з и глины, с глубины 426,35 *м* — песок м/з, кварц-глауконитовый	437,5	425,35 / 1	3,2 / 1	425—437	

222	Гурьевская обл. П-ов Бузачи, в 5,8 *км* на СВ от пос. Тиген	Н. с. / 1020	Q_{III}	Песок м/з	2				
			Pg_{2+3}	Мергель глинистый	58				
			Cr_2d	Известняк трещиноватый, м/з	184				
			Cr_2sn	Мел трещиноватый	638				
			Cr_2t	Мергель глинистый	678				
			Cr_1cm	Песчаник м/з глинистый, песок м/з, глина	736				
			Cr_1al_3	Песок м/з, песчаник, глина	892	Н. с. / +42	6,4 / 41	830—335 839—844 847—854	239
			Cr_1al_2	Переслаивание песчаника и песка м/з, в подошве глина (10 *м*); песок в интервалах 904—928; 934—948; 956—962, 970—978, 986—1000 *м*	1020	887 / +53,5	6 / 52,5	898—908	
						— / +37,5	6,5 / 36,5	977—983— —1000	
223	Гурьевская обл. В 6,4 *км* на северо-восток от с. Тиген	—10 / 71,5	Q_{III}	Суглинок, песок, супесь	9				
			$Q_I b$	Песок водоносный (3 *м*), суглинок, глина	17	9,6 / 9,6	0,055 / 2		144
			Pg_2	Песок рыхлый, к концу плотный	71,5	17 / 12,4	0,03 / 2,5	34—38	
224	Гурьевская обл. В 38 *км* на СВ от ст. Шетпе	+34,5 / 608	Cr_1al	Пески, песчаники, глины	608	604 / +2,3	2,2 / 22	604—608	251

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местоположение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); устаиовившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель), понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
225	Гурьевская обл. урочище Лыр-Куртума, на территории к-за Жана-Жол	Н. с. / 130	Q_{IV} Cr_2cm	Супесь легкая с галькой Алевролит, пески и песчаники кварц-глауконитовые, глина с прослоем песка м/з, водоносного в интервале 102,8—126,8 *м*	7 130	102,8 / +9,6	1,1 / 0,85	79—100	230
226	Гурьевская обл. Пески Кара-Кумов	10 / 12,3	eo1Q	Суглинок, песок м/з, сухой, с 4,8 *м* — глина с прослоем песка к/з, водоносного в интервале 5,8—11,3 *м*	12,3	4 / 3,8	Н. с. / Н. с.	5,8—11,3	27
227	Гурьевская обл. В 22 *км* СВ к-за им. 1 Мая	29,9 / 100	Q Cr_1al	Песчаник Песок м/з, глинистый, с прослоями глины; алеврит слюдистый; глина с алевритовыми прослоями	15 100	78 / Н. с.	0,14 / Н. с.		21
228	Гурьевская обл. Предустюртье	145 / 63	Q_3 N_1^3s	Суглинок Переслаивание известняка, мергеля, глины, в интервале 42—44 *м* — песок м/з	1,5 63	42 / 23,5	0,24 / 1,9	42—44	79

229	Гурьевская обл. Предустюртье	105 / 95	Q N_1^3s N_1^2tkn	Песок т/з глинистый Известняк, песок т/з, глинистый, глина Известняк, глина мергелистая с прослоем песка т/з	24,2 34,5 95	30,5 / 30,5 73 / 30,4	0,4 / 0,5 0,6 / 1,38		109
230	Гурьевская обл. На восток от бугра Аманкуль, на равнине	90 / 46	Q N_1^3s	Суглинок Известняк трещиноватый (9 *м*), ниже мергель с прослойками известняка	3 46	19,15 / 19,15	0,6 / 3,15	19,15—46	80
231	Гурьевская обл. Пески Сам	76 / 21,9	$CN_1^3—Q_3$ eolQ	Песок кварцевый, м/з, водоносный, с прослойками песчанников, в подошве мергель 0,3 *м*	21,9	1,6 / 1,6	3,75 / 4,63	6—21	50
232	Актюбинская обл. Пески Сам	7,5 / 5,6	N_1^3s	Песок т/з (3,8 *м*), ниже известняк и мергель глинистый	5,6	1,6 / 1,6	0,02 / 2,55	2,0—3,8	81
233	Актюбинская обл. В 53 *км* на СВ от пос. Сам-1, на равнине	92,8 / 68	N_1^3s	Глина, суглинок, ниже известняк с прослоем мергеля, в подошве глина (16 *м*)	68	19,45 / 19,45	1,0 / 3,08	19,45—52	82

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
234	Гурьевская обл. В 22 *км* на юг от пос. Сам-1, на песчаном массиве	— / 66	eolQ	Песок м/з с прослоями песчаника, в середине глинистый, водоносный; прослой суглинка в 5,8 *м*	33,8				
			N_2^3	Чередование глин с мергелями	41,8				
			N_1s	Известняк с прослоем мергеля и глины (5,9 и 4,3 *м*), в подошве глина (1,5 *м*)	66	41,8 / 6	0,34 / 0,55	41,8—66	83
235	Гурьевская обл. В 10 *км* на ЮВ от пос. Узяк	140 / 72	Q	Суглинок	1				
			N_1^3s	Известняк (8,3 *м*), ниже мергель с прослоем известняка (в 1 *м*), с глубины 38,1 *м*—глина	72	20 / 13,6	2 / 2,86	—	84
236	Гурьевская обл., Мангистауский р-н. Устюртский массив, уч-к Каратюлейский	131 / 40	Q	Суглинок	2,5				
			N_1s	Мергель	2,5				
			Pg	Известняк, в подошве глина (5 *м*)	40	12 / 12	0,72 / 3	12—35	85

237	Гурьевская обл. В 5 *км* на СЗ от колодца Мусреп, в котловине у окраины саксаульника	92 / 53	Q N_1^3s	Суглинок Переслаивание мергеля глинистого, известняка мергелистого, встречены два прослоя глины и прослой песка	5 53	5,64 / 5,64 30,1 / 24,7	6,6 / 0,34 1,08 / 4,5	30—53	86
238	Гурьевская обл. Устюртский массив, участок Сарыкеткенский	107 / 45	Q N_1^3s	Суглинок Известняк, в конце слоя с прослоями мергеля	4 45	20 / 20	0,36 / 4	20—45	87
239	Гурьевская обл. Устюртский массив, участок Балыкшинский	131 / 53	Q N_1^3s pg	Суглинок Известняк, в подошве переслаивание известняка и мергеля Мергель трещиноватый	1 48 53	43 / 43	0,8 / —	43—53	88
240	Гурьевская обл. Массив Устюртский, участок Балыкшинский	148 / 30	Q N_1^3s	Суглинок Переслаивание известняка и мергелей	1,5 30	17,7 / 17,7	1 / 1,8	17,7—30	89
241	Гурьевская обл. В 4,3 *км* на ЮВ от метеостанции Дукен на равнине	148 / 61,2	Q N_1^3s	Суглинок Переслаивание известняка и мергеля известковистого, встречен прослой песка м/з	8,5 61,2	8,5 Н. с. / 24,7	1,1 / 4,5	24,7—61,2	90

Продолжение приложе. 1

Номер скважины на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 3)
242	Актюбинская обл. В центральной части Устюрта	120 / 180	Q	Суглинок лёссовидный	2				
			$N_1^3s_2$	Глина (1,8 *м*), известняк-ракушняк, мергель	43,8	29,1 / 29,1	Н. с. / Н. с.	29,1	
			$N_1^3s_1$	Переслаивание известняка и мергеля (7,7 *м*), мергель	70,6				91
			N_1^2cn	Мергель (9,4 *м*), ниже глина с прослоем известняка и гипса	110,2				
			N_1^2sch	Глина	119,6				
			N_1^1ar	Песок к/з (7,1 *м*); глина, иногда песчанистая с прослоем песчаника	180				
243	Актюбинская обл. В центральной части урочища Ата-Кудук	75 / 180	Q	Суглинок	2				
			$N_1^3s_2$	Известняк-ракушняк, местами глинистый	32,7	9,75 / 9,75	0,964 / 4,25	—	92
			$N_1^3s_1$	Переслаивание мергеля и глины	83,2				
				Глина зеленоватая	104,5				
				Глина красная	111				
				Глина зеленоватая	122				
			N_1^1ar	Чередование глины алевритистой и песчанистой и песка т/з глинистого	180				

244	Актюбинская обл Пески Матайкум, юго-западная часть	65/188	Q	Суглинок	1				
			N_1^3s	Известняк-ракушечник и мелоподобный, ниже чередование известняка и мергеля	31	8,5/8,5	0,5/0,42		93
			»	Переслаивание мергеля и известняка	55				
			N_1kn	Глина мергелистая	63,5				
			N_1kr	Глина гипсоносная	71,4				
			N_1sch	Глина плотная, ожелезненная	82,0				
			N_1^1ar	Песок м/з, глинистый (12 *м*), ниже					
245	Актюбинская обл. Северная часть Устюрта	Н. с./153	Q	Суглинок	2,5				
			N_2?	Глина карбонатная	7,0	7/5,8	0,516/6,7		
			N_1^3s	Известняк-ракушняк	35				
			»	Мергель с прослойками глин в верхней части	53,5				
			N_1^2kn	Мергель в основании с прослоями известняка	65,5				94
			N_1^2ak	Мергель глинистый, ниже глина известковистая	92				
			N_1^2sch	Глина слоистая	103,5				
			N_1^1ar	Песок т/з (1,5 *м*), глина слоистая, песчанистая, в подошве песчаник (1 *м*)	153				

Продолжение прилож. 1

Номер скважины на карте	Местоположение скважин	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); устаиовившийся уровень, (знаменатель) *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); пониженне, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
246	Гурьевская обл. В 35 *км* ССВ г. Шевченко	27,15 / 892	Q	Суглинки, супеси, пески	12				
			N_1	Известняки, мергели	55				
			Pg_3	Глины	212,5				
			Pg_2	Мергели, известняки, песчанки	304				
			Pg_{1+2}	Мергели, известняки, пески, песчаники	314				
			Cr_2	Мергели, мел	754				
			Cr_2cm	Пески, песчаники, глины	852,5	480 / 92,45	152—21,5 / 89,17		
			Cr_1al	Переслаивающиеся пески, песчаники, глины	892				
247	Гурьевская обл., пос. Кызыл-Узень	Н. с. / 100	Q	Суглинок (2 *м*), песок м/з и ср/з, глинистый	10				
			N_2^1rp	Песок м/з глинистый с галькой известняков (9 *м*), ниже известняк мощностью в 16 *м*, дальше глина с прослоем песка м/з в интервале 60—70 *м*	100	60 / 15,5	0,52 / 3,0	60—70	75

248	Гурьевская обл. В 27 *км* на восток от г. Шевченко	$\frac{-11,294}{1062}$	Q	Суглинок, супеси, пески	10				
			N_2pn	Известняки	31,5				
			N_1^3m	Глины, мергели	41				
			N_1s	Известняки и мергели	145,85				
			Pg_3	Глины	519,5				
			Pg_2	Мергели, известняки, песчаники	613,55				
			Pg_{1+2}	Мергели, пески, известняки, песчаники	631				
			Cr_2	Писчий мел, известняки, мергели	860,5				
			Cr_2cm	Пески, песчаники и глины	970,5	$\frac{94}{+64}$	$\frac{0,26}{64}$		116
			Cr_1al	Толща переслаивающихся пластов песков, песчаников, глин	1062	$\frac{\text{Н. с.}}{+130}$	$\frac{8,4}{130}$		
249	Гурьевская обл. Мыс Песчаный, в 7,1 *км* от пос. Кзыл-Кум	$\frac{+5,87}{80}$	Q_{IV}	Суглинок	1				
			N_2^1pn	Известняк	28				
			N_3^1m	Известняк	65	$\frac{33,3}{33,3}$	$\frac{2,2}{2,2}$	33,3—80	76
			$N_1^3s_3$	Известняк-ракушечник	80				
250	Гурьевская обл. В 27,5 *км* от пос Ералиево	$\frac{33}{132}$	Q_{IV}	Супесь с включением щебня известняков	1,5				
			N_2^1pn	Известняк оолитовый с прослоями мергеля	27,9				
			N_1^3m	Известняк-ракушечник, мергель плотный	42,4				
			N_1^3s	Известняк с прослоем мергеля в 20 *м* в подошве глина (4,5 *м*)	132	$\frac{49}{49}$	$\frac{1,1}{8}$	43—127	95

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м* (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
251	Гурьевская обл. В 20 *км* от пос. Уштаган	276 / 198	Q_{IV}	Суглинок	1				
			Pg_2^2	Известняк	11,7				
			$Pg_1+Pg_2^1$	Песчаник	16,55				
			Cr_2d	Чередование мергеля и известняка	53,3				
			Cr_2sn	Мел мергелистый с прослоями мергелей	198	53,3 / 30,5	0,06 / 19,5	—	194
252	Гурьевская обл. В 58,5 *км* от пос. Уштаган	132 / 100	Cr_1al_2	Песок т/з (10 *м*), ниже глина с прослойками т/з песка и песчаника	100	7,7 / 7,7	0,8 / 3,1		242
253	Гурьевская обл. В 17,5 *км* от пос. Актюбе	1,51 / 52,15	eolQ	Песок т/з (27,75 *м*), ниже переслаивание песчаника, песка, суглинка, глины	31,6	14,8 / 14,8	3,4 / 5,5	14,8—30,45	29
			Pg_3	Глина плотная, вязкая с включением мелкой гальки и гравия, книзу песчанистая	49,8				
			Pg_2^3	Мергель	52,15				
254	Гурьевская обл. В южной части урочища Узень, в овраге Аксай	170—22 / 450	alQ	Песок известковистый	8				
			Pg_2	Мергель с прослоями глины мергелистой	79,5				

			Cr_2d	Известняк крепкий	111				
			Cr_2sn	Мел с прослойками глины	256				
			Cr_2t	Песчаник	269				252
			Cr_2cm	Глина песчанистая	397				
			Cr_1al	Глина с песком	450	408 / +0,14	16,66 / Н. с.	—	
255	Гурьевская обл. Заложена в урочище Айроба Сарытакыр, в 26 *км* на ЮЗ от пос. Жетыбай	Н. с. / 118	Q	Суглинок	1,5				
			N_1^3s	Известняк, к концу трещиноватый, в подошве глина (21 *м*)	118	82,5 / 82,5	0,44 / 0,38	82,5—97,2	96
256	Гурьевская обл. В 6,6 *км* от г. Кольбай	99,41 / 165	N_2^3—Q_{III}	Супесь с включением гальки и щебня	5				
			Cr_1al_{2+3}	Глина слабо песчанистая с прослойками м/з песка и песчаника; мощные прослои песка	165	73,5 / 59,5	0,6 / 1,8	73,5—110	253
257	Гурьевская обл. В 33 *км* на ЮВ от пос. Узень	Н. с. / 37	eolQ	Песок м/з н с/з с глубины 199 *м* — водоносный, в подошве песчаник (0,5 *м*)	37	19,9 / 19,9	0,69 / 3,6	19,9—36,5	30
258	Гурьевская обл. В 28,5 *км* на ЮВ 173° от пос. Сенек	192 / 60	Q_{IV}	Суглинок	1	32,5 / 32,5	1,1 / 9,3	—	98
			N_1^3s	Переслаивание известняков с мергелями, прослои глин	60				

Продолжение прилож. 1

Номер скважин на карте	Местонахождение скважины	Отметка устья скв., *м* / Глубина скв., *м*	Индекс геологического возраста	Краткое литологическое описание пород	Глубина залегания подошвы слоя, *м*	Глубина залегания водоносного горизонта, (числитель); установившийся уровень, (знаменатель), *м*	Дебит, *л/сек*, (числитель); понижение, *м*, (знаменатель)	Интервал (или глубина опробования), *м*	Номер по таблице химических анализов (Приложение 4)
259	Гурьевская обл. В 6 *км* от колодца Джанорфа	107,93 / 135	Q	Песок м/з с примесью к/з	3				
			$N_1^3s_2$	Известняки	24				
			$N_1^3s_1$	Глина с прослоями известняка-ракушняка	78				
			N_1^2kr	Известняки	107,3	88,75 / 88,75	0,1 / 2,05	—	113
			N_1^2c	Переслаивание гипсов и известняков	126,5				
			Pg_2^3	Глина песчанистая	135				
260	Гурьевская обл. В 23 *км* ВСВ род. Тебель	129,74 / 150	Q	Супесь	1,8				
			N_1^3s	Известняки с обломками фауны, в подошве глина (2,8 *м*)	63				
			N_1^2kr	Известняки, с глубины 89,2 *м* гипс кристаллический, с глубины 94,8 *м* — переслаивание гипсов с прослоями глины и известняка	150	64 / 64	0,15 / 0,1		114
261	Гурьевская обл. В 23 *км* к северу от колодца Атанияз	163,84 / 150	Q	Суглинок	0,4				116
			$N_1^3s_2$	Известняк белый с прослоями оолитового известняка и глины	29				
			$N_1^3s_1$	Известняк оолитовый, с глубины 46,0 *м* с прослоями глин	60				

			N_1^2kr	Переслаивание известняков, мергелей, гипсов и глин	150	58,7 / 58,7	0,02 / 1,35	—	115
262	Гурьевская обл. Южный Мангышлак, в 10 *км* ЮВ колодца Моллахалы	52,22 / 143	Q	Суглинок	0,5				
			$N_1^3s_3$	Переслаивание известняков светло-желтый с известняками-ракушняками	22				
			$N_1^3s_2$	Известняк светло-серый с прослоями ракушняка и мергеля, ниже глина	72,4				
			N_1^3s	Мергель с прослоями глинистого известняка и глины	100	72,4 / 51,74	0,1 / 4,26	72,5—100	97
			N_1^2kr	Переслаивание мергелей, известняков, глины и гипсов	108				
			$N_1^2c^v$	Глина известковистая	143				
263	Гурьевская обл. В 50 *км* от колодца Денше	204,5 / 150	Q	Суглинок	5				
			N_1^3s	Известняк	52	21,25 / 21,25	0,5 / 2,8	—	112
			N_1^2t	Мергель (3 *м*), известняк оолитовый и гипс	130				
			Pg	Глина	150				
264	Гурьевская обл. В 50 *км* к западу от колодца Денше	54,2 / 301	Q_{II-III}	Песок т/з с галькой	8				
			$Cr_1al—Cr_2cm$	Переслаивание в начале слоя мергелей и известняков (6 *м*), ниже глин и песчаников	301	Н. с. / 25	0,27 / 6,2	91,7—100,8	217

КАТАЛОГ РОДНИКОВ, ВЫНЕСЕННЫХ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Номер источников по карте	Местоположение	Абсолютная отметка выхода родника, *м*	Дата наблюдения	Геологический возраст пород, индекс	Литологический состав пород. Тип родника	Дебит, *л/сек*	Температура воды, °С	Номер химического анализа по каталогу
1	Актюбинская обл. В 7 *км* к СЗ от Калымбай на правом склоне рч. Сарыбай	Н. с.	Н. с.	S_1	Вода выходит из трещин порфиров. Родник нисходящий	1,0	Н. с.	278
2	Актюбинская обл. В верховье долины р. Актюбе, против развалин бывшего магнезитового завода	Н. с.	8/VIII 1933 г.	ζPz_2	Наносы. Родник нисходящий	1,0	14	298
3	Актюбинская обл. Родник на склоне к р. Кайракты, в 1,5 *км* от пос. Кайрактысай	Н. с.	14/X 1943 г.	Pg_2	Песчаник серый, трещиноватый, родник нисходящий	3,0	7	142
4	Актюбинская обл. Пос. Уимшил, Ярославского совхоза, на СВ	325	Н. с.	γPz_3	Обломки гранита. Родник нисходящий	0,6	8	299
5	Пос. Мих-Кудук, «Грязный колодец», Бугетсайский совхоз	Н. с.	Н. с.	γPz_3	Граниты. Родник восходящий	0,2	7	300
6	Актюбинская обл. В 14 *км* к ЗСЗ от пос. Кумкудук, на восточном склоне г. Карашатау	Н. с.	Н. с.	Pt	Родник выходит непосредственно из трещин кварцитов серого и темно-серого цвета, нисходящий	0,11	12	288
7	Актюбинская обл., в овраге	Н. с.	Н. с.	Pg_3^{2-3}	Суглинок палевого цвета Песок палево-желтый, м/з Песок с/з, палево-желтый. Родник нисходящий	0,1	8	119

8	Актюбинская обл. Родник около Акбулак-Мола, в 15 *км* от р. Кинл	148	22/VI 1957 г.	Cr_2m	Мел трещиноватый белый, писчий. Родник восходящий	4	7	171
9	Актюбинская обл. В 1,2 *км* от истока р. Батпакты, вниз по течению реки	190	20/VI 1957 г.	Cr_2m	Мергель светло-серый. Родник нисходящий	7	8	172
10	Актюбинская обл. Родник в ауле Абды-Булак	200	12/VII 1957 г.	Cr_1al	Песчаник м/з, сильно ожелезненный, темно-серый. Родник восходящий	4	9	173
11	Актюбинская обл. В 6 *км* севернее центральной усадьбы к-за им. Шевченко	250	3/IX 1957 г.	Cr_2cp	Родник у разлома выхода песчаника светло-серого, м/з. Родник восходящий	0,5	10	177
12	Актюбинская область. В 5 *км* к ЮВ от центральной усадьбы к-за им. Кирова	285	9/IX 1957 г.	Cr_1al	Суглинок светло-серый. Родник нисходящий	0,28	10	240
13	Актюбинская обл. В 0,5 *км* к ЮВ от высотной отметки 369,8 *м* в бассейне р. Илека	Н. с	Н. с.	Cr_1al	Песок светло-серый, р/з, кварцевый. Родник нисходящий	10	10	242
14	Актюбинская обл. В 3 *км* к СЗ от фермы с-за Пролетарий, на правом склоне оврага	Н. с.	Н. с.	Cr_1al	Песок с/з, светло-серый, вода выходит из воронкообразного углубления. Родник восходящий	2,1	7	243
15	Актюбинская обл. В 1,5 *км* на СЗ от пос. Алгабай, на правом склоне долины р. Байбахты	Н. с.	Н. с.	Cr_1 al (?)	Крупнозернистые, р/з, белые пески кварцевого состава. Родник восходящий	2,5	5	244
16	Актюбинская обл. Левый берег р. Уила, возле развалин	Н. с.	Н. с.	Cr_1 al	Глина сланцевая. Родник нисходящий	0,3	15	

Продолжение прилож 2

Номер источников по карте	Местоположение	Абсолютная отметка выхода родника, *м*	Дата наблюдения	Геологический возраст пород, индекс	Литологический состав пород, Тип родника	Дебит, *л/сек*	Температура воды, °С	Номер химического анализа по каталогу
17	Актюбинская обл. В русле рч. Уймола, у пос. Жана-Жол	Н. с.	Н. с.	Pt_3	Берега ручья обнажают: 1. Почвенно-растительный слой. 2. Суглинок серый. Родник нисходящий	0,5	8	287
18	Актюбинская обл. В овраге Карагансай, Муголжары	Н. с.	Н. с.	?	Родник просачивается через суглинистый илистый материал. Нисходящий	1	3	301
19	Актюбинская обл. Родник Кумыс-Блак, в верховьях р. Ори	Н. с.	Н. с.	S_1	Гранито-гнейсы трещиноватые. Родник нисходящий	5	Н. с.	279
20	Актюбинская обл. Родник в 7,2 *км* СВ горы Актасты	Н. с.	Н. с.	S_1	Щебенка и галька диабазов, гранитов, порфиритов. Родник нисходящий	0,3	8	280
21	Актюбинская обл. В 2 *км* восточнее летовки Сар	Н. с.	Н. с.	S_1	Геологический разрез не виден. Родник нисходящий	0,45	8,2	281
22	Актюбинская обл. В 1 *км* южнее зимовки Ессентыколь, на дне балки	Н. с.	Н. с.	S_1	Диабазовые порфириты, сильно выветрелые, трещиноватые. Родник нисходящий	1,2	11	282
23	Актюбинская обл. Родник в 6,6 *км* ССЗ зимов-	Н. с.	Н. с.	?	У родника обнажаются сильно окремненные тре-	0,3	8	277

	кн Кокжарлы, в верховье ручья				щнноватые породы. Породы массивные, плотные, скрытокристаллические. Родник нисходящий			
24	Актюбинская обл В 11 *км* к ЮЮВ от зимовки Кокжарлы, в верховье балки	Н. с.	Н. с.	S_1	Спнлнтовая толща. Родник нисходящий	0,4	7,6	283
25	Актюбинская обл В 7 *км* ССВ пос. Актогай, в урочище Шили-Ащесай	Н. с.	Н. с.	S_1	В бортах обнажаются: 1. Кварцевые диориты. 2. Диабазы с жилками молочно-белого кварца. Родник нисходящий	0,5	14	284
26	Актюбинская обл. В 500 *м* от русла рч. Орта-Карасай, в левом борту выположенного сая	Н. с.	Н. с	S_1	Гранитоиды трещиноватые. Родник нисходящий	0,2	9	
27	Актюбинская обл. Родник в 2 *км* ЮЗ разъезда Иманкулово, в карьере	Н. с.	Н. с.	Pg	Рядом с родником выходят: кварциты м/з, выветрелые, плотные. Родник восходящий	0,2	8	151
28	Гурьевская обл. Родник Сар-Булак, в 7 *км* к ЮЗ от горы Кула-Ат	—	19/VIII 1950 г.	I_2	Песчаники м/з, глинистые. Родник нисходящий	—	17	263
29	Гурьевская обл В 2,5 *км* к СВ от аула Тущибек	—	16/VIII 1950 г.	T	Известняки и песчаники темно-серые. Родник нисходящий	6	14	267

Продолжение прилож. 2

Номер источников по карте	Местоположение	Абсолютная отметка выхода родника, *м*	Дата наблюдения	Геологический возраст пород, индекс	Литологический состав пород. Тип родника	Дебит, *л/сек*	Температура воды, °С	Номер химического анализа по каталогу
30	Гурьевская обл. Родник Олеже, в 4 *км* ЮВ Тайгала (южный склон Каратау)	240	25/VIII 1950 г.	T	Песчаники м/з. Родник нисходящий	1,5	18	268
31	Гурьевская обл. Родник Тамды расположен у подножия СВ склона В. Каратау	240	23/VII 1950 г.	P + T	Песчаники темно-вишневого цвета. Родник нисходящий	0,8	15	269
32	Гурьевская обл. В 12,5 *км* на северо-запад от пос. Фетисово	250	Н. с.	N_1^3S	Известняк-ракушечник. Родник нисходящий	0,07	Н. с.	105
33	Гурьевская обл. В 70,5 *км* от пос. Фетисово	80	Н. с.	N_1^3S	Известняки-ракушечники. Родник нисходящий	0,4	Н. с.	106
34	Гурьевская обл. В 28 *км* на ЮЮВ от пос. Фетисово	200	Н. с.	N_1^3S	Известняки-мергели. Родник нисходящий	0,4	Н. с.	104

КАТАЛОГ КОЛОДЦЕВ, ВЫНЕСЕННЫХ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Номер колодцев на карте	Местонахождение колодцев	Геологический возраст, индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина появления воды, *м* / Глубина установившегося уровня воды, *м*	Дебит, *л/сек*	Номер химического анализа по таблице химических анализов
1	Гурьевская область, колодец Аксай в песчаном массиве Кызылкум	eolQ	Желтый песок	Н. с. / 3,3	0,14	21
2	Гурьевская область, колодец Уа восточнее песчаного массива Кызылкум. Глубина 3,35 *м*	$Q_{II}hz - Q_{III}hv$	Пески	2,85 / 2,85	0,5	5
3	Гурьевская область, колодец Красный Долгиец западнее песчаного массива Увахкум. Глубина 8,4 *м*	$Q_{II}hz - Q_{III}hv$	Песок м/з	Н. с. / 6,7	0,8	6
4	Гурьевская область, колодец в 24 *км* СВ песчаного массива Увахкум. Глубина 4,15 *м*	$Q_{II}hz + Q_{III}hv$	Песчаник с рыхлой ракушей	Н. с. / 3,95	0,2	7
5	Гурьевская область, колодец Джанизшагыл в песчаном массиве Кызылкум. Глубина 3,0 *м*	eolQ	Песок желтый, с/з	Н. с. / 2,4	0,15	22

Продолжение прилож. 3

Номер колодцев на карте	Местонахождение колодцев	Геологический возраст, индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина появления воды, *м* / Глубина установившегося уровня воды, *м*	Дебит, *л/сек*	Номер химического анализа по таблице химических анализов
6	Гурьевская область, колодец Кызык, южнее песчаного массива Увахкум. Глубина 11,5 *м*	$Q_{II}hz + Q_{III}hv$	Пески	10,7 / 10,7	0,36	8
7	Гурьевская область, колодец Ермек в 37 *км* ЮВ песчаного массива Увахкум. Глубина 4,5 *м*	N_1^2tkn	Мергель	3,0 / 3,0	0,11	110
8	Гурьевская область, колодец Малибек, в 63 *км* на юг от песчаного массива Увахкум. Глубина 3,6 *м*	N_1^2tkn	Мергель	2,8 / 2,8	0,19	111
9	Гурьевская область, колодец Токубай, в 72 *км* на ЮВ от песчаного массива Увахкум на западе плато Устюрт. Глубина 27,5 *м*	N_1^2tkn	Мергель	25,0 / 25,0	0,02	108
10	Гурьевская область у северной границы песчаного массива Карынжарык, колодец Карпаказген	N_2^3S	Известняк, мергель	6,7 / 6,7	0,1	99

11	Гурьевская область, колодец Дюсенбай, в 52 *км* восточнее песчаного массива Карыжарык, на плато Устюрт	N_1^3S	Известняк	$\frac{37,6}{37,6}$	0,14	100
12	Гурьевская область, колодец Тогайбайлы, в 90 *км* на ВСВ от песчаного массива Карыжарык, на плато Устюрт	N_1^3S	Известняк	$\frac{18,9}{18,9}$	0,04	101
13	Гурьевская область, колодец Каламеи в 82 *км* на В от песчаного массива Карынжарык, на плато Устюрт	N_1^3S	Известняки	$\frac{54,5}{54,5}$	0,06	102
14	Гурьевская область, колодец Тесиктам, в 35 *км* на В от песчаного массива Карыжарык, на плато Устюрт	N_1^3S	Известняк	$\frac{32,5}{32,5}$	0,09	103
15	Гурьевская область, колодец Елышбек, в 24 *км* на В от песчаного массива Карынжарык	$N_1^2tkп$	Гипс, известняк, мергель	$\frac{4,0}{4,0}$	0,08	109
16	Гурьевская область, колодец Калбалай, в 67 *км* на ЮВ от песчаного массива Карыжарык, на плато Устюрт	N_1^3S	Известняк	$\frac{46,65}{46,5}$	0,02	84

ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПО ОСНОВНЫМ ВОДОПУНКТАМ, НАНЕСЕННЫМ НА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв* в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
Водоносный горизонт озерно-аллювиальных отложений									
1	2,5—6 / —	52,8	424,75 / 4,1	33 726 950 98	628 12,98 1	250 4,1 1	12 458 541,66 56	1 759 87,75 9	4 098 337 35
2	3,9—6,2 / X-63	37,8	234,5 / 9,0	16 901 476,61 80	5 179 107,83 19	549 9 1	8 254 358,04 60	1 265 63,11 11	2 084 171,39 29
Водоносный горизонт современных морских четвертичных отложений									
3	2,3—5,6 / IX-60	5,35	32,54 / 5,54	1 915 53,45 63	1 300 27,0 31	338 5,54 6	1 915 53,45 63	1 300 27,0 31	338 5,54 6
4	1,3—4 / VIII-60	71,9	486,5 / 7,49	31 480 887 71	16 456 342,78 28	457 7,49 1	17 253 750,12 61	1 020 51 4	5 515 435,5 35
5	Н. с.	1,4	20,62 / 3,6	378 10,56 42	524 10,91 44	219 3,6 14	104 4,45 18	172 8,59 34	146 12,03 48
6	Н. с.	2,14	20,96 / 6,60	745 20,87 50	704 14,65 39	402,6 6,60 11	495 21,14 50	193 9,69 23	137 11,27 27

7	Н. с.	2,4	30,31 / 7,0	188 52,68 68	888 18,48 23	427 7,0 9	1 103 47,85 61	271 13,58 19	203 16,73 20
8	Н. с. / Н. с.	4,5	53,22 / 2,7	560 15,65 22	2 465 51,24 74	165 2,7 4	375 16,37 23	63 31,47 45	265 21,75 32
	Водоносный горизонт аллювиальных отложений								
9	8—19,5 / —	0,976	9,02 / 6,0	111 3,12 21	295 6,14 40	366 6,0 39	143 6,24 41	107 5,37 35	44 3,65 24
10	3—7,7 / VIII-60	98,6	543,25 / 5,15	49 825 1 405,0 83	1 398 291,35 17	314 5,15 —	27 264 1 157,5 68	1 042 52 3	5 975 491,25 29
11	15,9—19,3 / V-61	0,584	2,78 / 3,3	170 4,79 51	57 1,19 13	202 3,3 35	151 6,56 70	31 1,55 17	15 1,23 13
12	5,5—22,2 / VII-57	0,56	7,51 / 3,8	9 2,62 30	150 3,12 32	231 3,8 38	2 24	88 4,39 41	38 3,12 32
13	13—18 / IX-56	0,4	11,65 / 6,4	625 17,62 48	597 12,42 39	390 6,4 13,0	570 24,79 68	121 6,02 13	69 5,63 19
14	15—27 / XI-62	2,9	17,94 / 4,0	1 418 39,99 79	331 6,89 14	244 4,0 7,0	756 32,87 65	140 7,0 14	133 10,94 22
15	6,4—10,9 / VII-61	1,21	11,57 / 5,25	136 3,84 21	460 9,58 51	320 5,25 28	163 7,09 38	171 8,53 46	37 3,04 16

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв* в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
16	3,4—9,1 / —	1,9	9,01 / 3,77	598 16,86 54	509 10,61 34	230 3,77 12	510 22,18 71	80 3,99 13	61 5,02 16
17	7,2—12,2 / III-66	1,6	11,27 / 4,26	444 12,51 55	327 6,8 27	260 4,26 18	280 12,30 52	135 6,74 28	55 4,53 20
18	16,5—40 / —	1,93	5,29 / 3,7	481 13,56 44	647 13,47 44	226 3,7 12	585 55,42 83	60 2,99 10	28 2,3 7
19	15—20 / VIII-63	1,0	11,38 / 4,42	408 11,51 66	68 1,42 8	274 4,42 26	145 6,3 36	111 5,54 31	71 5,84 33
20	10—14 / —	0,42	4,56 / 3,8	21 0,59 8	129 2,69 38	232 3,8 54	58 2,52 36	42 2,09 29	30 2,74 35
Водоносный горизонт эоловых отложений									
21	Н. с. / Н. с.	1,8	22,83 / 1,6	92 2,59 10	1 092 22,74 84	98 1,6 6	90 3,91 15	364 18,15 68	57 4,68 17
22	Н. с. / Н. с.	3,4	23,53 / 2,4	1 414 39,8 70	700 14,55 26	146 2,4 4	760 33,22 58	210 10,48 19	159 13,05 23

23	2,45—9 —	1,89	9,36 9,2	833 23,5 69	58 1,22 4	561 9,2 27	52 24,26 73	50 2,49 7	84 6,87 20
24	6,5—8,4 IX-59	3,2	2,93 8,8	35 1,0 8	146 3,03 23	535 8,77 60	216 10,91 78	20 1,01 8	23 1,92 14
25	6,9—12 IX-59	1,9	1,51 1,7	93 1,92 16	391 6,41 54	51 1,7 14	240 10,42 87	8 0,4 4	14 1,11 9
26	3—12 XII-50	8,42	40,04 4,59	4 590 129,5 87	688 14,33 10	280 4,59 3	2 493 108,38 73	46 2,3 2	453 37,74 25
27	6—11,3 —	51,6	180 3,4	23 758 670 78	8 799 183,11 22	207 3,4 —	15 559 676,51 78	1 480 74 10	1289 106 12
28	3—4 X-51	0,56	9,95 3	42 1,18 12	290 6,04 59	183 3,0 29	6 0,27 2	69 3,44 34	34 6,51 64
29	14,8—30,4 —	0,5	4,81 3,4	85 2,39 29	104 2,17 27	207 3,4 44	76 3,32 41	46 2,3 28	31 2,51 31
30	19,9—36,5 II-65	0,736	1,20 4,2	128 3,61 31	190 3,96 33	256 4,2 35	245 10,67 90	15 0,8 6	5 0,4 4

Водоносный горизонт хвалыно-лазарских отложений

31	3—4 —	47,6	333,08 3,5	28 032 789,64 93	2 620 54,6 7	214 3,5 —	11 836 514,6 61	2 517 125,6 15	2 522 207,48 24

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
32	5—19,2 / —	0,8	6,61 / 6,4	181 5,1 39	122 2,56 12	330 6,4 49	171 8,44 57	53 2,3 12	40 3,31 31
33	15—20 / VI-59	0,5	1,62 / 3,2	30 0,84 16	59 1,24 23	195 3,2 61	80 4,0 76	20 1,62 24	— — —
34	2,7—8,0 / VIII-64	3,4	23,6 / 6,7	1 661 46,84 78	299 6,22 11	408 6,68 11	821 35,70 60	117 5,84 10	216 17,76 30
35	12,7—14,5 / X-61	0,526	4,45 / 2,99	72 2,03 23	44 0,92 9	390 6,39 68	113 4,89 53	12 0,60 6	29 3,85 41
36	4—10 / IX-59	1,3	18,01 / 1,74	137 3,94 19	700 14,6 72	106 1,74 9	52 2,27 14	324 16,8 80	15 1,21 6
37	56—61 / IX-60	64,9	324 / 4,76	8 228 171,39 15	33 425 942,5 85	290 4,76 —	18 335 799,85 71	925 46 4	3 380 278 25
38	3,1—7,1 / —	2,75	23,3 / 9,8	1 040 29,3 62	400 8,3 18	600 9,8 20	554 24,1 51	441 22 46	16 1,3 3
39	18,7—38,4 / V-56	0,8	7,32 / 6,92	77 2,17 22	53,1 1,11 9	422 6,92 69	66 2 88 29	71 3,56 33	46 3,76 38

40	12,5—19,5 VI-60	0,4	6,1 5,9	22 0,62 9	53 1,1 14	360 5,9 77	35 1,52 20	83 4,19 55	23 1,91 25
41	14,5—16,8 VI-60	1,9	11,55 10,2	1 332 37,51 69	281 5,86 11	662 10,2 20	981 41,71 79	97 4,82 9	82 6,73 12
42	13—27 —	1,8	2,97 —	405 11,42 38	436 9,07 30	586 9,6 32	624 26,13 90	31 1,57 5	17 1,40 5
43	17,4—19 XI-61	0,2	4,71 4,7	7 0,20 4	14 0,29 5	287 4,7 90	12 0,52 10	34 1,75 34	36 2,96 56
44	10,1—12,4 VII-53	30,0	205,06 7,61	14 487 408,5 81	4 384 91,31 18	464 7,61 1	6 954 302,39 60	1 232 61,47 12	1 746 143,59 28
45	11,6—24,5 X-62	29,07	151,98 3,6	15 034 423,96 84	3 536 73,62 15	220 3,6 1	8 031 349,19 70	1 022 50,99 9	1 228 100,99 21
46	23,5 1957	0,272	1,08 —	75 2,11 60	68 1,42 40	— — —	570 2,48 70	12 0,60 17	6 0,48 13
	Водоносный горизонт бакинских отложений								
47	43—45	40	176 31	20 210 570,10 84	535 111,4 16	189 31 —	11 692 538,50 75	1 042 52 7	151 124 18
	Водоносный комплекс объединенных верхне-нижнечетвертичных и плиоценовых отложений								
48	30—41,2 VI-57	2,3	11,11 6,0	772 21,77 56	506 10,54 27	366 6,0 17	625 27,19 70	119 5,93 15	63 5,18 15

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
49	24 / —	0,6	3,81 / —	42 1,18 14	167 3,47 38	268 4,4 48	121 5,24 57	40 2,0 23	22 1,81 20
50	6—21 / 6/II-59	0,4	4,86 / 2,4	84 2,37 38	72 1,5 24	146 2,4 38	31 1,33 21	53 2,64 42	27 2,22 37
51	43—45 / —	1,0	5,0 / —	237 6,68 39	168 3,5 21	415 6,8 40	275 11,97 70	46 2,3 10	33 2,7 20
52	33,5—41,5 / XI-62	12,1	56,66 / 4,29	5 541 156,2 76	2 110 43,93 21	262 4,29 3	3 398 147,76 73	585 29,19 14	334 27,47 13
53	29—34,4 / —	1,3	17,83 / 6,8	494 13,93 57	190 3,96 16	415 6,8 27	1 578 6,86 28	175 8,72 35	111 9,11 37
54	45,4—55,2 / —	1,9	13,12 / 5,2	689 19,42 59	382 7,95 24	317 5,2 17	446 19,38 59	1 559 7,75 23	65 5,37 18
55	62,1—69,7 / —	0,8	8,2 / 4,6	28 0,8 1	186 3,86 45	281 4,6 54	24 1,04 4	79 8,96 46	52 4,24 50
56	15—25 / —	1,4	6,39 / 6,24	239 6,72 33	332 6,9 36	381 6,24 31	310 13,48 67	80 3,99 20	29 2,4 13

57	35,6—46,0 VI-56	0,96	5,47 —	140 3,95 28	196 4,07 29	378 6,21 43	202 8,76 62	75 3,75 26	21 1,72 12
58	21—35 —	0,9	1,61 —	143 4,03 32	106 2,2 19	376 6,16 49	248 10,79 87	17 0,84 7	9 0,77 6
59	33,3—34,9 VI-56	3,7	29,7 4,60	1 385 39,04 62	903 18,8 30	281 4,60 8	752 32,71 52	328 16,35 26	162 13,35 22
60	17—47	15	103,06 3,39	9 074 255,88 97	234 4,86 2	207 3,39 1	3 702 161,07 61	615 30,7 12	880 72,36 27
61	27—56 —	5,9	47,63 4,2	256 72,36 71	1 189 24,8 24	256 4,2 5	1 235 53,7 53	430 21,48 21	318 26,15 26
62	42—65 —	0,4	5,19 5	30 0,84 11	71 1,47 19	305 5,0 65	58 2,52 33	39 1,96 25	39 3,23 42
63	58,9—67,5 XI-60	33	166,33 3,38	20 551 579,54 99	27 0,50 —	206 3,38 1	9 500 413,04 73	899 44,86 7	1 477 121,47 20
64	78—109 —	1,4	15,4 4,92	561,2 15,82 68,0	125 2,6 11	300 4,92 21	182 7,93 34	208 10,36 45	61 5,04 21
65	24—33 —	0,4	5,5 —	14 0,4 5	54 1,13 15	366 6 80	47 2,02 27	81 4,02 53	18 1,48 20
66	22—27,1 VI-58	4,5	22,95 7,06	1 501 42,3 56	1 232 25,6 34	431 7,06 10	1 198 52,10 69	248 12,39 17	128 10,56 14

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, г/*л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
67	17,85—31,5 / VII-60	39,4	244,37 / 8,04	20 057 563,6 84	4 881 101,8 15	491 8,04 1	9 872 429,24 64	1 410 70,36 10	2 117 174,01 26
68	134,0—142,7 / XI-60	30,7	137,32 / 7,1	18 498 521,08 96	738 15,36 3	470 7,1 1	9 296 404,47 75	599 28,91 5	1 318 108,41 20
69	10—31 / —	0,9	7,55 / 5,62	266 7,5 52	56 1,16 9	343 5,62 39	155 6,73 47,0	84 4,18 29	41 3,37 24
70	19,5—93 / VII-58	1,9	8,81 / 5,4	669 18,83 57	396 8,25 25	329 5,4 18	562 23,62 72	63 3,12 11	69 5,69 17
71	110—124 / —	14,5	56,91 / 1,84	8 590 242,3 95	404 8,42 3	112 1,84 2	4 500 195,7 77	619 30,9 12	316 26,01 11
72	15—20 / —	6,7	29,24 / 12	1 040 29,4 30	3 078 64,07 60	732 12 10	1 744 75,86 70	282 12,24 10	207 17,0 20
73	7—33 / —	0,63	5,99 / 4,97	147 4,16 45	21 0,44 5	304 4,97 52	82 3,58 38	17 0,58 6	66 5,4 56
74	5—29 / —	0,5	4,95 / 4,31	63 1,78 27	3 0,66 9	263 4,31 64	41 1,8 27	63 3,13 46	22 1,82 27

75	60—70 IV-65	2,6	25,6 1,44	730 20,59 50	928 19,32 48	88 1,44 2	362 15,75 38	325 16,22 39	114 9,38 23
Воды спорадического распространения плиоцен-миоценовых отложений									
76	33,3—80 VIII-66	0,62	4,59 3,8	158 4,45 43	101 2,1 20	238 3,80 37	132 5,72 56	36 1,79 17	34 2,8 27
Водоносный горизонт сарматских отложений									
77	30,0 X-60	1,084	15,9 2,6	344 9,69 52	304 6,34 34	153 2,60 14	63 2,73 15	218 10,88 58	61 5,0 27
78	14—24 IX-61	6,4	40,5 3,6	2 127 60 57	1 988 41,4 39	219 3,6 4	1 484 64,5 61	330 16,5 16	291 24 23
79	42—44 VII-61	3,5	39,6 5,0	390 11 21	1 687 35,14 69	305 5 10	262 11,54 23	360 18 35	262 21,6 42
80	19—46 X-59	8,9	42,07 2,6	3 329 98,84 64	2 478 51,59 35	159 2,60 1	2 528 110,96 72	233 11,63 7	367 30,44 21
81	2—4 V-60	2,6	23,5 —2,2	177 5 13	1 489 31,03 81	134 2,2 6	325 14,13 37	250 12,5 33	141 11 30
82	19—52 X-59	7,2	24,6 3,9	3 340 94,2 81	877 18,27 16	237 3,9 3	2 110 91,8 79	168 8,4 7	197 16,2 14

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
83	41,8—66 / VI-60	13,8	69,09 / 2,6	3 901 110,87 64	2 805 68,4 34	159 2,60 2	2 550 112,78 60	565 28,19 16	497 40,90 24
84	12—35 / IV-65	5,4	66,0 / 2,2	1 264 35,6 41	2 357 49,1 57	134 2,2 2	481 20,9 24	533 26,6 31	479 39,4 45
85	30—53 / VII-67	5,60	44,11 / 1,9	1 603 45,21 49	2 172 45,23 49	116 1,9 2	1 109 48,23 52	401 20,01 22	293 24,1 26
86	20—45 / 1964	1,0	9,31 / 3,39	214 6,03 38	298 6,2 40	207 3,39 22	146 6,35 41	73 3,64 23	69 5,67 36
87	20—45 / 1964	3,04	29,5 / 2,4	325 9,2 20	1 662 34,6 75	144 2,4 5	385 16,7 36	435 21,7 47	95 7,8 17
88	43—53 / X-64	0,75	8,25 / 2,2	33 0,93 8	378 7,87 72	134 2,20 20	61 2,65 24	106 5,29 48	36 2,96 28
89	17,7—30 / —	2,0	35,04 / 1,8	763 21,62 59	631 13,14 36	110 1,8 5	33 1,42 4	277 13,82 38	258 21,22 58
90	24,7—61,2 / VIII-58	6,4	35,86 / 2,6	1 893 53,38 53	2 184 45,47 45	159 2,6 2	1 504 65,41 65	371 18,51 18	211 17,35 17

91	29,1 IX-58	4,25	31,74 2,8	929 26,2 41	1 738 36,18 56	110 2,80 3	746 32,44 51	310 15,46 24	190 16,28 25
92	— II-56	2,1	17,58 3,1	330 9,31 30	881 18,34 60	189 3,10 10	299 13 42	153 7,63 25	121 9,95 32
93	— II-56	7,9	66,56 2,36	1 482 41,79 36	3 387 70,52 62	146 2,36 2	1 101 47,9 42	561 27,99 24	469 38,57 34
94	— —	7,9	37,13 3,2	3 190 87,4 68	1 783 37,13 29	195 3,2 3	2 083 90,56 71	266 13,26 10	290 23,87 19
95	43—127 —	8,5	40,64 3,39	3 085 86,99 64	2 168 45,13 33	207 3,39 3	218 94,87 70	348 17,37 13	283 23,27 17
96	82,5—97,2 —	11,8	54,33 3,5	4 552 128,38 66	2 959 61,65 32	213 3,5 2	3 207 139,43 72	398 19,85 10	419 34,48 18
97	72,5—100 —	15,26	109,0 3,0	6 200 175 68	3 816 79 31	195 3,0 1	3 401 143 58	779 39 15	852 70 27
98	H. c. H. c.	5,0	29,9 2,6	1 428 40,27 50	1 811 37,7 47	159 2,6 3	1 165 50,67 63	259 11,94 15	218 17,96 22
99	H. c. H. c.	4,1	25,87 5,8	987 27,83 43	1 483 30,87 48,0	354 5,8 9,0	887 38,61 60,0	207 10,33 16,0	189 15,54 24
100	H. c. H. c.	2,5	27,0 1,6	230 6,47 17	1 445 30,1 79	98 1,6 4	26 11,17 29	423 21,15 56	71 5,85 15

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
101	Н. с. / Н. с.	3,8	31,39 / 1,8	878 24,74 40	1 637 34,09 57	110 1,8 3	670 29,24 48	273 13,65 22	216 17,74 30
102	Н. с. / Н. с.	1,9	23,37 / 1,4	169 4,76 15	1 184 24,68 80	85 1,4 5	172 7,47 24	233 11,68 38	143 11,69 38
103	Н. с. / Н. с.	4,8	31,91 / 4,4	1 088 30,68 40	1 983 41,2 54	268 4,4 6	1 023 44,46 58	177 8,82 11	281 23,09 31
104	Н. с. / Н. с.	8,0	37,4 / 5,0	2 837 80,0 62	2 148 44,8 35	329 5,0 3,0	2 125 92,4 71	364 18,2 14	234 19,2 15
105	Н. с. / Н. с.	9,5	53,85 / 2,9	3 614 109,92 66	2 382 49,63 32	177 2,9 2	2 497 108,60 70	402 20,06 13	411 33,79 17
106	Н. с. / Н. с.	7,5	46,11 / 4,4	3 563 102,3 78	1 172 24,41 19	264 4,4 3	1 955 85,0 65	274 13,7 10	391 32,41 25
Водоносный горизонт отложений среднего миоцена									
107	64—104,3 / 21/XII-65	3,36	8,65 / 2,2	411 11,59 24	1 743 36,29 72	134 2,2 4	961 41,73 83	96 4,79 9	47 3,86 8

108	— 18/VIII-61	5,6	35,1 7,2	1 702 48 53	1 733 36,1 39	439 7,2 8	1 292 56,2 61	252 12,6 14	273 22,5 25
109	H. c. H. c.	4,2	31,3 3,8	1 448 40,83 57	1 300 27,1 38	232 3,8 5	1 849 80,43 73	202 10,08 9	258 21,22 18
110	H. c. H. c.	1,6	13,53 2,46	392 11,06 42	615 12,8 49	150 2,46 9	292 12,70 49	149 7,44 28	74 6,09 23
111	H. c. H. c.	0,7	4,72 2,18	59 1,66 16	319 6,64 63	133 2,18 21	133 5,78 56	70 3,49 34	15 1,23 10
112	21,25 H. c.	4,5	35,61 3,8	476 13,4 19	2 510 52,21 75	232 3,8 6,0	779 33,87 49	354 17,65 26	218 17,96 25,0
113	88,75—91 23/VII-61	17,56	114,44 1,64	7 650 215,73 72	3 840 80 27	97 1,64 1	4 239 183 61	980 48,90 17	797 65,54 22
114	64 —	18,2	49,0 2	5 053 86 64	2 264 47 35	122 2,0 1	1 994 86,7 64	662 33,8 24	185 15,2 12
115	59 —	6,8	47,6 2,8	1 633 46 42	2 873 59,7 55	170 2,8 3	1 400 60,9 56	594 29,7 27	218 17,9 17
116	94,0 VII-63	9,9	69,5 1,2	3 670 103,5 62	2 980 62 37	73 1,2 1	2 236 97,2 58	447 22,3 13	574 47,2 29

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
Водоносный комплекс палеогеновых отложений									
117	86—94 / II-65	3,2	7,22 / 5,1	1 058 29,83 60	726 15,11 30	311 5,1 10	985 42,92 86	59 2,94 6	52 4,28 8
118	93—100 / Н. с.	3,1	34,35 / 2,7	1 239 34,9 75	390 8,12 18	165 2,7 6	276 12,01 26	517 25,8 56	104 8,55 18
119	490 / VIII-52	1,72	15,19 / 4,8	154 4,34 16	863 17,96 66	293 4,8 18	274 11,91 44	200 9,98 36	68 5,21 20
120	32—52,5 / X-63	2,05	13,94 / 2,0	533 15,03 45	780 16,24 49	122 2,0 6	445 19,33 58	14 6,79 21	87 7,15 21
121	4,7—12,0 / X-63	0,426	2,43 / —	107 3,02 46	40 0,8 11	168 2,75 4	97 4,2 63	19 0,95 14	18 1,48 23
122	8,25—11,25 / 1962	0,34	2,27 / —	42 1,18 21	72 1,49 26	183 3,0 53	87 3,78 62	21 1,04 18	15 1,23 20
123	5,15—15,20 / V-62	0,354	0,83 / —	70 1,97 38	51 1,06 17	171 2,8 45	117 5,09 83	312 0,34 9	6 0,49 8
124	24—33 / XII-63	0,72	3,53 / —	75 2,11 18	206 4,29 38	284 4,65 41	178 7,74 69	23 1,15 10	29 2,38 21

125	6,2—12 —	2,21	22,40 0,79	223 6,29 19	1 276 26,57 79	7 0,79 2	259 11,27 76	28 1,40 9	270 21,0 15
126	8,75—19,35 —	1,45	2,08 —	320 9,02 40	383 7,97 35	384 6,30 25	485 21,12 91	22 0,11 1	24 1,97 8
127	112—117 I-65	13,5	91,95 3,1	5 209 146,89 71	2 799 58,27 28	189 3,1 1	2 682 116,31 56	681 33,98 16	705 57,97 28
128	11,8—16,1 —	0,11	1,46 1,0	14 0,40 20	22 0,46 25	61 1,0 55	9 0,38 21	16 0,80 43	8 0,66 36
129	58,5—75 VI-63	1,1	2,21 —	286 8,06 45	245 5,1 29	280 4,60 26	355 15,42 87	15 0,73 4	18 1,48 9
130	12—17 VII-59	0,26	2,55 —	28 0,79 18	52 1,08 24	159 2,6 58	46 1,93 41	23 1,15 26	17 1,40 33
131	40—47,15 V-56	3,45	15,15 3,29	1 398 40,12 72	599 12,47 22	201 3,29 6	935 40,65 73	137 6,84 12	101 8,31 15
132	133—163 I-58	1,83	2,12 —	675 17,34 58	337 7,02 23	342 5,6 19	638 27,76 93	21 1,05 3	13 1,07 4
133	305—384 VI-63	7,86	63,29 3,2	2 790 78,68 66	1 791 37,29 31	198 3,2 3	1 285 55,88 47	820 40,92 34	272 22,37 19
134	80—100 XI-72	3,87	9,22 4,4	584 16,47 28	1 814 37,77 64	268 4,4 8	137 49,42 84	104 5,19 9	49 4,03 7

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
135	50,35—75 / VI-63	10,12	64,49 / 3,61	4 250 119,85 74	1 910 39,77 24	220 3,61 2	2 271 98,74 60	620 30,94 19	408 33,55 21
136	97,0—115 / II-64	0,84	1,79 / 1,2	341 9,62 74	107 2,23 17	73 1,2 9	259 11,26 86	26 1,3 10	6 0,49 4
137	84,4—93,2 / VI-64	0,34	1,41 / —	49 1,38 25	72 1,5 27	159 2,6 48	94 4,07 74	20 1,0 18	5 0,41 8
138	72—82 / VIII-60	0,94	0,35 / —	169 4,76 32	238 4,95 33	317 5,2 35	337 14,25 95	2 0,1 1	3 0,25 2
139	55,7—62,5 / VIII-63	1,07	2,93 / —	367 10,35 58	150 3,12 17	244 4,0 22	349 15,15 84	29 1,45 7	19 1,48 9
140	88—94 / —	3,471	21,47 / 5,2	1 570 44,27 74	487 10,15 17	317 5,20 9	877 38,14 63	234 11,68 20	119 9,79 17
141	252—296 / X-57	2,04	2,50 / —	661 18,64 55	387 8,06 24	427 7,0 21	714 31,05 92	25 1,25 4	16 1,25 4
142	Н. с. / X-43	0,42	1,17 / —	82 2,3 30	32 0,67 9	281 4,6 61	146 6,3 84	11 0,57 8	7 0,6 8

143	194—204 —	42,7	252,19 7,9	26 192 737,8 97	801 16,69 2	482 7,9 1	11 728 509,9 67	1 497 74,72 10	2 158 177,47 23
144	34,4—38,3 —	0,7	5,4 —	142 4,0 31	149 3,1 25	341 5,6 44	168 7,3 57	74 3,7 29	21 1,70 14
145	34—38 —	2,3	17,45 4,8	866 24,42 62	485 10,1 25	293 4,8 13	503 21,85 55	198 9,89 25	92 7,56 20
146	17—26 VII-64	0,3	3,3 —	26 0,7 13	36 0,7 13	262 4,3 74	56 2,4 43	46 2,3 40	12 1,0 17
147	19,5—23,5 XII-62	0,3	4,47 —	14 0,4 8	17 0,35 6	286 4,69 86	23 1,0 18	65 3,24 60	15 1,23 22
148	19,5—29,1 VIII-56	1,4	8,15 4,4	483 13,61 56	294 6,12 25	268 4,4 19	367 15,97 66	111 5,53 22	32 2,62 12
149	20—30 XI-59	1,58	10,11 0,6	503 14,18 74	241 5,02 25	37 0,6 1	245 9,69 49	112 5,59 26	55 4,52 25
150	23—32 V-56	4,8	40,16 3,12	3 025 85,3 67	1 831 38,09 30	190 3,12 3	1 985 86,32 68	476 23,76 19	199 16,40 19
151	— H. c.	0,42	5,21 3,56	22 0,62 9	125 2,6 38	217 3,56 53	36 1,58 23	78 3,89 57	16 1,32 20

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
			Водоносный комплекс верхнемеловых отложений (без сеномана)						
152	— / —	9,9	46,6 / 3,8	5 573 157,16 90	629 13,1 8	232 3,8 2	2 932 127,48 73	389 19,41 12	331 27,18 15
153	— / —	1,3	13,86 / 2,24	421 11,88 56	326 6,78 32	137 2,24 12	171 7,0 33	202 10,10 48	46 3,76 19
154	138—184,3 / VI-62	16,4	78,57 / 4,0	9 366 263,83 93	880 18,33 6	244 4,0 1	4 586 207,59 70	654 32,66 12	558 45,91 17
155	15,3—42,4 / —	0,9	13,38 / 5,39	451 12,72 39	688 14,32 45	329 5,39 16	438 19,04 58	161 8,03 26	65 5,35 16
156	72,7—78,9 / —	1,4	16,6 / 5,61	511 14,41 58	230 4,79 20	342 5,61 22	189 8,22 93	217 10,83 43	70 5,76 24
157	73—79 / X-56	1,3	7,05 / 4,39	192 5,41 41	155 3,23 26	268 4,39 33	137 5,97 42	924 4,61 33	30 2,44 25
158	11,3—32,0 / —	0,7	6,48 / 2,72	163 4,59 46	152 3,16 31	166 2,72 23	90 3,92 39	117 5,0 50	18 1,48 11
159	11—33 / VII-58	0,6	6,0 / 4,0	182 5,13 43	133 2,76 23	244 4,0 34	135 5,89 44	84 4,19 31	22 1,81 22

160	22,3—28,4 X-58	0,4	5,64 5,6	14 0,4 6	105 2,18 26	342 5,6 68	58 2,54 31	73 3,66 44	24 1,98 25,0
161	13,6—17,0 IX-58	0,3	4,09 3,9	14 0,39 8	69 1,43 26	220 3,9 66	31 1,33 24	59 2,95 54	14 1,14 22
162	28—36,5 IX-58	0,6	5,45 4,5	84 2,38 23	162 3,37 33	275 4,5 44	114 4,8 47	63 3,17 31	28 2,28 22
163	28—37 —	21,4	91,8 5,6	11 411 321,4 87	2 053 42,8 11	842 5,6 2	63 813 277,4 75	730 36,4 9	674 55,4 15
164	38—151 VII-59	25,8	139,62 4,4	15 052 424 93	1 267 26,4 6	268 4,4 1	7 249 315,1 69	984 49 11	1 102 90,62 20
165	70,8—119,8 VI-59	42,0	192,06 3,6	24 798 698,5 93	2 454 51,12 7	320 3,6 —	12 899 560,8 74	1 021 50,96 7	1 716 141,1 19
166	42,75—46,35 IX-63	1,1	7,46 2,95	276 7,78 43	362 7,54 41	180 2,95 16	248 10,81 59	82 4,09 22	41 3,37 19
167	80—119 —	0,5	4,36 4,36	108 3,04 35	51 1,05 14	267 4,38 51	95 4,12 48	55 2,76 32	20 1,60 20
168	71—116 X-58	4,9	3,43 —	42 1,18 15	78 1,62 20	317 5,2 65	105 4,57 57	44 2,19 27	15 1,24 16
169	36—40 —	0,746	5,93 3,70	118 3,33 30	185 3,85 35	226 3,7 35	113 4,91 45	81 4,04 38	23 1,89 17

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв* в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
170	30,5—100 / VI-57	0,54	5,25 / 4,0	67 1,89 21	151 3,14 34	244 4,0 44	89 3,87 42	74 3,69 41	19 1,56 17,0
171	Н. с. / VI-57	0,26	3,45 / 3,20	10 0,28 7	32 0,67 16	195 3,20 76	17 0,74 18	61 3,04 72	5 0,41 10
172	Н. с. / VII-57	0,18	2,33 / —	5 0,14 4	11 0,23 7	159 2,60 83	18 0,80 26	35 1,75 55	7 0,58 19
173	Н. с. / IX-57	0,30	3,16 / —	9 0,25 6	23 0,5 10	244 4,0 83	36 1,56 33	50 2,5 53	8 0,66 14
174	129—208 / —	0,39	2,84 / 1,29	127 3,58 55	77 1,60 24	79 1,29 21	83 3,61 55	41 2,04 32	10 0,84 13
175	58—75 / XII-49	0,65	1,91 / 1,76	27 0,77 25	22 0,45 15	107 1,76 60	25 1,07 38	37 1,86 62	1 0,05 —
176	84—88,6 / VIII-58	0,26	3,09 / —	33 0,93 19	28 0,58 12	201 3,29 69	38 1,67 35	42 2,1 44	12 0,99 21
177	— / —	0,75	6,11 / 5,25	184 5,19 40	119 2,48 19	320 5,25 41	154 6,49 51	81 4,05 31	25 2,06 15

178	70—88 —	3,48	23,28 5,2	1 598 45,06 65	909 18,93 27	317 5,2 8	1 077 45,88 66	198 9,88 14	163 13,40 20
179	425,35—437,5 1958	2,14	2,4 —	596 16,8 25	676 14,06 21	195 3,2 5	728 31,66 46	28 1,4 2	12 1,0 1
180	48—75,2 XI-61	0,334	5,05 4,88	23 0,65 11	50 1,0 15	298 4,88 74	34 1,48 33	27 1,35 20	45 3,7 47
181	309,2—320,8 —	44,8	171 4,0	23 470 661,85 93	2 272 47,3 7	244 4,0 —	12 469 542,16 76	1 858 92,71 13	952 78,29 11
182	155—163 XI-58	2,65	1,72 —	755 21,29 49	533 11,09 26	659 10,80 25	948 41,46 96	14 0,65 2	13 1,07 2
183	63—94 —	14,9	13,63 2,59	1 403 39,56 69	702 14,62 26	158 2,59 5	9 799 43,14 78	138 6,89 12	82 6,74 10
184	225—230 XI-63	20,6	52,14 4,21	10 650 300,33 89	1 695 35,29 10	256 4,21 1	6 616 287,69 85	600 29,94 9	270 22,2 6
185	116,2—125,2 —	14,9	25,31 4,8	7 160 201,91 82	1 950 40,6 16	293 4,8 2	5 105 222,09 90	354 17,66 7	93 7,65 3
186	165—182 XI-64	10,0	11,4 6,4	4 430 124,93 75	1 673 34,8 21	353 6,4 4	3 558 154,73 93	108 5,39 3	73 6,01 4
187	466,33—475,3 IV-66	4,2	63,57 7,4	1 055 29,75 44	1 391 28,96 43	452 7,4 13	51 2,54 4	34 2,8 4	1 399 60,77 92

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1–3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
188	557—580 / —	1,5	2,71 / —	578 16,3 66	257 5,37 21	171 2,8 13	509 22,14 89	18 0,9 4	22 1,81 7
189	162—175 / VIII-63	5,52	5,86 / —	1 894 53,41 60	1 162 22,92 26	756 12,4 14	1 927 82,87 93	50 2,49 3	41 3,37 4
190	115—127 / —	8,49	9,51 / 6,2	2 185 61,62 47	2 996 62,37 48	378 6,2 5	2 775 120,65 93	95 4,74 3	58 4,77 4
191	109,5—118 / XII-62	15,34	36,13 / 6,4	4 430 124,03 75	1 673 34,80 21	353 6,40 4	4 969 113,1 79	394 19,6 11	201 16,53 10
192	620—629 / II-62	11,88	21 / 2	5 498 155,04 82	1 531 31,87 17	122 2,0 1	3 870 168,28 89	200 9,98 5	134 11,02 6
193	— / —	3,5	19,95 / 2,5	1 070 30,18 55	1 100 22,92 41	152 2,5 4	827 35,97 64	272 13,58 24	77 6,37 12
194	— / IX-55	5,8	4,97 / —	470 13,54 38	534 11,11 31	672 11,01 31	706 30,69 86	56 2,79 8	26 2,18 6

195	228—275 IX-1956—1957	116,7	23,13 0,11	65 764 185,46 93	6 732 14,0 7	67 0,11 —	40 581 176,4 88	2 006 10,01 5	1 595 13,12 7
196	117—133 —	0,95	5,33 —	75 2,1 30	23 4,8 70	— — —	36 1,57 23	25 1,24 17	50 4,09 60
197	74,35—93,2 XII-62	0,79	3,77 —	105 2,96 23	266 5,54 43	259 4,25 34	205 8,97 70	51 2,54 20	15 1,23 10
198	169,3—220 IV-63	3,03	12,99 2,59	1 065 30,03 60	818 17,03 34	158 2,59 6	842 36,65 74	20 1,0 2	146 11,99 24
199	67—80 V-62	3,99	29,35 5,13	1 720 48,50 74	559 11,64 18	313 5,13 8	825 35,92 55	336 16,77 26	153 12,58 19
200	38,5—95 IX-62	1,69	9,95 5,59	354 9,98 37	559 11,64 44	341 5,59 19	396 17,22 63	160 7,98 29	24 1,97 8
201	356,36—380,12 XI-61	2,87	7,37 3,2	1 010 28,48 61	718 14,95 32	195 3,2 7	899 39,09 83	67 3,34 8	49 4,03 9
202	246,55—260,50 IV-55	2,9	23,43 4,7	1 013 28,57 56	792 16,49 34	287 4,7 10	606 26,33 54	211 10,53 20	158 12,9 26,0

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1–3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
203	173,0—190,5 / VII-59	3,25	17,43 / 3,6	1 250 35,25 66	701 4,59 27	220 3,6 7	825 35,89 67	130 6,49 12	133 10,94 21
204	24,2—32,4 / IV-60	6,88	55,41 / 6,1	3 540 99,83 85	508 10,58 9	372 6,10 6	1 379 60 53	73 36,43 31	243 19,98 16
205	400—480 / —	4,47	120,40 / 6,4	1 873 528,3 74	593 123,5 17	391 6,4 9	1 329 595,2 83	65 32,48 5	1 069 87,92 12
206	475—490 / XII-64	4,2	24,70 / 7,0	1 951 550,3 97	399 8,31 2	421 7,0 1	1 243 540,63 96	40 2,0 —	286 22,70 4,0
207	297—335 / X-59	2,84	3,89 / 3,85	1 012 28,54 62	665 13,85 30	235 3,85 8	970 42,18 91	35 1,75 4	26 2,14 5
208	316,5—405 / X-59	2,55	7,37 / 2,3	891 25,13 60	637 13,26 32	201 2,3 8	762 33,15 82	57 2,85 7	55 4,52 11
209	376—470 / X-59	1,85	1,89 / —	563 15,88 53	453 9,43 32	271 4,44 15	638 27,76 93	23 1,15 4	9 0,74 3
210	300,55 / X-48	2,45	2,98 / —	905 25,22 61	454 9,45 23	368 6,03 14	898 39,05 93	30 1,5 4	18 1,48 3

211	655—676 VIII-59	3,02	15,79 4,4	1 015 28,62 59	754 15,7 32	268 4,4 9	755 32,85 68	178 8,88 18	84 6,91 14
212	220,5—237,5 VII-50	9,36	20,76 6,3	3 287 92,69 62	2 452 51,06 34	384 6,3 4	2 978 129,5 86	154 7,68 5	159 13,08 9
213	633—650 II-64	0,908	3,62 —	265 7,47 50	163 3,39 23	244 4,0 27	259 11,27 76	28 1,4 9	27 2,22 15
214	377—393 VI-66	4,85	7,68 1,4	1 550 43,71 60	1 350 28,11 38	85 1,40 2	1 508 65,54 89	42 2,09 2	68 5,59 9
215	155—172 X-59	3,23	25,54 5,72	1 012 28,54 57	780 16,24 32	349 5,72 11	574 24,96 49	212 10,57 21	182 14,97 30
216	18—37 VII-63	16,9	77,0 1,8	7 145 201,5 74	3 407 70,94 26	109 1,80 —	4 537 197,20 72	423 21,10 8	680 55,9 20
217	91,7—100,8 X-57	2,26	23,47 6,05	228 6,43 19	1 022 21,28 63	369 6,05 18	237 10,3 30	286 14,27 12	111 9,2 28
218	90,2—101 —	1,4	13,68 —	393 11,08 47	453 9,43 40	183 3,0 13	230 10,0 41	154 7,68 33	73 6,0 26
219	120—130 —	0,644	5,66 4,4	83 2,34 22	193 4,02 37	268 4,4 41	117 5,0 48	74 3,69 34	24 1,97 18
220	47—140 XI-57	0,38	3,77 —	24 0,68 10	42 0,87 12	338 5,54 78	76 3,3 46	46 2,95 42	10 0,82 12

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
221	10,4—15,3 / IX-53	0,38	3,4 / 2,57	52 1,47 26	95 1,98 32	157 2,57 42	63 2,72 44	50 2,5 41	11 0,9 15
222	4,5—9,6 / —	0,22	2,59 / —	16 0,45 12	30 0,62 16	165 2,7 72	27 1,19 32	42 2,1 55	6 0,49 13
223	24—70 / IX-58	1,0	4,98 / —	164 4,63 27	320 5,25 31	304 6,33 38	273 11,86 70	57 2,84 17	26 2,14 13
224	103—114 / —	4,58	— / —	1 131 31,83	1 518 31,6	—	—	—	—
225	87—102,85 / VI-63	1,43	9,62 / 4,61	481 13,57 58	246 5,12 22	281 4,61 20	315 13,68 59	112 5,59 24	49 4,03 17
226	17—21,1 / —	0,5	5,11 / 2,65	49 1,38 17	190 3,95 49	161 2,65 34	65 2,83 36	76 3,79 47	16 1,32 17
227	151—162 / III-69	0,23	2,70 / —	20 0,56 14	21 0,44 11	183 3,0 75	1 0,30 8	32 2,63 66	13 1,07 26
228	59—80 96—100 / —	0,42	3,95 / 3,5	183 3,0 40	36 0,75 10	134 3,5 50	74 3,22 44	600 2,95 42	12 1,0 14

229	18,4 –23 VII-61	1,3	12,55 1,95	221 6,23 32	548 11,41 58	119 1,95 10	163 6,96 36	136 6,79 35	70 5,76 29
230	78,95—100,3 —	1,02	7,15 3	297 8,36 49	271 5,65 33	183 3,0 18	226 9,84 58	94 4,69 28	30 2,46 14
231	31—140 —	0,9	7,15 4,35	164 4,62 30	400 6,55 42	209 4,35 28	194 8,25 53	94 4,69 30	30 2,46 17
232	191—197,3 —	0,51	4,26 2,79	174 2,85 34	133 2,77 33	99 2,79 33	89 3,88 49	25 2,06 25	44 2,2 26
233	144—200 III-62	4,45	16,56 6,10	772 21,77 32	1 887 39,29 58	372 6,10 10	1 164 50,60 75	50 2,50 4	171 14,06 21
234	68—206 X-62	10,09	52,92 3,59	4 530 127,75 76	1 769 36,83 22	219 3,59 2	2 421 105,25 62	600 29,94 18	401 32,98 20
235	165—225 VIII-63	0,52	3,41 3,05	56 1,68 18	193 1,0 46	185 3,05 36	121 5,24 60	46 2,3 27	14 1,14 13
236	235,5 –252 VIII-63	3,14	21,83 3,6	992 27,97 56	852 17,71 36	220 3,60 8	651 28,13 55	180 8,98 18	156 12,85 26
237	110—159 —	116,16	433,44 1,59	71 680 2 021,37 100	272 5,44 —	98 1,59 1	3 681 1 594,97 79	5 288 263,87 13	72 062 169,57 8
238	217—248 —	7,61	6,6 6,2	3 091 87,2 70,0	1 507 31,4 25	378 6,2 5	2 713 118,2 95	62 3,10 2	42 3,5 3

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
239	830—854 / VI-67	2,9	1,8 / —	681 19,20 44	777 16,18 38	464 7,6 18	942 40,98 96	24 1,2 3	7 0,60 1
240	II. c. / IX-57	0,28	1,10 / 1,52	9 0,25 12	18 0,37 18	92 1,52 70	24 1,04 48	17 0,85 40	3 0,25 12
241	40—49 / H. c.	0,12	1,41 / 1,0	8 0,23 13	23 0,48 29	61 1,0 58	7 0,30 18	20 1,0 58	5 0,41 24
242	H. c. / H. c.	0,18	0,45 / —	41 1,15 45	21 0,44 17	58 0,95 38	48 2,09 82	4,0 0,2 8	3 0,25 10
243	H. c. / H. c.	0,15	1,03 / —	6 0,17 7	16 0,33 13	116 1,9 80	35 1,52 60	14 0,7 27	4 0,33 13
244	H. c. / H. c.	0,7	6,2 / 5,90	91 2,57 21	173 3,60 30	360 5,90 49	129 5,65 47	83 4,14 34	25 2,06 17
245	77,43—107,6 / VII-53	1,53	5,21 / 4,5	526 14,84 55	364 7,58 28	274 4,5 17	499 21,71 81	1 0,07 —	62 5,14 19
246	244—267 / VI-56	1,97	5,39 / —	588 16,58 51	497 10,25 32	342 5,61 17	608 26,45 83	37 1,85 6	43 3,54 11

247	157,6—165,1 —	33,9	96,96 6,4	155 530 437,95 77	5 893 122,69 22	390 6,40 1	10 800 469,58 83	639 52,3 9	895 44,66 8
248	165,5—177 IX-62	11,2	22,52 5,22	4 507 127,1 72	2 343 46,70 26	328 5,22 2	3 598 156,48 87	219 10,93 6	263 11,59 7
249	140—155 —	2,1	1,96	483 13,63 39	607 12,67 36	515 8,6 25	755 32,85 94	26 1,31 4	8 0,65 2
250	135—145 —	22,74	52,75 3,6	12 853 362,5 93	1 171 24,4 6	220 3,6 1	7 807 337,75 87	576 58,75 7	292 24 6
251	604—608 —	8,5	27,17 3,1	3 649 102,9 73	1 655 34,46 25	189 3,1 2	2 600 113,43 81	293 14,63 10	152 12,54 9
252	408,0 V-60	5,6	15,4 1,8	1 844 51,99 59	1 664 34,35 39	110 1,8 2	1 690 73,49 83	217 10,8 12	56 4,6 5
253	73,5—110 —	6,8	45,34 2,4	2 723 76,8 68	1 655 34,46 30	146 2,4 2	1 571 68,31 60	524 26,16 23	233 19,18 17
	Водоносный комплекс юрских отложений								
254	62—74 —	0,8	11,04 6,0	43 1,2 10	303 6,32 46	366 6,0 44	58 2,51 20	159 7,93 58	38 3,11 22
255	50,5—56 —	1,8	0,61 —	601 16,92 62	258 5,42 19	1 299 4,9 19	633 26,63 97	8 0,39 2	3 0,22 1

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
256	— / —	1,2	2,45 / —	206 5,81 30	256 5,34 27	525 8,6 43	398 17,3 87	21 1,05 6	17 1,4 7
257	23—28 / —	0,21	1,15 / —	35 0,92 26	39 0,81 22	98 1,61 52	61 2,19 70	14 0,72 19	5 0,43 11
258	195—200 / —	0,4	4,84 / 4,61	25 0,7 13	10 0,21 4	281 4,61 83	16 0,70 13	74 3,69 66	14 1,15 21
259	91,65—101,65 / X-64	0,59	2,8 / —	57 1,61 16	165 3,44 35	293 4,8 49	162 7,06 71	33 1,65 17	14 1,15 12
260	169,8—178 / V-65	3,61	12,77 / 5,35	1 082 20,51 52	1 100 22,9 39	326 5,35 9	1 050 45,99 78	96 4,79 8	97 7,98 14
261	65—168	2,95	43,53 / 30,74	262 4,29 9	650 13,53 28	1 090 30,74 63	61 5,02 11	877 38,14 78	108 5,39 11
262	20—35 / XI-61	0,679	5,82 / 3,64	217 6,12 51	109 2,27 19	222 3,64 30	146 6,35 53	44 2,2 18	44 3,62 29
263	— / 1950	0,32	47,52 / 11,93	1 137 29,2 58	844 17,58 31	256 4,26 8	782 34 51	184 9,19 18	93 7,78 28

Водоносный комплекс отложений триаса

264	11,3—15,2 VII-60	0,8	2,63 —	108 3,05 23	199 4,14 31	372 6,10 46	246 10,66 80	28 1,4 11	15 1,23 9
265	11,3—20,2 IV-63	0,7	3,2 —	88 2,48 23	169 3,5 33	281 4,6 44	170 7,4 70	40 2,0 19	15 1,20 4
266	— 1950	0,8	18,28 11,93	108 3,05 23	291 6,06 45	256 4,26 32	154 6,71 50	83 4,13 32	29 2,4 18
267	50—66 1950	0,71	16,04 8,29	161 4,54 38	146 3,05 26	134 2,96 36	107 4,66 45	83 4,13 40	19 1,6 15
268	— 1950	1,25	12,54 8,29	351 9,9 50	327 6,8 3,4	134 2,96 16	349 15,18 76	53 2,62 15	23 1,86 9

Водоносный комплекс палеозойских отложений

269	—	0,56	4,91 —	22 0,62 6	76 1,58 15	500 8,2 79	126 5,47 53	34 1,7 16	39 3,21 31
270	49,1—78,9 XI-60	1,087	6,96 1,61	547 15,42 80	110 2,29 13	98 1,61 7	283 12,3 64	34 1,7 9	64 5,26 27
271	22,25—26,4 XII-64	0,676	2,98 —	199 5,61 48	89 1,85 16	253 4,15 36	198 8,6 74	30 1,5 13	18 1,48 13

Продолжение прилож 4

Порядковый номер анализа (в увязке с приложением 1—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв* в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
272	43,6—57,9 / VIII-60	2,98	18,68 / 3,95	14 38,74 76	39 8,12 16	241 3,95 8	741 32,18 63	180 8,98 18	118 9,7 19
273	98—108 / XII-64	16,08	69,84 / 4,25	5 224 147,32 59	4 805 100,04 40	259 4,25 1	4 188 181,6 73	485 24,2 9	555 45,64 18
274	8,2—28,7 / VI-62	0,822	2,88 / —	98 2,76 21	312 6,5 52	213 3,49 27	231 10,05 77	28 1,4 11	18 1,48 12
275	57,3—100 / —	1,7	12,39 / 5,35	464 13,08 50	361 7,52 29	326 5,35 21	318 13,83 54	133 6,64 25	70 5,75 21
276	10—64 / Н. с.	0,20	0,80 / —	12 0,34 10	23 0,48 15	149 2,44 74	57 2,48 75	11 0,55 17	3 0,25 8
277	Н. с. / Н. с.	0,2	3,63 / 2,9	8 0,22 6	30 0,62 16	176 2,9 78	2 0,11 2	39 1,94 52	20 1,69 46
278	Н. с. / Н. с.	0,16	1,9 / 1,5	24 0,68 24	26 0,54 19	91 1,50 52	21 0,90 31	20 1,0 35	11 0,90 31
279	Н. с. / Н. с.	1,08	9,08 / 5,45	265 7,47 41	250 5,2 28	332 5,45 30	214 9,29 51	88 4,39 23	57 4,69 26

280	17—18 / Н. с.	0,3	1,99 / —	43 1,21 26	39 0,81 18	156 2,55 56	60 2,59 56	25 1,25 27	9 0,74 17
281	Н. с. / Н. с.	1,2	1,91 / —	12 0,34 11	20 0,42 13	140 2,3 73	28 1,20 38	30 1,50 48	5 0,41 13
282	Н. с. / Н. с.	0,26	1,06 / —	22 0,62 14	29 0,60 14	189 3,10 71	76 3,32 76	13 0,65 15	5 0,41 9
283	— / —	0,32	0,96 / —	18 0,51 12	38 0,79 19	171 2,8 66	74 3,21 76	16 0,80 19	2 0,16 4
284	VIII-60	0,398	5,02 / 4,6	45 1,27 16	89 1,85 24	281 4,6 60	62 2,7 35	53 2,64 34	29 2,38 31
285	19,48—21,23 / X-56	1,52	8,5 / 6,34	431 12,81 51	279 5,81 23	387 6,34 26	373 16,23 66	78 3,89 16	56 4,61 18

Водоносный комплекс докембрийских отложений

286	34—38 / IX-55	10,01	66,36 / 3,2	5 015 141,12 88	798 16,61 10	195 3,2 2	2 182 94,87 59	509 25,4 16	498 40,96 25
287	Н. с. / Н. с.	0,4	3,46 / 1,60	55 1,56 30	98 2,05 39	98 1,6 31	44 1,75 34	49 2,47 47	12 0,99 19

Продолжение прилож. 4

Порядковый номер анализа (в увязке с прилжением I—3)	Интервал опробования, *м* / Дата отбора пробы	Сухой остаток, *г/л*	Жесткость, *мг-экв*, в числителе — общая, в знаменателе — карбонатная	Содержание основных компонентов, *мг/л*, *мг-экв*, *мг-экв*, %					
				Cl	SO_4	HCO_3	Na + K	Ca	Mg
288	Н. с. / Н. с.	1,87	9,77 / 5,10	749 21,12 67	246 5,12 16	311 5,10 17	496 21,57 69	69 3,44 11	77 6,33 20
289	10,43—18,78 / VIII-61	0,216	2,32 / 1,95	14 0,39 13	29 0,60 20	119 1,95 65	15 0,67 22	30 1,5 50	10 0,82 28
290	13,6—33,5 / X-61	0,89	2,86 / —	280 7,9 53	130 2,71 18	256 4,2 28	281 12,09 81	31 1,55 10	16 1,31 9
291	14,8—23,5 / IX-60	0,462	3,58 / —	54 1,61 19	43 0,9 11	357 5,85 70	111 4,8 57	42 2,1 25	18 1,48 18
292	15,1—73 / V-65	0,256	1,34 / —	21 0,59 14	51 1,06 25	152 2,5 60	65 2,84 68	17 0,85 30	6 0,49 12
293	20,3—24,35 / XI-63	1,152	8,56 / 6,25	391 11,03 56	115 2,39 12	381 6,25 32	254 11,05 57	104 5,19 26	41 3,37 17

294	2,88—52,4 XI-62	0,24	4,37 4,24	6 0,17 3	12 0,25 5	259 4,24 85	12 0,52 10	12 0,60 13	46 3,78 77
295	10—40 IX-60	1,6	9,25 2,55	772 21,77 83	82 1,71 7	156 2,55 10	389 16,81 64	98 4,89 19	53 4,36 17
296	12,6—36,7 X-59	0,36	1,86 —	34 0,95 16	77 1,60 27	210 2,15 54	92 3,99 69	24 1,20 20	9 0,66 11
297	22—37 Н. с.	0,3	4,4 4,4	5 0,14 2	19 0,4 8	268 4,4 90	12 0,54 10	33 4,4 90	
298	Н. с. Н. с.	0,49	4,15 2,1	38 1,07 19	55 1,14 20	128 2,1 38	33 1,45 25	57 2,84 51	16 1,31 24
299	Н. с. Н. с.	0,51	1,52 —	66 1,86 17	128 2,67 38	226 3,7 45	154 6,71 82	14 0,7 8	10 0,82 10
300	Н. с. Н. с.	1,12	5,0 —	409 11,53 60	111 2,31 12	235 5,50 28	326 14,27 74	69 3,14 18	19 1,56 8
301	Н. с. —	0,15	1,79 —	8 0,22 9	20 0,42 17	116 1,90 74	18 0,77 30	26 1,30 51	6 0,49 19

ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ К «КАРТЕ ПРОГНОЗНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА»

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*: за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль	Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
	I. Прикаспийский сложный артезианский бассейн														
	1. Водоносный горизонт аллювиальных отложений (al Q)														
1	Грунтовый	13	36	468	8,54	0,2	0,78	1,0	0,5	0,5	1,28	2 000	2,560	До 3	100
2	Грунтовый и напорный	13	13,5	176	23,3	0,15	0,37	1,0	0,1	0,1	0,47	1 300	0,611	До 3	50
3	Грунтовый	15	3,5	53	12,9	0,14	0,15	0,5	0,5	0,25	0,40	6 000	2,400	До 5	10
4	„	8	11,5	92	7,3	0,15	0,115	0,5	0,5	0,25	0,365	1 000	0,365	До 3	5
5	„	10	3,2	32	5,9	0,15	0,11	0,5	0,1	0,05	0,16	360	0,057	До 10	10
6	„	11	12	132	5,5	0,2	0,35	0,8	0,5	0,4	0,75	1 912	1,434	До 3	5
7	„	11	60	660	5,5	0,20	1,3	2,0	0,5	1,0	2,3	295	0,679	До 1	100
8	„	8	150	1200	4,0	0,28	1,3	3,5	0,5	1,75	3,05	675	2,058	До 1	200
9	„	20	45	900	10,0	0,28	1,3	4,0	0,5	2,0	3,3	1 035	3,416	До 1	400
10	„	11	8	112	7,0	0,16	0,4	0,8	0,5	0,4	0,8	1 912	1,530	До 1	20
												675	0,540	До 10	
11	„	12	3	36	6,0	0,14	0,1	0,4	0,5	0,2	0,3	562	0,168	До 1	3
												585	0,175	До 10	
12	„	4	—	78	2,0	0,15	0,1	0,3	0,5	0,15	0,25	562	0,140	До 1	5
13	„	20	6,50	130	10,0	0,14	0,7	0,3	0,6	0,18	0,88	923	0,812	До 1	50
								0,5	0,5	0,25	0,95	2 002	1,901		

14	„	8	7	56	4,0	0,2	0,2	0,3	0,5	0,15	0,35	203 697	0,071	До 1	5
	Итого по районам 1—14											8 169 1 957 6 212 6 000 360	10,775 0,243 4,97 2,40 0,772	До 1 1—3 До 3 До 5 До 10	
												22 698	19,16		

Водоносный горизоит эоловых отложеиий (eol Q)

15	Грунтовый	8	3	24	2,0	0,12	0,02	0,3	0,5	0,15	0,17	900	0,153	До 1	4
16	„	20	3	60	40	0,12	0,5	0,6	0,5	0,3	0,8	335	0,268	До 1	12
	Итого по районам 15—16											1 235	0,421	До 1	

Водоносный комплекс нерасчленеиных неогеновых отложеиий (N)

17	Грунтовый и напорный	14	5	70	14,8	0,15	0,155	0,2	0,5	0,1	0,255	5 200	1,326	До 10	5
18	Напорный	10	5,5	55	50	0,15	0,2	0,2	0,5	0,1	0,3	10 957	3,287	3—10	18
19	Напорный и безнапорный	10	4,7	47	31,0	0,14	0,048	0,5	0,004	0,002	0,05	3 400	0,017	До 10	10
20	Грунтовый	14	5	70	7,0	0,15	0,29	0,5	0,4	0,2	0,49	855 300	0,419 0,147	1—3 До 10	5
	Итого по районам 17—20											855 10 957 8 900	0,419 3,287 1,490	1—3 3—10 До 10	
												20 712	5,196		

Продолж. прилож. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль				
Водоносный комплекс неогеновых и верхнемеловых отложений (N_2+Cr_2)															
21	Грунтовый	19 21	—	54 99	30,4 42,0	0,1 0,01	0,23 0,21	0,1	0,5	0,05	0,490	4 075	1,997	До 5	10
22	Напорный	14 34	—	77 177	24,4 39,7	0,07 0,01	0,22 0,17	0,39 0,1	0,5	0,05	0,44	11 722 5 400	5,158 2,376	До 3 3—10	12
23	»	14 30	—	87 215	13,2 19,6	0,07 0,01	0,2 0,12	0,32							
							Итого по районам 21—23					14 962 4 075 5 400	6,357 1,997 2,376	До 3 До 5 3 - 10	
												24 437	10,730		
Водоносный комплекс палеогеновых и верхнемеловых отложений ($Pg+Cr_2$)															
24	Напорный	20 50	—	61	25,7	0,02	0,14	0,1	1,0	0,1	0,24	1 075	0,258	До 3	12
25	»	14 35	—	24 304	14,4 39,0	0,03 0,03	0,34	0,3	0,5	0,15	0,49	1 170	0,573	До 5	40
							Итого по районам 24—25					2 245	0,831		

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений (Cr_2)

26	Напорный	39	7,0	273	37,0	0,02	0,3	0,5	0,5	0,25	0,55	450	0,247	До 3	50
27	„	30	23	690	17	0,02	1,48	0,5	0,5	0,25	1,73	306	0,529	До 3	63
28	„	67	12,3	780	44,0	0,02	0,59	0,5	0,5	0,25	0,84	800	0,672	До 1	48
29	„	29		211	60,0	0,01	0,21	0,5	0,5	0,25	0,46	300	0,138	3—5	40
30	„	47	13	611	28,0	0,01	0,175	0 5	0,5	0,25	0,425	500	0,213	До 3	42
31	„	45	30	1350	26,0	0,02	0,4	0,5	0,5	0,25	0,65	120	0,078	До 3	80
32	„	36	1	36	38,0	0,01	0,12	0,1	1,0	0,1	0,22	1 500	0,33	До 3	10
33	„	48	2,2	106	28,0	0,01	0,15	0,2	0,5	0,1	0,25	2 272	0,568	До 3	18
							Итого по районам 26—33					800	0,672	До 1	
												5 148	1,965	До 3	
												300	0,138	3—5	
												6 248	2,775		

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений (Cr_2cm+Cr_1aL)

34	Грунтовый	4	10,0	40	2,0	0,14	0,04	0,5	0,2	0,1	0,14	2 632	0,37	До 1	5
35	Напорный	20	5,0	100	35	0,14	0,25	0,5	0,2	0,1	0,35	585	0,204	До 1	40
36	Грунтовый	20	4,0	80	10	0,14	0,4	0,4	0,5	0,2	0,6	9 000	5,4	До 1	6
												3 000	1,8	1—3	
37	Напорный	50	5	250	70	0,14	0,19	0,2	1,0	0,2	1,16	6 000	6,96	1—3	103
							0,96				0,39	18 100	7,062	1—3	
											1,16	1 450	1,682	До 10	
											0,39	6 190	2,414	До 10	
											0,39	810	0,316	5—10	
38	Грунтовый	10	5,6	56	5	0,15	0,17	0,5	0,4	0,2	0,37	540	0,200	До 1	18
39	„	14	14,5	203	7	0,15	0,4	0,5	0,4	0,2	0,6	1 440	0,864	До 1	11
40	„	16	8	128	8,0	0,15	0,4	0,4	0,5	0,2	0,6	3 622	2,173	До 1	15
41	Напорный	50	5	250	40	0,15	0,76	0,5	0,5	0,25	1,01	12 442	12,566	1—3	190
42	„	60	5	300	30	0,15	0,7	0,4	0,7	0,28	0,98	3 622	3,549	1—3	87
43	Грунтовый	30	5	150	15	0,14	0,86	0,3	0,5	0,15	1,01	180	0,182	1—3	15
44	„	42	4	80	21	0,14	0,4	0,3	0,3	0,09	0,49	787	0,386	До 1	5
45	Напорный	80	6,5	520	65	0,15	0,82	0,2	1,0	0,2	1,02	10 845	11,062	1—3	200

Продолж. прилож. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип водземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов			общий модуль				
								модуль подземного стока	коэффициент к модулю подземного стока	модуль питания					
46	Напорный	200	28	560	105	0,14	0,7	0,2	1,0	0,1	0,8	22 387	17,910	1—3	250
												4 342	3,473	3—5	
47	»	100	2,8	280	90	0,14	0,03	0,1	1,0	0,1	0,13	3 150	0,409	5—10	120
	Итого по районам 34—47											18 606	9,597	До 1	
												76 586	61,091	1—3	
												4 342	3,473	3—5	
												3 960	0,725	5—10	
												7 640	4,096	До 10	
												111 134	78,982		
	Водоносный комплекс юрских отложений (J)														
48	Напорный	20	2,5	50	51	0,13	0,055	0,1	0,4	0,04	0,095	1 300	0,124	1—3	2
												550	0,052	3—5	
49	»	5	—	50	37	0,14	0,1	—	—	—	0,1	190	0,019	До 3	5
50	»	12	—	100	55	0,14	0,4	0,3	0,3	0,1	0,5	2 385	1,192	1—3	50
	Итого по районам 48—50											3 685	1,316	1—3	
												550	0,052	3—5	
												190	0,019	До 3	
												4 425	1,387		

Водоносный комплекс триасовых отложений (Т)

51	Напорный	15	5	75	60	0,14	0,26	0,2	0,5	0,1	0,36	1 642	0,591	1—3	32

Водоносный комплекс пермских отложений (Р)

52	Грунтовый	60	—	155	30	0,0025	0,05	0,9	0,3	0,27	0,32	2 138 630 225	0,684 0,202 0,072	До 1 1—3 3—5	20
												2 993	0,958		
						Всего по районам 1—52						197 659	121,031		

II. УРАЛТАУ-МУГОДЖАРСКАЯ ГОРНОСКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Водоносный горизонт аллювиальных отложений (al Q)

53	Грунтовый	7	16	112	3,5	0,2	0,14	1,0	0,5	0,5	0,64	1 373	0,878	До 1	15
54	»	10	25	250	5	0,2	0,4	0,5	0,5	0,25	0,65	1 598	1,039	До 1	30
							Итого по районам 53—54					2 971	1,917	До 1	

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений (Cr_2)

55	Грунтовый	30	3	90	15	0,12	0,6	0,6	0,5	0,3	0,9	225	0,202	До 1	50
56	Напорный	20	4	80	43	0,12	0,53	0,6	0,5	0,3	0,83	607	0,504	До 1	50
							Итого по районам 55—56					832	0,706	До 1	

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений (Cr_2cm+Cr_1ab)

57	Напорный	20	4	80	50	0,13	0,44	0,5	0,5	0,25	0,69	2183	1,506	1—3	29

Продолж. приложе. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение ($S\,max$), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль				
Водоносный комплекс среднеюрских отложений (J_2)															
58	Грунтовый	36	0,5	18	18	0,1	0,075	0,4	0,5	0,2	0,275	158	0,043	До 1	5
59	Напорный	44	1	44	63	0,1	0,53	0,4	0,5	0,2	0,73	1 080	0,788	1—3	10
	Итого по районам 58—59											1 238	0,502	1—3	100
Водоносный комплекс нижнекарбоновых отложеиий (C_1)															
60	Напорный	24	—	389	85	0,015	0,43	1,76	0,5	0,88	1,31	383	0,502	1—3	100
Водоносный комплекс отложений палеозоя-допалеозоя (O—S, D—C, Pt_3) Орь-Илекского междуречья															
61	Грунтовый	60	0,8	48	30	0,0025 0,003 0,001	0,05 0,057 0,02	1,0	0,3	0,3	0,35 0,357 0,32	2 161 2 138 950	0,756 0,763 0,304	До 1	5
	Итого											5 249	1,823		

Водоносный комплекс отложений палеозоя-допалеозоя Мугоджар (C_1; D; Pt_3)

62	Грунтовый	60	0,8	48	30	0,003	0,06	0,2	0,5	0,1	0,16	7 495 2 133 36 1 215	1,199 0,341 0,005 0,194	До 1 1—3 3—5 До 10	5
	Грунтовый (интрузивных пород)	50	1	50	25	0,02	0,04	0,2	0,5	0,1	0,14	3 229 427	0,452 0,06	До 1 1—3	10 в зонах контакта
63	Горная часть (Мугоджары, Каратау)	Расчеты параметров не производились										4 568			
		Итого по районам 62—63										12 063 2 560 36 1 215	1,651 0,401 0,005 0,194	До 1 1—3 3—5 До 10	
												14 535	2,251		

Водоносный комплекс палеозойско-палеогеновых отложений Мугоджар (Pz+Pg)

64	Грунтовый	60	—	42	30	0,0025	0,23	0,2	0,5	0,1	0,33	900 2 700	0,297 0,891	До 1 1—3	9
		Всего по районам 53—64										35 559	10,724		

III. АРАЛО-ТУРГАЙСКАЯ СИСТЕМА АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ

Тургай-Иргизское междуречье

Водоносный горизонт аллювиальных отложений (alQ)

65	Грунтовый	6	20	12	3	0,12	0,01	0,1	0,5	0,05	0,06	315 90	0,019 0,005	До 1 1—3	5
												405	0,024		

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Протяжная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль				
Водоносные горизоиты эоловых, иеогеиовых, палеогеиовых отложеиий (eol Q; N; Pg)															
66	Грунтовый	10	3	30	5	0,13	0,09	0,2	0,5	0,1	0,19	15 998	3,040	До 1	9
		9	3	27	5	0,13	0,09	0,4	0,5	0,2	0,29	4 880 450	0,927 0,130	1—3 До 1	
							Итого					16 448	3,170	До 1	
												4 880	0,927	1—3	
												21 328	4,097		
Водоиосиый комплекс эоцеиовых отложеиий (Pg_2)															
67	Напорный	19	2	38	70	0,1	0,03	0,1	0,5	0,05	0,08	1 890	0,151	5—10	35
Водоносиый комплекс сеиомаи-альбских отложеиий (Cr_2m+Cr_1al)															
68	Напорный	10	—	390	38	0,15	0,42	0,2	0,5	0,1	0,52	968	0,503	До 1	30
					Всего по Иргиз-Тургайскому междуречью							24 591	4,775		

Северное Приаралье

Водоносный горизонт эоловых отложений (eol Q)

69	Грунтовый (Б. Барсуки)	15	4	60	7,5	0,14	0,28	0,45	0,5	0,23	0,51	3 112 1 725	1,587 1,390	До 1 1—3	50
70	Грунтовый (М. Барсуки)	10	—	60	5	0,14	0,18	0,4	0,5	0,2	0,38	607	0,230	До 1	50
	Итого по районам 69—70											3 719 2 725	1,817 1,390	До 1 1—3	
												6 444	3,207		

Водоносный горизонт миоценовых отложений (N_1^1)

71	Напорный	18	2,7	43	16	0,13	0,27	0,2	0,5	0,1	0,37	405	0,15	1—3	15

Водоносный комплекс отложений континентального олигоцена (Pg_3^{2+3})

72	Напорный	26	2,3	60	46	0,12	0,33	0,2	0,5	0,1	0,43	585 1 214	0,251 0,522	1—3 3—10	10

Водоносный комплекс эоценовых отложений (Pg_2)

а) Челкарская синклиналь

73	Грунтовый	26	—	50	13	0,15	0,23	0,4	0,5	0,2	0,43	2 250	0,967	До 1	15
74	„	40	3	120	20	0,13	0,37	0,4	0,5	0,2	0,57	2 520	1,436	До 1	14
75	„	20	3	60	10	0,13	0,35	0,2	0,5	0,1	0,45	448	0,202	1—5	5
												450	0,203	5—10	
76	Напорный	40	4	160	70	0,14	0,43	0,2	1,0	0,2	0,63	3 960	2,495	До 1	
												8 000	5,040	1—5	80
												675	0,425	5—10	

Продолж. прилож. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль				
77	Напорный	40	4	160	105	0,14	0,40	0,2	1,0	0,2	0,6	2 475	1,485	1—5	110
78	Грунтовый	20	3	60	10	0,13	0,3	0,2	0,5	0,1	0,4	502	0,201	До 1	5
							Итого по районам 73—78					9 232	5,099	До 1	
												10 923	6,727	1—5	
												1 125	0,628	5—10	
												21 280	12,454		
							б) Жиланская синклиналь								
79	Грунтовый	18	3	54	9	0,13	0,3	0,1	0,5	0,05	0,35	337	0,118	До 1	10
												900	0,315	1—5	
80	Напорный	30	2,5	75	60	0,13	0,35	0,1	0,5	0,05	0,4	3 150	1,260	1—5	32
												2 587	1,035	5—10	
							Итого по районам 79—80					337	0,118	До 1	
												4 050	1,575	1—5	
												2 587	1,035	5—10	
												6 974	2,728		

в) Тогузская синклиналь

81	Грунтовый	18	3	54	9	0,13	0,3	0,2	0,5	0,1	0,4	450	0,180	До 1	10
												202	0,081	1—5	
												382	0,153	5—10	
82	Напорный	20	2,6	52	80	0,13	0,36	0,2	0,4	0,08	0,44	900	0,396	1—5	30
												675	0,297	5—10	
	Итого по районам 81—82											450	0,180	До 1	
												1 102	0,477	1—5	
												1 057	0,450	5—10	
												2 609	1,107		

г) Чокусинская синклиналь

83	Напорный	30	3	90	70	0,13	0,3	0,2	0,5	0,1	0,4	315	0,125	До 1	
												113	0,045	1—3	
												697	0,279	1—6	
												1 125	0,449		

Водоносный комплекс верхнемеловых отложений (Cr_2)

84	Напорный	20	3	60	90	0,13	0,07	0,61	0,5	0,05	0,12	1 440	0,173	5—10	20
85	„	20	—	200	113	0,13	0,37	0,1	1,0	0,1	0,47	1 697	0,798	1—3	80
86	„	15	—	100	90	0,15	0,12	0,1	1,0	0,1	0,22	3 666	0,807	3—5	30
												11 340	2,495	5—10	
												18 143	4,273		

Продолж. прилож. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*					Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Протяженность сосредоточенных заборов, *л/сек*
							за счет сработки естественных запасов упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: коэффициент к модулю подземного стока	за счет сработки естественных ресурсов: модуль питания	общий модуль				
Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений (Cr_2cm+Cr_1al)															
87	Напорный	22	6	132	50	0,15	0,16	0,2	0,5	0,1	0,26	4 118	1,071	1—3	30
88	Грунтовый	42	—	80	21	0,14	0,4	0,3	0,3	0,09	0,49	1 440	0,706	До 1	5
							Итого по районам 87—88					1 440	0,706	До 1	
												4 118	1,071	1—3	
												5 558	1,777		
							Всего по Северному Приаралью					64 337	26,918		
							Всего по районам 65—88					88 928	31,693		

IV. МАНГЫШЛАК-УСТЮРТСКАЯ СИСТЕМА АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ

Плато Устюрт

Водоносный горизонт эоловых песков (eol Q)

89	Грунтовый	10	—	65	5	0,15	0,2	—	—	—	0,50	700	0,35	До 3	50
	Сам	12	—	65	6	0,15	0,22	0,4	0,75	0,3	0,52	1 907	0,992	3—10	50
		8	3	24	4	0,1	0,07	0,2	0,5	0,1	0,17	380	0,065	До 3	

												384 22	0,065 0,004	1—3 3—5	
	Итого											3 393	0,415 0,065 0,004 0,992	До 3 1—3 3—5 3—10	
													1,476		
Водоносный горизонт сарматских известняков (N_1S)															
90	Грунтовый трещинный	4	5	20	2	0,025	0,058	0,1	0,5	0,05	0,108	18 000	1,944	1—3	
												24 240	2,618	3—5	10
											0,166	22 310	3,703	3—10	
	Устюрт	10	5	50	5		0,116					64 550	8,265		
Водоносный горизонт миоценовых отложений (N_1^1) (гельветских, аральских)															
91	Напорный	24	2,3	55	49	0,12	0,32	0,1	0,5	0,05	0,37	2 362	0,874	3—10	20
	Всего по Устюрту											70 305	10,615		
Мангышлак															
Водоносный горизонт эоловых отложений (eoLQ)															
92	Грунтовый, п-ов Бузачи	4	4	16	2	0,1	0,03	0,2	0,4	0,08	0,11	1 410	0,155	До 3	9
												2 400	0,264	3—5	
												2 600	0,286	5—10	

Продолж. приложе. 5

Номер расчетного гидрогеологического района на карте	Тип подземных вод	Средняя мощность водоносного горизонта (m), *м*	Коэффициент фильтрации (K), *м/сутки*	Средняя водопроводимость по району (km), *м²/сутки*	Принимаемое максимальное понижение (S_{max}), *м*	Коэффициент водоотдачи пород (μ)	Модуль эксплуатационных ресурсов, *л/сек с км²*: за счет сработки естественных запасов или упругих	за счет сработки естественных ресурсов: модуль подземного стока	коэффициент к модулю подземного стока	модуль питания	общий модуль	Площадь, *км²*	Ресурсы, *м³/сек*	Минерализация, *г/л*	Прогнозная производительность сосредоточенных заборов, *л/сек*
	Саускан	10	—	—	5						0,85	164	0,140	До 1	
	Тюесу	20	4	80	—	0,15					1,46	96	0,140	До 1	
	Баскудук	20			10		0,36	0,3	0,5	0,15	0,51	30	0,015	До 1	
							Итого по району 92					290	0,295	До 1	
												1 410	0,155	До 3	
												2 400	0,264	3—5	
												2 600	0,286	5—10	
												6 700	1,000		
	Водоносный горизонт сарматских известняков (N_1s)														
93	Грунтовый (трещинный)					0,025	0,08				0,13	300	0,039	До 3	12
	Степной Мангышлак	10	5	50	5	0,02	0,06	0,1	0,5	0,05	0,11	20 000	2,200	3—10	
							Итого по району 93					20 800			
													2,304		

Водоносный комплекс сеноман-альбских отложений (Cr_2m+Cr_1ab)

94	Напорный	30	—	100	130	0,15						2 500	0,525	До 2	100
95	»	50	—	150	160	0,15						5 500	1,25	2—3	
96	»	80	—	250	170	0,15						3 500	1,90	3—5	200
		100	—	350	100	0,15						22 000	3,00	5—10	
							Итого по районам 94—96					33 500	6,675		
							Всего по Мангышлаку					61 000	9,979		
							Всего по районам 89—96					131 305	20,595		
							Всего по Западному Казахстану по районам 1—96					448 863	184,042		

Примечание. Величина пьезопроводности равна $5 \cdot 10^{-4}$ для напорных водоносных горизонтов всех расчетных районов, за исключением районов 47 и 94—96, где она составляет $5 \cdot 10^{-5}$.

Дополнение к сводной таблице основных расчетных параметров (с учетом расчетов по методу аналогии)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Прикаспийский сложный артезианский бассейн															
I	Волжско-Урал. песч. массив (Рын-пески, или Нарын-пески)	Грунтовый	10	3	30	5	0,12	0,5	0,6	0,5	0,3	0,8	41 200	33,000	До 10	10
II	Прикаспийские Каракумы	»	8	3	24	4	0,12	0,02	0,3	0,5	0,15	0,17	5 630	0,960	До 10	4
III	Тойсайган	»	8	3	24	4	0,12	0,02	0,3	0,5	0,15	0,17	2 480	0,422	До 10	4
IV	Бнйрюк	»	8	3	24	4	0,12	0,02	0,3	0,5	0,15	0,17	200	0,034	До 10	4
								Итого					49 510	34,416	До 10	

Продолж. прилож. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
							Уралтау-Мугоджарская горноскладчатая область									
63	Горная часть Мугоджар	Грунтовый	50	1	50	25	0,002	0,04	0,2	0,5	0,1	0,14	4568	0,640	До 1	5
				Итого дополнительно по Западному Казахстану										35,056		

Общая величиина эксплуатациоиных ресурсов подземиых вод по их мииерализации (с учетом расчетов по методике ВСЕГИНГЕО и по методу аиалогии для песчаных массивов Рын-пески, Тойсайган, Бийрюк, Прикаспийских Каракумов и горной части Мугоджар)

Гидрогеологнческий район	Всего, *м³/сек*	До 1	До 2	2—3	1—3	До 3	3—5	До 5	1—5	5—10	3—10	До 10
Прикаспийский	155,447	22,149	—	—	63,862	13,569	3,735	4,970	—	0,725	5,663	40,771
Уралтау-Мугоджарский	11,364	7,091	—	—	4,088	—	0,005	—	—	—	—	0,194
Арало-Тургайскнй	31,693	11,737	—	—	4,637	—	0,807	—	9,058	4,932	0,522	—
Мангышлак-Устюртский	20,594	0,295	0,525	1,250	2,009	0,609	4,851	—	—	3,286	7,769	—
Всего	219,098	41,258	0,525	1,250	74,596	14,178	9,398	4,970	9,058	8,943	13,954	40,968
В %	100	19,1	0,2	0,5	33,9	6,4	4,2	2,3	4,1	4,0	6,4	18,7

ГИДРОГЕОЛОГИЯ СССР. ТОМ XXXV

Западный Казахстан

Редактор издательства *Л. Г. Китаенко*
Техн. редакторы *В. В. Романова, Л. Д. Агапонова*
Корректор *Л. В. Сметанина*

Сдано в набор 15/VI-1971 г. Подписано в печать 25/XI-1971 г.
Т-19336 Формат 70×108¹/₁₆ Печ. л. 32,75+4,0 с цв. карт.
Усл. печ. л. 51,45 с цв. карт. Уч.-изд. л. 56,09 в т. ч. 9,81 цв. карт. Бумага № 1+офсетн. Индекс 3-4-1 Заказ 722/11074-2
Тираж 1000 экз. Цена 6 р. 60 к. с картами

Издательство «Недра». Москва, К-12, Третьяковский проезд, д. 1/19.
Ленинградская картфабрика ВАГТ