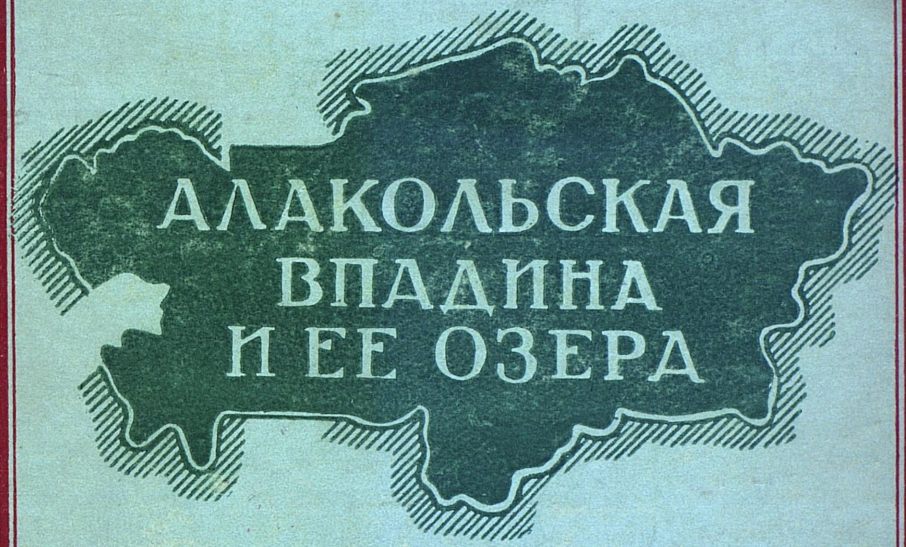
91
КВ 778

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР



АЛАКОЛЬСКАЯ ВПАДИНА И ЕЕ ОЗЕРА

АЛМА-АТА · 1965

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ КАЗАХСТАНА. ВЫП. 12

91
К В748
83

АЛАКОЛЬСКАЯ ВПАДИНА И ЕЕ ОЗЕРА

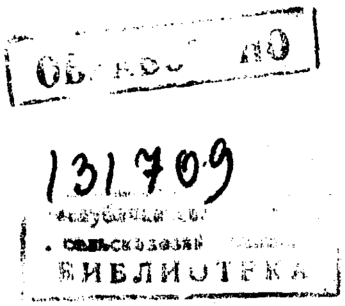
Издательство «НАУКА» Казахской ССР
АЛМА-АТА · 1965

Сборник составлен Сектором физической географии и Казахским филиалом географического общества по материалам новейших исследований, проведенных авторами. Он рассчитан на географов, гидрологов, метеорологов, ихтиологов, гидробиологов, работников плановых и других советских организаций, преподавателей и студентов.

В сборнике даны общая характеристика строения поверхности Алакольской впадины, климата, водных ресурсов, почвенного покрова, растительности. Рассматриваются география и гидрология озер, в частности морфометрия, морфология и динамика берегов, ветровой, уровенный и термический режимы, гидрохимия и гидробиология, ихтиофауна, биологическое обоснование интродукции новых пород рыб, современное использование рыбных ресурсов и перспектива их увеличения.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. Н. Пальгов (ответ. редактор), *Г. З. Попова, И. С. Соседов, П. П. Филонец* (ответ. секретарь)



АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

А. В. ПОПОВ

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И СТРОЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Алакольская впадина расположена на юго-востоке Казахстана. Она занимает юг Семипалатинской (Урджарский и Аягузский районы) и северо-восток Алма-Атинской (Алакольский и Аксуйский районы) областей.

Впадину оконтуривают, в виде подковы, хребты. На севере — Тарбагатай, на востоке — предгорья хребтов Барлык и Майли, на юге — Джунгарский Алатау. На западе Алакольская впадина постепенно сливается с Балхашской, а на юго-востоке узким межгорным проходом — Джунгарские ворота— соединяется с впадиной озера Эби-Нор, расположенной на территории КНР.

По своей конфигурации площадь впадины напоминает неправильный многоугольник, вытянутый с юго-востока на северо-запад на 300 *км*. Ширина ее равнинной части — от 10 *км* на юго-востоке до 100 *км* на северо-западе. В средней части расстояние от Джунгарского Алатау до хребта Тарбагатай составляет около 150 *км*.

Среди равнинных пространств Алакольской впадины выделяются изолированные возвышенности, имеющие характер гор или мелкосопочника. Так, в южной части впадины, к западу от Джунгарского Алатау, поднимаются небольшие горы Сайканы, Аркарлы-Арганаты. Южнее хребта Тарбагатай с запада на восток располагаются возвышенности Сейректас, Карпебай, Жайтобе, Бахты, Балтабай-Аркарлы и другие. Выходы палеозойского фундамента в виде отдельных сопок встречаются и в наиболее низкой части впадины — на островах озер Алаколь и Сасыкколь.

Значительные площади впадины заняты песчаными массивами, иногда заметно приподнимающимися над окружающей равниной. К юго-западу от оз. Сасыкколь располагают-

ся пески Каракум, Сарыкум, переходящие в пески Таскаракум, к северо-востоку от оз. Алаколь — пески Бийкум, Бармаккум и др.

В основном равнинная часть Алакольской впадины понижается в сторону озерных бассейнов от 800 *м* у предгорьев до 347 *м* у оз. Алаколь.

Рассматриваемый район располагается на широтах, соответствующих полосе, проходящей через Северный Кавказ, Крым, Румынию, Северную Италию и Францию.

Среднее количество солнечного тепла, воспринимаемого поверхностью впадины с мая по август, почти такое же, что и в тропиках на 15° с. ш. за этот же период, а в апреле и сентябре — не меньше, чем в тропиках в январе и декабре (Григорьев, 1944).

Алакольская впадина расположена глубоко внутри континента Евразии. Отсюда до берегов Северного Ледовитого океана на севере и до Черного моря на западе почти 3 000 *км*, до Тихого океана на востоке более 4 000 *км* и до Индийского океана на юге — свыше 2500 *км*. Эта особенность географического положения имеет огромное значение в формировании резко континентального климата, который в свою очередь оказывает влияние на формирование здесь в основном пустынно-полупустынных природных условий. Наличие горных поднятий значительно разнообразит природную обстановку района, а следовательно, и ее сельскохозяйственные возможности.

То обстоятельство, что описываемая территория находится к югу от области высокого давления (зимой — западный отрог сибирского антициклона, летом — отрог азорского максимума), в известной степени определяет циркуляцию здесь воздушных масс и типы погод.

Отрицательное значение для хозяйственной жизни района имеет сравнительная бедность поверхностными водами. Горы, являющиеся конденсаторами влаги, дают начало небольшим рекам и грунтовым потокам, которые, при умелом ведении хозяйства все же позволяют более продуктивно использовать орошаемые площади земли.

Наряду с неблагоприятными климатическими и гидрологическими условиями в освоении природных ресурсов территории значительным тормозом является также малая плотность населения, особенно восточной части района, и сравнительно большая оторванность от железных и шоссейных дорог. Строительство железной дороги Актогай — Госграница (при существовании шоссейной дороги вдоль склонов хребта Тарбагатай) только несколько облегчило внешние транспортные связи.

Современное строение поверхности Алакольской впадины и ее горного обрамления тесно связано со всей историей геологического развития страны. Уже в конце палеозоя на описываемой территории существовала горная страна, которая в мезозое, в результате интенсивных эрозионно-денудационных процессов, была снивелирована и превращена в пенеплен. Об этом свидетельствуют сохранившиеся поверхности выравнивания в Тарбагатае, Барлыке, Джунгарском Алатау.

В третичное время пологохолмистая равнина (пенеплен) с немногочисленными останцами, сложенными палеозойскими породами, испытывала незначительные поднятия, которые привели к размыву накопившейся коры выветривания и отложению в условиях жаркого и засушливого климата в основном красноцветных песчанистых глин.

В конце третичного и начале четвертичного периода произошло мощное поднятие Тарбагатая и Джунгарского Алатау, которое было осложнено в зонах разломов блоковыми подвижками. Одновременно с дифференцированными движениями блоков горного обрамления (особенно в Джунгарском Алатау), образовавших сложную систему ступенчатого рельефа, происходило опускание дна Алакольской впадины. Усилившиеся эрозионные процессы привели к возникновению мощных аллювиально-пролювиальных шлейфов у подножия гор, особенно хорошо выраженных вдоль Джунгарского Алатау и Барлыка.

В современном рельефе Алакольской впадины и опоясывающих горных поднятий можно выделить следующие типы рельефа (рис. 1).

I. Эрозионно-денудационные горы: Западный Тарбагатай, Джунгарский Алатау.

II. Холмисто-увалистые лёссовые предгорья хребтов Тарбагатай и Барлык.

III. Аллювиально-пролювиальные предгорные наклонные равнины Джунгарского Алатау, хребтов Барлык—Майли и Тарбагатая.

IV. Аллювиальные и озерно-аллювиальные плоские равнины.

V. Мелкосопочные горы и низкогорья.

VI. Пески.

I. *Эрозионно-денудационные горы.* Представлены двумя хребтами — Джунгарским Алатау и Западным Тарбагатаем, сложенными в основном палеозойскими плотными сильно дислоцированными породами, среди которых преобладают метаморфические и глинистые сланцы, песчаники, известняки и конгломераты с широким распространением эффузивных и меньшим — интрузивных пород.

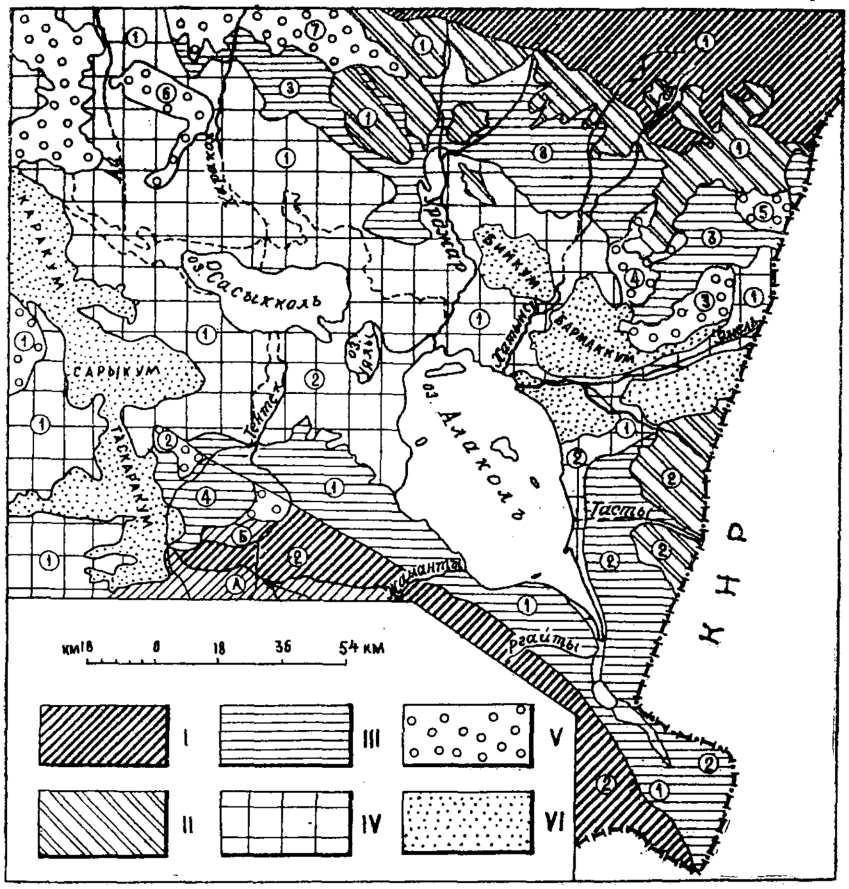


Рис. 1. Схема строения поверхности Алакольской впадины: I — эрозионно-денудационные горы: *1* — Западный Тарбагатай, *2* — Джунгарский Алатау; *А* — Колпаковская впадина, *Б* — Тункурузская впадина. II — холмисто-увалистые лёссовые предгорья: *1* — предгорья Тарбагатая, *2* — предгорья Барлыка. III — аллювиально-пролювиальные предгорные наклонные равнины: *1* — равнина Джунгарского Алатау, *2* — равнина хребтов Барлык и Майли, *3*—равнина хребта Тарбагатай, *4*—равнина гор Текели и Сайкан. IV — аллювиальные и озерно-аллювиальные плоские равнины: *1* — аллювиальная равнина, *2* — озерно-аллювиальная равнина. V — мелкосопочные горы и низкогорья: *1* — Арганаты—Аркарлы, *2* — Сайканы, *3* — Аркарлы, *4* — Балтабай, *5* — Бахты, *6* — Сейректас, *7* — Кызыл-Бельдеу. VI — пески.

1. Хребет Западный Тарбагатай, оконтуривающий на протяжении 150 *км* Алакольскую впадину с севера, имеет глыбовое строение, пологохолмистые водоразделы и крутые, сильно расчлененные южные склоны.

Пологохолмистые водоразделы в виде отдельных участков расположены на разных уровнях, их абсолютные высоты 800—2900 *м* увеличиваются в направлении к осевой зоне Тарбагатая.

Участки выровненных поверхностей окаймлены крутосклонным рельефом, представляющим расположенный ниже ярус. Ярусное строение хребтов обусловлено крупными блоковыми подвижками, происходившими в четвертичный период. Поднятия тектонических блоков вызвали резкое усиление эрозионных процессов, что привело к образованию крутосклонного, глубокорасчлененного рельефа, нередко с гребневидными и пикообразными водоразделами, каньонообразными труднопроходимыми долинами рек, иногда заложенными в тектонических разломах.

Относительная глубина вреза рек колеблется в широких пределах. Так, в верховьях р. Кельдымурат она достигает 1000 *м* при абсолютных высотах до 2600 *м* (высшая точка Западного Тарбагатая — 2991 *м*).

В горах Кызыл-Бельдеу, отделенных от западной части Тарбагатая Некрасовским грабеном, врез антецедентных долин (левые притоки р. Егинсу) составляет около 300 *м* при преобладании абсолютных высот 900—1100 *м*, а в низкогорных районах Тарбагатая относительные превышения доходят до 150 *м*.

Следует заметить, что ввиду меньшего развития гидрографической сети восточная, наиболее высокая часть Тарбагатая, изрезана меньше.

Очень крупной межгорной равниной Тарбагатая является Некрасовский грабен (абсолютные высоты 800—1200 *м*), оконтуренный хорошо выраженными тектоническими уступами гор Тарбагатая на севере и Кызыл-Бельдеу на юге.

Равнина вытянута с северо-запада на юго-восток на 40 *км*. при ширине 3—6 *км*.

Участки равнины, прилегающие к Тарбагатаю, приподняты над участками, прилегающими к горам Кызыл-Бельдеу, на 200—300 *м*.

Северо-западная часть межгорной впадины имеет пологохолмистый рельеф (рис. 2), на юго-востоке постепенно сменяющийся холмисто-увалистым, с колебаниями относительных высот до 50—70 *м*. Холмы и увалы, имеющие большей частью выпуклые склоны, ориентированы в направлении водотоков (притоки речек Каракол, Егинсу, Урджар), секущих равнину



Рис. 2. Пологохолмистый рельеф дна Некрасовской впадины.

поперек ее простирания. Глубина вреза речек увеличивается с севера на юг. Наименьшая глубина — у южного склона Тарбагатая, где происходит накопление обломочного материала, вынесенного из глубины гор, наибольшая — у гор Қызыл-Бельдеу.

Поверхность межгорной равнины сложена лёссовидными суглинками (видимая мощность у с. Благодатное 10 *м*), прикрывающими или коренные палеозойские породы и отчасти красноцветные третичные глины, или четвертичные валунно-галечниковые отложения.

На южных склонах Тарбагатая, на абсолютных высотах 1100—1500 *м*, встречаются и более мелкие слаборасчлененные межгорные впадины (Старопятигорская, Подгорненская) с сохранившимся покровом лёссовидных суглинков, также развитых на коренных породах палеозоя и рыхлых четвертичных аллювиально-пролювиальных отложениях.

2. Джунгарский Алатау, оконтуривающий Балхаш-Алакольскую впадину с юга, представляет собой систему широтно вытянутых хребтов, разделенных более или менее обширными межгорными понижениями. В сторону Алакольской впадины хребты и разделяющие их депрессии резко обрываются крутым уступом (рис. 3), глубоко расчлененным речными долинами. Уступ вытянут на северо-запад вдоль Джун-



Рис. 3. Уступ Джунгарского Алатау у оз. Джаланашколь.

гарского разлома. Начинается он от оз. Эби-Нор в КНР и продолжается до гор Арганаты у Балхаша. Высота уступа уменьшается как на северо-запад, так и на юго-восток, достигая у гор Аксай (вблизи оз. Джаланашколь) максимальной высоты 1300 *м*.

Джунгарский Алатау имеет ярко выраженное ярусное строение с чрезвычайно широким развитием поверхностей выравнивания (наряду с альпийскими формами рельефа высокогорий), лежащих на разных гипсометрических уровнях, уменьшающихся как на север, в сторону Южного Прибалхашья, так, отчасти, и на восток, в сторону Алакольской впадины. Слабохолмистые поверхности выравнивания приурочены как к водоразделам хребтов, лежащих нередко выше 4 *км*, так и к межгорным впадинам, имеющим высоты от нескольких сот метров до 2—2,5 *км*. Благодаря разной интенсивности эрозионных процессов, находящихся в зависимости от амплитуды поднятий горных хребтов, поверхности выравнивания высокогорий в виде небольших участков сохранились на гребнях водоразделов.

Так, у хребта Тастау ширина поверхности выравнивания составляет несколько сот метров, при высоте водоразделов 3—4 *км*.

В среднегорье и низкогорье денудационные поверхности, из-за меньшего эрозионного их расчленения, сохранились лучше и занимают бóльшие площади. Так, например, в хребтах Теректылы и Белькаин, при высоте водоразделов порядка 2 *км*, ширина поверхностей выравнивания составляет во многих местах более 10 *км*.

Восточная часть Джунгарского Алатау расчленяется сравнительно немногочисленными глубокими речными долинами. Долины рек большей частью крутосклонные, ущелеобразные, труднопроходимые. Часто они имеют линейный характер, что говорит о их тектоническом происхождении. Глубина долин по отношению к водоразделам различная (иногда более двух километров). Уменьшается как к верховьям, где реки берут начало на выровненных поверхностях, так и к низовьям (с уменьшением абсолютных высот горных поднятий). Во многих местах реки, прорезая хребты, образуют антецедентные долины.

В пределах восточной части Джунгарского Алатау, прилегающей к Алакольской впадине, на разных абсолютных высотах встречаются межгорные увалисто-холмистые впадины типа грабена.

Наиболее крупной из них является Колпаковская впадина. На севере она обрамлена Чибынды-Буламбай-Кайканскими горами, а на юге хребтами, относящимися к системе вы-

соких гор Кунгей. Впадина вытянута с востока на запад, от Алакольской впадины до р. Чинжалы, на 200 *км*. Ширина дна впадины колеблется в пределах 5—15 *км* (наибольшая ширина на западе).

Рельеф дна Колпаковской впадины увалисто-холмистый с колебаниями относительных высот до 50 *м*.

Впадина расчленена долинами, принадлежащими системам трех рек. В западной ее части берут начало правые притоки р. Чинжалы, имеющие неглубокие, но сравнительно широкие долины. Средняя часть впадины расчленена водотоками, принадлежащими Тентеку, глубина долин которых в некоторых местах составляет около 200 *м*. Река Жаманты, текущая вдоль впадины на восток, в сторону оз. Алаколь, образует почти непроходимый, 300—400 *м* глубиной, каньон, выработанный в твердых палеозойских породах.

Абсолютные высоты Колпаковской впадины, начиная от водораздела рек Жаманты и Тентека (около 1200 *м*), уменьшаются как на запад, где впадина постепенно переходит в лёссовые предгорья северных склонов Джунгарского Алатау, так и на восток (до 1000 *м*), где она 400—500-метровым, единым с горами, тектоническим уступом обрывается к Алакольской впадине.

В Колпаковской впадине широко развиты лёссовидные суглинки. Почти всюду они подстилаются галечниками, которые в свою очередь лежат на размытой поверхности третичных кирпично-красных глин (выходящих иногда на поверхность на востоке впадины).

Характерными элементами рельефа впадины являются: ступенчатые оползни (в районе сел Дзержинское и Глиновка), многочисленные просадки, в которых образуются мелкие временные озера, и овраги.

II. *Холмисто-увалистые лёссовые предгорья хребтов Тарбагатай и Барлык.*

1. Холмисто-увалистые лёссовые предгорья Тарбагатая — «прилавки» простираются вдоль его южных склонов на 150 *км* от гор Кызыл-Бельдеу — на западе до государственной границы — на востоке. Площадь, занимаемая ими, составляет 2620 *км*^{2}. Абсолютные высоты уменьшаются в сторону впадины (от 1000 до 400 *м*). Ширина предгорий в бассейне р. Урджар достигает 40 *км*, к западу и востоку она становится меньше. Полоса «прилавков» разделена современными конусами выноса рек на ряд массивов, языками вдающихся в плоские аллювиальные равнины Алакольской впадины.

Для «прилавков» характерно развитие пологосклонных увалов и удлиненных холмов с мягкими очертаниями конту-

ров, с довольно широкими округлыми волнистыми, реже куполовидными водоразделами. Они обычно ориентированы длинными осями параллельно южному склону Тарбагатая. Наряду с общей широтной ориентировкой часто можно встретить ориентировку форм, согласующуюся с направлениями современных водотоков (бассейн р. Урджар). Относительная высота увалов и холмов 20—50 *м*, крутизна склонов 5—10°, редко 20°.

Холмы и увалы вблизи гор обычно имеют крутые склоны и в основании небольшие размеры (0,3—1,0 *км*). По мере удаления от гор величина их увеличивается (длина до 2—3 *км* и высота до 100 *м*), очертания расплываются, а склоны расчленяются неглубокими балками.

Наряду с увалами, имеющими простые очертания, встречаются (особенно на западе района) увалы со сложной конфигурацией и многочисленными мелкими ответвлениями.

Поверхность прилавков сложена лёссами и лёссовидными суглинками, из-под которых иногда выходят коренные палеозойские породы. По долинам многих рек под лёссовыми отложениями можно проследить валунно-галечниковый материал древних конусов выноса, сохранивших правильные поверхности террас. Как правило, молодые конусы выноса рек лёссовидными суглинками не перекрываются.

Мощность лёссовых отложений различна. В предгорных районах она меньше, а по мере удаления от них заметно увеличивается. Так, видимая мощность лёссовых отложений, покрывающих валунно-галечниковый материал у с. Благодарное, — 4 *м* (рис. 4), выше по течению реки, но дальше от современной долины, она составляет уже 15 *м*.

Южнее с. Урджар, в обрывах долины р. Урджар, размывающей западный склон лёссового холма, видимая мощность лёсса 35 *м*, по другим данным — более 70 *м*.

Как уже отмечалось, холмисто-увалистые предгорья Тарбагатая пересечены серией рек, многие из которых образуют плоские, но обширные конусы выноса с глубиной современного вреза 10—20 *м* и более. Крупные реки имеют хорошо выраженную пойму и две-три террасы. Так, левый приток р. Урджар — Кусак — у выхода из гор имеет четыре террасы высотой 1,5; 1,5; 11 и 4 *м*, на горном склоне, на высоте 40—50 *м*, просматривается площадка, по-видимому, пятой скульптурной террасы. Первые две террасы сложены валунно-галечниковым материалом, который уходит и под две вторые террасы, с поверхности сложенные уже лёссом и лёссовидными суглинками. Террасированные долины с постоянными водотоками обычно хорошо прослеживаются после выхода из гор на 4—20 *км* в пределах холмисто-увалистых предгорьев.

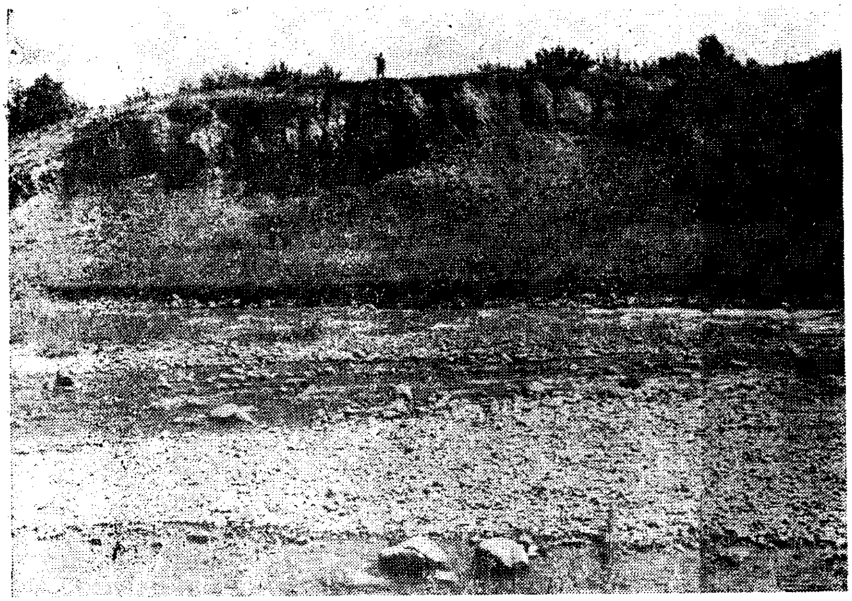


Рис. 4. Правый берег р. Маканчи у с. Благодарное. В обрыве берега видны галечник и покрывающие его лёссовые отложения.

2. Холмисто-увалистые лёссовые предгорья Барлыка с абсолютными высотами от 500 до 1100 *м* расположены на востоке Алакольской впадины. Вытянуты на 50 *км* вдоль государственной границы от долины Эмель на севере до сухого русла Шуршут — на юге при ширине в районе ручья Арасан до 20 *км*. Площадь 750 *км*^{2}. В основании сложены палеозойскими породами, перекрытыми с поверхности мощной (до 60 *м*) толщей сильно карбонатных лёссовидных супесей и песков, придающих формам рельефа мягкие очертания. Предгорья Барлыка, сравнительно полого поднимающиеся над Алакольской впадиной, расчленены многочисленными (большей частью сухими) долинами.

Неотектоническая активность предгорий Тарбагатая и Барлыка проявляется в углублении антецедентных долин, врезах рек в древние и современные конусы выносов и сейсмичности района.

III. *Аллювиально-пролювиальные предгорные наклонные равнины.*

1. Предгорная равнина Джунгарского Алатау простирается вдоль северо-восточных его склонов на 180 *км* от р. Чинжалы — на северо-западе до государственной границы с КНР — на юго-востоке. Площадь ее 2220 *км*^{2}. Абсолютная высота 347—800 *м*. Общее падение высот наблю-

дается как на северо-восток, в сторону озер, так и в стороны от конуса выноса р. Ргайты. На один километр длины конуса выноса рек падение их поверхности (см. табл. 1) постепенно увеличивается от 6 *м* — на северо-западе (р. Чинжалы) до 32 *м* — на юго-востоке (р. Чиндалы).

Таблица 1

Глубина вреза рек в вершины конусов выноса

Реки	Абсолютная высота вершины конуса выноса реки, *м* над ур. м.	Глубина вреза реки в вершину конуса выноса, *м*	Ширина террасированной долины у выхода из гор, *км*	Длина конуса, *км*	Падение, *м* на 1 *км* длины конуса
Чинжалы	430	20	0,5—0,8	8	6
Тентек	540	25	0,8	25	7
Жаманты	620	49	0,4	16	17
Ргайты	720	60	0,5	20	19
Токты	620	24 (по Курдюкову К. В.)	0,5	9	23
Чиндалы	780	30 (по Курдюкову К. В.)	0,2	10	32

Ширина равнины колеблется от 25 (на северо-западе, в районе конуса выноса р. Тентек) до 1 *км* (в районе оз. Джаланашколь, где располагается и наиболее узкая часть Джунгарских ворот). Образована равнина континентальными дельтами рек Чинжалы, Тентека, Жаманты, Ргайты, Токты и Чиндалы.

Особенно хорошо выражены в рельефе конусы выноса рек Тентека, Жаманты и Ргайты, уклоны которых достигают 6°.

Приподнятая часть равнины на юго-западе оконтурена прямолинейным тектоническим уступом, проходящим вдоль Джунгарского разлома.

Джунгарский разлом хорошо прослеживается на местности по просадкам, встречающимся вдоль гор в виде продольных логов и мелких впадин, нередко заполненных водой (рис. 5). К разлому почти повсеместно приурочены многочисленные родники и прерывистая зеленая полоса растительности, выделяющаяся на сером фоне предгорных шлейфов. В некоторых местах разлом, проходя по вершинам конусов выноса, разрывает их и образует двух-трехметровый уступ, обращенный в сторону впадины.

Конусы выноса рек Жаманты и Ргайты, достигающие оз. Алаколь, обусловливают плавные изгибы его береговой линии, периферийные же части конуса Тентека, приподнятые над плоским дном озерно-аллювиальной равнины, имеют фор-

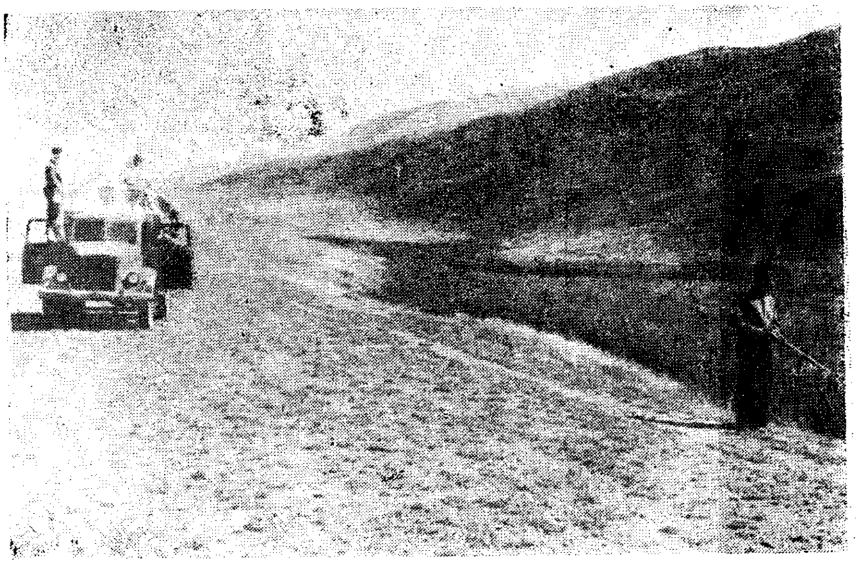


Рис. 5. Лог с водой, образовавшийся по линии Джунгарского разлома.

му лопастей, свидетельствующую о прошлом положении русел, по которым с гор выносился сюда рыхло-обломочный материал.

В настоящее время, в результате абразионной деятельности оз. Алаколь, конус выноса Жаманты во многих местах обрывается к воде уступами высотой до 9 *м*.

Поскольку на юго-востоке впадины отроги хребтов Барлык и Майли, с одной стороны, и Джунгарского Алатау — с другой, близко подходят друг к другу, конусы рек, несмотря на их незначительную величину, смыкаются и образуют в середине Джунгарских ворот узкое прямолинейное понижение. Конусы же рек Ргайты и Кусак, сомкнувшись, отделили участок дна Джунгарских ворот, на месте которого возникло неглубокое оз. Джаланашколь. Конусы выноса почти всех рек сложены в основном валунно-галечниковыми отложениями, которые с удалением рек от гор к периферии иногда сменяются щебенистыми песками и супесью. Сравнительно слабо выраженный конус выноса р. Чинжалы, расположенный к западу от р. Тентек, сложен разнозернистыми песками и супесью с гравийно-галечниковыми и щебенистыми прослойками.

Мощность валунно-галечниковых отложений весьма значительна, даже по периферии конусов она составляет более 100 *м*. Вдоль гор Джунгарского Алатау валунно-галечниковые конусы выноса рек покрыты нешироким плащом делювиальных отложений.

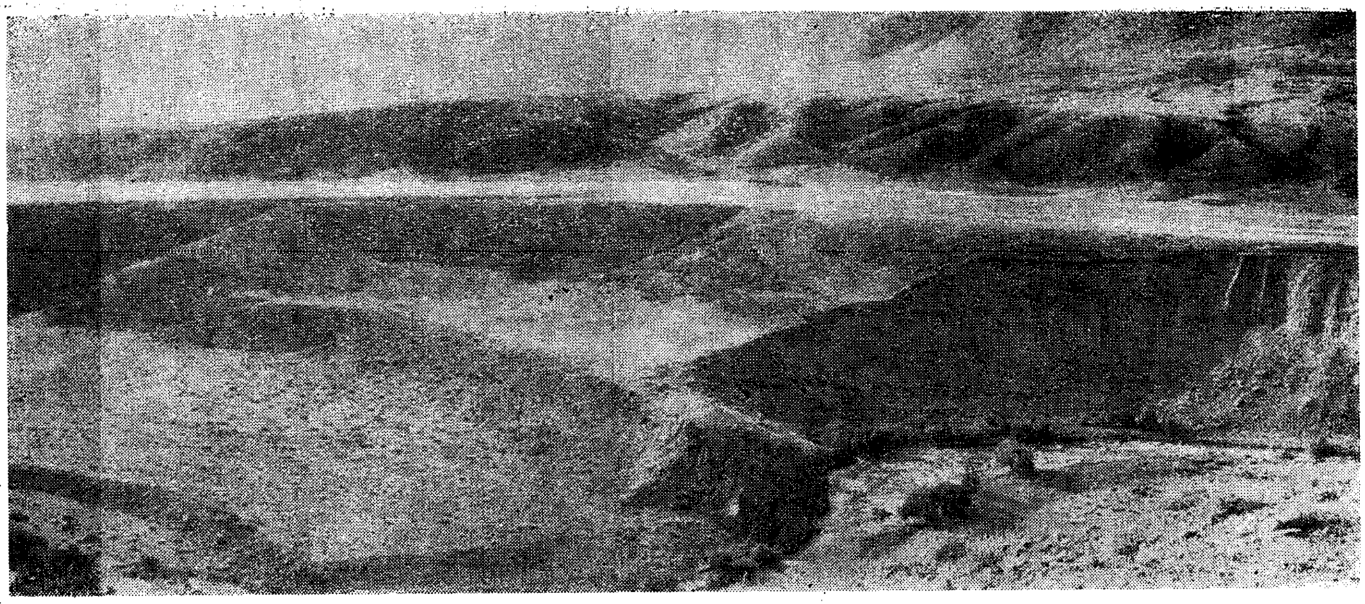


Рис. 6. Террасы долины р. Ргайты у выхода ее из гор.

В общем равнинный слабоволнистый рельеф конусов выноса осложнен неглубокими саями и современными речными долинами, врезанными на разную глубину в древние конусы выноса. Наиболее глубоко прорезаны вершины конусов, приподнятые молодыми тектоническими движениями над дном Алакольской впадины (см. табл. 1).

Как видно из данных таблицы, глубина вреза рек уменьшается от р. Ргайты (60 *м*) как на юго-восток, так и на северо-запад.

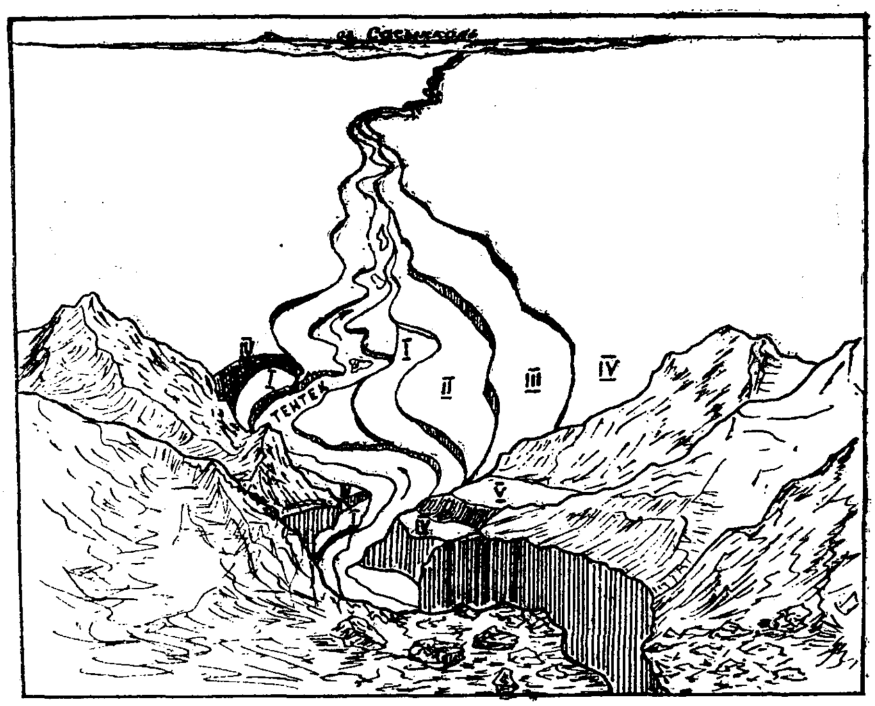


Рис. 7. План расположения террас долины р. Тентек у выхода ее из Джунгарского Алатау. *Рис. М. Каймирасова.*

Все долины рек имеют террасы (рис. 6, 7). У крупных рек (Тентек, Жаманты, Ргайты) их обычно пять. Четыре из них сложены валунно-галечниковым материалом. Четвертые террасы, занимающие почти всю поверхность конусов, прикрыты у самых гор суглинками, достигающими в вершине конуса мощности до 12 *м* (р. Ргайты). При удалении от гор суглинки постепенно выклиниваются, а затем вновь появляются на границе с озерно-аллювиальной равниной и в понижениях между конусами выноса рек. В Джунгарских воротах и вбли-

131709

зи них суглинистый материал выносится ветрами, и на поверхности равнин остается сплошной слой черного от «загара» щебня. У крупных рек, при выходе из гор, на береговых склонах заметны площадки пятой террасы, обычно выработанные в коренных породах, но прикрытые сверху или валунно-галечниковым материалом незначительной мощности, или лёссовидными суглинками, перемешанными со щебнем.

Ближе к устьям рек террасы постепенно выклиниваются, высота их уменьшается и у периферии четвертая терраса сливается с поймой. Интересно отметить (табл. 2), что высота первой террасы у всех рек, пересекающих наклонную равнину, примерно одинакова.

Таблица 2

Относительная высота речных террас, *м*

Реки	Террасы, *м*				
	I	II	III	IV	V
Тентек	3,2	6	15	25	47
Жаманты	1.6	5	19	39	49
Ргайты	2.6	13	42	60	105

При сравнении долин рек Тентека, Жаманты и Ргайты (имеющих примерно одинаковые расходы) видно, что высоты остальных террас, по мере продвижения на юго-восток, увеличиваются, что, по-видимому, говорит о более интенсивном поднятии конуса р. Ргайты, происходившем до формирования первой надпойменной террасы.

2. Предгорная равнина хребтов Барлык и Майли примыкает к холмисто-увалистым предгорьям Барлыка и непосредственно к западным и юго-западным склонам Барлыка и Майли и занимает восточные склоны Джунгарских ворот.

При длине около 120 *км* ширина ее обычно около 20 *км*, но по долине р. Тасты она составляет 38 *км*, а в районе между южным концом Алаколя и горами Қату она уменьшается до 3 *км*. Площадь ее 1370 *км*^{2}.

Наклонная равнина представляет собой шлейф, образованный слабо выраженными конусами выноса как постоянных рек, так и временных потоков.

Абсолютные высоты равнины колеблются от 360 (вблизи озера Алаколь) до 900 *м* (у склонов гор). Падение высот здесь более значительное, чем в предыдущем районе. Так, на 1 *км* оно составляет почти по всему конусу р. Тасты 14 *м*

на юге, по конусу р. Кусак, уже 30—40 *м*, а на конусе сая Теректы — до 45 *м*.

Наклонная равнина сложена в основном валунно-галечниковыми отложениями, перемешанными с щебенистыми песками. В верховьях р. Тасты видимая мощность отложений около 40 *м*, а в скважинах к востоку от Алаколя они составляют почти 300-метровую толщу, подстилаемую палеозойскими образованиями. С поверхности эти отложения перекрыты иногда значительной толщей суглинков, имеющих нередко лёссовидный характер (бассейн р. Тасты).

Почти равнинный рельеф шлейфов нарушается современными долинами рек Тасты, Кусак и саями.

Наиболее хорошо выражена долина р. Тасты, у которой в вершине конуса наблюдается четыре террасы. Последняя перекрыта восьмиметровым слоем лёссовидных суглинков, подстилаемых галечником. При увеличении ширины долины и исчезновении воды (инфильтрация) террасы постепенно выклиниваются и остаются только неглубокие (0,5—1 *м*) сухие промоины, доходящие до Алаколя.

Ширина долин саев до 500 *м* при высоте отвесных валунно-галечниковых берегов 7—10 и иногда до 30 *м*.

Формирование предгорных аллювиально-пролювиальных наклонных равнин Джунгарского Алатау, Барлыка и Майли началось после плиоцена. Усилившееся в первой половине четвертичного периода поднятие сопровождалось накоплением значительной мощности валунно-галечникового материала и образованием больших конусов выноса.

Во второй половине четвертичного периода испытала поднятие предгорная часть конусов выноса, в результате чего произошло глубокое врезание рек в собственные наносы и формирование новых частично наложенных конусов выноса, расположенных ниже предыдущих.

3. Предгорная равнина Тарбагатая простирается на 180 *км* вдоль южных склонов хребта и примыкает на севере к холмисто-увалистым предгорьям. На юге она переходит в плоскоаллювиальную равнину примерно по линии: горы Аркарлы-Балтабай — сопка Жайтобе — низовья реки Кусак (левый приток р. Урджар) и далее, с небольшим отклонением на юг к мелкосопочным горам Сейректас. Преобладающая ширина равнины около 20 *км*. Площадь 3200 *км*^{2}. Абсолютные высоты изменяются в пределах 400—800 *м*. Наклон равнины в сторону озер впадины несколько меньше наклона предыдущих предгорных равнин. Образована равнина слившимися конусами выноса небольших рек хребта Тарбагатай. Сложена в основании галечниково-щебенистыми отложениями с песком, перекрытыми сверху супесями и суглинками.

Новейшие части конуса выноса рек с поверхности или лишены мелкоземистого материала, или он имеет незначительную мощность. Над равниной местами возвышаются эрозионные останцы, сложенные плотными палеозойскими породами.

Равнинный рельеф нарушается речными долинами (ширина 1—2 *км*, глубина 10—15 *м*). Русла рек в наиболее жаркое время года обычно лишены воды, которая, инфильтруясь в верховьях, вновь регенерирует только по южной границе наклонной равнины (реки Каракол, Кусак, Егинсу, Маканчи, Каработа и др.).

IV. *Аллювиальные и озерно-аллювиальные плоские равнины.*

1. Аллювиальная равнина занимает дно Алакольской впадины на севере и на западе и имеет абсолютные высоты 360—450 *м*. Сюда обычно относят нижнюю часть бассейнов рек Чиликты, Ай, Каракол, Урджар, Хатынсу и Эмель, а также пространства, заключенные между песками Сарыкум и оз. Сасыкколь.

Поверхность равнины (сложенная глинами, суглинками, песками и реже щебнисто-галечниковым материалом) плоская, реже пологохолмистая. Встречаются неглубокие и неширокие долины рек с постоянными или временными водотоками и слабо выраженными пологосклонными солончаковыми или такыровидными понижениями.

2. Озерно-аллювиальная равнина занимает наиболее пониженную часть Алакольской впадины с абсолютными высотами 347—360 *м*.

Вытянута с северо-запада (от сора Клы) на юго-восток (до Джунгарских ворот) на 250 *км* при ширине от 1 до 50 *км*. Площадь 2570 $км^2$, не включая площади озер. В середине равнины, в наиболее широкой ее части, расположены озера впадины.

Озерно-аллювиальная равнина сложена с поверхности в основном современными озерными и отчасти речными тонкозернистыми пылеватыми и глинистыми песками (изредка с рассеянной в них галькой), пылеватыми супесями и суглинками, пестроокрашенными глинами и полуторфянистыми грунтами.

Ровная, однообразно-монотонная поверхность озерно-аллювиальной равнины несколько нарушается небольшими пологими и слабозаметными понижениями, занятыми либо озерами, либо сухими котловинами, наполняющимися весной талыми снеговыми водами, либо сорами и солончаками.

В пределах равнины располагаются меандрирующие низовья многих рек, которые, впадая в озера, нередко образуют

низкие полуострова. Значительная площадь равнины заболочена.

V. *Мелкосопочные горы и низкогорья* с аридно-денудационной обработкой приурочены главным образом к периферии Алакольской впадины. Они выходят из-под покрова кайнозойских отложений в виде небольших горных групп и изолированных возвышенностей (являющихся выступами палеозойского основания), обычно тянущихся цепочкой в направлении основных тектонических структур.

1. Наиболее крупным выступом палеозойского фундамента является изолированная горная группа Арганаты — Аркарлы, глыбой возвышающаяся на 100—130 *м* среди плоских аллювиальных равнин — между озерами Балхаш и Сасыкколь.

Горы Арганаты и Аркарлы образуют почти замкнутое кольцо, диаметр которого составляет 40—45 *км*, с межгорной холмистой равниной, покрытой суглинисто-щебенистыми отложениями, с массивом безымянных бугристо-грядовых песков в центре понижения. Межгорная равнина, имеющая абсолютную высоту 450—600 *м*, представляет собой участок поверхности выравнивания, сформировавшийся, как и в Джунгарском Алатау, в дотретичное время.

Наибольшие отметки высот приурочены в периферийной части гор. На севере, в горах Арганаты, они достигают 710 *м*, на юге, в горах Аркарлы, — до 755 *м*.

Для периферийной части гор (шириной до 4 *км*) характерен резко расчлененный эрозионный рельеф с крутосклонными короткими долинами и скалистыми водоразделами. Особенно сильное эрозионное расчленение приурочено к линиям тектонических разломов, оконтуривающих эту группу гор почти со всех сторон. Вдоль разломов широко развиты делювиально-пролювиальные наклонные равнины подгорных шлейфов, сложенных главным образом суглинисто-щебенистым материалом. Ширина равнин, расчлененных руслами временных потоков, вдоль южных склонов гор Аркарлы достигает 12 *км*, вдоль северных склонов гор Арганаты — до 6 *км*. Вдоль восточных и северо-восточных склонов этой группы гор предгорный шлейф был почти размыт протекавшей здесь в древнее время рекой Лепсой.

2. Горы Бала-Сайкан, Улькун-Сайкан, Эрге-Сайкан расположены между Аркарлами и Джунгарским Алатау. Это серия блоков, претерпевших поднятия в послетретичный период по линии Джунгарского разлома. Эрозионно-денудационная слабо расчлененная пологохолмистая поверхность их, приподнятая в Улькун-Сайкане до 884 *м*, в Бала-

Сайкане до 618 *м* и в Эрге-Сайкане (юго-западное продолжение Улькун-Сайкана) — до 689 *м*; наклонена на запад и уходит постепенно под рыхлые четвертичные отложения прилегающей равнины.

На востоке и северо-востоке горы обрываются крутыми, иногда отвесными слаборасчлененными склонами. Так, относительная высота склонов гор Улькун-Сайкан достигает 400 *м*, а высота склонов Бала-Сайкан уменьшается до 100 *м*.

3. Низкогорье Балтабай-Аркарлы расположено на северо-востоке Алакольской впадины в междуречье Хатынсу и Эмель. Между горами Балтабай, занимающими север этого поднятия, и горами Аркарлы, занимающими его юг, протянулась широкая межсопочная суглинистая долина — урочище Коптас.

Для большей части гор Балтабай-Аркарлы характерен слаборасчлененный низкогорный рельеф с выровненными пологохолмистыми участками.

Наибольшие абсолютные высоты (горы Балтабай — 723 *м*, Аркарлы — 848 *м*) наблюдаются на юго-востоке гор. К этим же районам приурочено и наибольшее их эрозионное расчленение.

Особенно расчленены юго-восточные склоны гор Аркарлы, поднимающиеся тектоническим уступом над прилегающей долиной р. Эмель более чем на 300 *м*. Глубина вреза сухих долин в юго-восточные склоны Аркарлов достигает 200 *м*. В западной части этих гор встречаются куэстовые формы рельефа.

Северные и западные склоны гор Аркарлы и Балтабай постепенно сливаются с пологохолмистой предгорной равниной. У крутых склонов гор Аркарлы расположена слаборасчлененная наклонная равнина (шириной до 4 *км*), сложенная делювиально-пролювиальным щебнисто-супесчаным материалом.

4. Горы Бахты расположены на крайнем северо-востоке Алакольской впадины, в междуречье небольших рек Каработа и Акшокы, стекающих с Тарбагатая. Вытянуты с запада на восток на 16 *км*. Крутые южные склоны густо расчленены каньонообразными (глубиной 200—250 *м*) долинами. Относительная высота южных склонов доходит до 500 *м*, при абсолютной высоте гор 1270 *м*. Вершинная выровненная поверхность гор постепенно переходит в северные склоны, которые незаметно сливаются с холмисто-увалистыми предгорьями Тарбагатая. С юга к крутым склонам гор Бахты примыкает 2—5-километровая слаборасчлененная пролювиально-делювиальная щебнисто-суглинистая сильно наклонная равнина.

5. Сейректас — невысокие слаборасчлененные горы на северо-западе Алакольской впадины, в междуречье небольших речек Ай и Каракол, в 40 *км* к северу от оз. Сасыкколь. Вытянуты в запад-северо-западном направлении на 25 *км*. Ширина их до 7 *км*. Склоны гор пологие, постепенно переходящие в широкий делювиально-пролювиальный шлейф.

На выровненной пенепленизированной поверхности гор по их простиранию наблюдается цепь невысоких возвышенностей с куполовидными защебненными вершинами. Наибольшая абсолютная отметка гор достигает 617 *м* при высоте прилегающих равнин 450—500 *м*.

От восточного конца гор на юг в сторону оз. Сасыкколь протянулась цепь изолированных овальных сопок (Жиделикара, Беспахан и др.), являющихся по существу вершинами части гор Сейректас, погребенной под рыхлыми отложениями кайнозоя.

К западу от долины р. Ай расположена слабо расчлененная мелкосопочная денудационная равнина (абсолютные высоты 400—500 *м*), выработанная в палеозойских породах. Встречаются приподнятые на 50—100 *м* небольшие горы, иногда пересеченные антецедентными долинами — свидетелями недавнего их поднятия. На общем холмисто-сопочном фоне четко выделяются широкие долинообразные плоские понижения, занятые в наиболее низких местах солончаками, сорами, солеными озерами и редко такыровидными участками.

На фоне предгорных равнин Тарбагатая и над водной гладью озер Сасыкколь и Алаколь четко выделяются изолированные возвышенности, имеющие характер холмов с округлыми или плоскими вершинами и пологими склонами (Карпебай, Катанкарай, Балатобе, острова Улькен Аралтобе и Аралтобе) или крутосклонных сопок с острыми вершинами (Жайтобе, остров Кишкене Аралтобе). Первые поднимаются над прилегающей территорией на 50—160 *м*, вторые — на 150—300 *м*.

Сложены они эффузивно-осадочными толщами палеозоя и прикрыты маломощным покровом делювия, образующем у их подножия различной ширины наклонные шлейфы. Некоторые возвышенности, как, например, Карпебай, Катанкарай (южнее с. Урджар), покрыты лёссовыми отложениями значительной мощности.

VI. *Пески* в Алакольской впадине имеют меньшее распространение, чем в Южном Прибалхашье, однако и здесь они занимают значительные площади (4350 *км*^{2}). Расположены пески отдельными массивами среди плоской аллювиальной равнины. Между горами Аркарлы и оз. Сасыкколь с северо-запада на юго-восток протянулась лента песчаных массивов,

известных под названием: на севере — Каракумы (рис. 8), на юге — Таскаракумы, в центре — Сарыкумы. К северо-востоку от оз. Алаколь, в междуречье рек Урджар и Хатынсу расположены пески Бийкум, по правобережью низовий р. Эмель — Бармаккум, по левобережью ее — Умбеткоссайшагыл.



Рис. 8. Северо-западная часть полого-бугристых песков Каракум.

Массивы сложены обычно хорошо отсортированными средне- и мелкозернистыми кварцево-полевошпатовыми песками, иногда с включением редкого гравия и галечника (значительные толщи галечника подстилают пески Таскаракум). Мощность песков различная — от нескольких метров до 100 *м* и более (Каракум).

Переход песчаных массивов в суглинистые равнины постепенный, кроме западной части (Каракум — Сарыкум — Таскаракум), резко (на 10—20 *м*) возвышающейся над равниной. Средние части массивов обычно поднимаются над окружающими равнинами на 40—50 *м*.

Основные формы накоплений во всех массивах впадины — бугристые пески, большей частью с колебаниями высот от 2 до 10 *м*. В песках западной части впадины, где колебания высот могут достигать до 20 *м*, преобладают бугристо-грядовые формы, ориентированные длинными осями почти в широтном направлении. Северный склон этих накоплений обычно более крутой. Межбугровые понижения иногда заняты такырами и солончаками.



Рис. 9. Участок вторичного развевания в песках Сарыкум (вид с самолета).

Пески хорошо закреплены растительностью, однако встречаются участки вторичного развевания (рис. 9), появившиеся при бессистемном выпасе скота. Массивы служат хорошими зимними пастбищами. В некоторых местах на них производят заготовку кормов.

ЛИТЕРАТУРА

Бувалкин А. К. и Жаймин М. И. Алакольский угленосный район. «Известия АН КазССР, серия геологическая», 1958, вып. 1 (30).

Галицкий В. В. Палеогидрография и неотектоника Восточного Прибалхашья. «Известия АН КазССР, серия геологическая», 1957, вып. 3 (28).

Сб. «Геология СССР. Восточный Казахстан», т. XX. М., 1941.

Григорьев А. А. Природные условия Казахстана. М.—Л., 1944.

Калесник С. В. Геологические и геоморфологические наблюдения на северном склоне Джунгарского Алатау. «Известия Государственного географического общества», 1933, т. 65, вып. 3.

Курдюков К. В. О колебаниях уровня озера Алаколь. В сб.: «Вопросы географии. Физическая география», № 24, 1951.

Курдюков К. В. Возраст Джунгарского разлома. «Известия АН СССР, серия геологическая», 1954, № 6.

Обручев В. А. Пограничная Джунгария, т. 3, вып. 1. Л., 1932.

Рубцов Н. И. Растительный покров Джунгарского Алатау. Алма-Ата, 1948.

Сваричевская З. А. Очерки по геоморфологии Казахстана. Л., 1941.

Сваричевская З. А. К истории Балхаш-Алакульской впадины. «Вестник Ленинградского университета», 1952, № 7.

Терлецкий Б. К. Геологическое описание Восточного Прибалхашья. М.—Л., 1940.

Юрдичев М. М. Джунгарский Алатау. М.—Л., 1940.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Т. М. ТРИФОНОВА

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Впадина расположена в глубине обширного материка Евразии, и это определяет две основные черты ее климата: резкую континентальность и засушливость.

Климат является результатом взаимодействия солнечной радиации, атмосферной циркуляции и характера подстилающей поверхности. Остановимся на характеристике первых двух факторов.

Продолжительность солнечного сияния в районе Алакольской впадины составляет приблизительно 2600—2800 часов в год. Максимум солнечного сияния приходится на июнь, реже на июль.

Продолжительность солнечного сияния в летние месяцы составляет 70—85% от возможного. Вследствие влияния гор она в предгорных и горных районах гораздо меньше, чем на равнине.

Следует отметить, что Алакольский бассейн является весьма перспективным для развития гелиотехники. Облачность здесь незначительна, в основном преобладают ясные дни. Так, по средним многолетним данным в августе и сентябре — наиболее безоблачном периоде — в отдельных районах отмечается до 11—14 ясных дней и только два-четыре пасмурных.

Зимой, наоборот, преобладает пасмурная погода (за исключением ст. Тахты). Однако и в холодное время года отмечается большая повторяемость ясных дней. Относительно большая частота ясных дней зимой вызывается частой повторяемостью антициклональной погоды, что в свою очередь связано с близостью барического отрога повышенного давления сибирского максимума.

Приток солнечной радиации достигает 125—130 *ккал/см*^{2} в год.

Количество тепла, получаемого в зимние месяцы, незначительно. Так, в декабре оно равно приблизительно 3 *ккал/см²*. Максимальные величины суммарной радиации за год приходятся на июнь (16—17 *ккал/см²*).

Радиационный баланс деятельной поверхности достигает 28—29 *ккал/см²* в год. В течение большей части года он положителен, зимой — отрицателен (в течение полутора-трех месяцев). Максимальное значение радиационного баланса приходится на июнь, а минимальное — на декабрь.

Циркуляционные факторы. Циркуляция атмосферы в изучаемом районе зимой определяется действием отрога сибирского барического максимума, направленного с востока на запад, через Центральный Казахстан, а летом — влиянием среднеазиатской термической депрессии и периодическим становлением барического отрога азорского максимума. Следовательно, и зимой и летом здесь должны господствовать ветры северо-восточной четверти.

Но горные хребты искажают этот режим. В холодное время года вся территория Казахстана, в том числе и его юго-восточная часть, находится в зоне преобладания антициклональных полей (повторяемость 60—70%), связанных с периодическим формированием и стационированием западного отрога сибирского максимума. Преобладание такой погоды зимой определяет процесс радиационного выхолаживания воздушных масс, что приводит к очень низким зимним температурам. Вторжение же холодного воздуха, которое сопровождается зачастую осадками, обычно происходит в тыл проходящих депрессий. При холодных фронтах наблюдается значительное понижение температуры воздуха, еще более усиливающееся в результате радиационного выхолаживания атмосферы. Наибольшую роль при этом играют северо-западные вторжения и менее существенную — северные и западные.

Кратковременные потепления зимой обычно связаны с выносами теплых масс воздуха с территории Средней Азии, лишенной в это время года снежного покрова и подверженной интенсивной солнечной инсоляции.

Весной циркуляция усиливается, что проявляется в постепенном отступании и разрушении барического отрога сибирского антициклона. Увеличивается приток солнечного тепла и усиливается вынос теплых воздушных масс с юга в более северные широты. В связи с этим отмечается постепенное смещение зоны деятельности арктического фронта на побережье Ледовитого океана, где он стационирует в теплое время года; одновременно циклоны иранской ветви полярного фронта (зимой стационирующего в широтах Ирана) все более про-

двигаются через Среднюю Азию в центральные районы Казахстана.

В весенний период, когда запасы влаги не только в почве, но и в воздухе велики, холодные вторжения, имеющие температуру иногда ниже 0°, вызывают значительные осадки, нередко переходящие в снег.

Для летнего времени характерны выносы из Средней Азии континентального тропического воздуха и формирование его на юге Казахстана в процессе интенсивной радиационной трансформации местных воздушных масс. Повторяемость антициклонального поля летом, как известно, колеблется в пределах 40—50%. С этим связаны на юго-востоке Казахстана малооблачная или ясная погода без осадков, ослабление ветровой деятельности и высокие летние температуры воздуха.

Осенние циркуляционные процессы в основном аналогичны весенним. В это время учащаются прохождения атмосферных фронтов, увеличивается число вторжений арктических масс воздуха, возрастает повторяемость и устойчивость антициклональных полей, заметно уменьшается приток солнечного тепла.

Система хребтов Джунгарского Алатау, Тарбагатая и других, окружающих Алакольскую впадину, существенно влияет на общую циркуляцию. Горные массивы обусловливают местные специфические условия циркуляции (горно-долинная циркуляция, ветры горных проходов, феновые ветры и т. д.).

Температура воздуха. На равнинной части впадины климат резко континентальный: продолжительная и малоснежная зима, в отдельные годы мороз достигает 48—51°, и жаркое, засушливое лето с весьма высокими дневными температурами, порядка 40—42°.

Предгорные же и горные районы по термическому режиму резко отличаются от прилегающих к ним равнин. Температурный режим в предгорьях в зимнее время характеризуется сильными орографическими инверсиями, которые возникают в связи с гравитационным оттоком с гор более холодных и тяжелых масс воздуха.

Высота и экспозиция горных склонов, пересеченность рельефа, глубина и ширина горных долин, их взаимное расположение и ряд других факторов создают особые условия для формирования здесь разнообразных климатов.

Влияние оз. Алаколь на температурный режим воздуха бассейна проявляется в основном в теплое время года. Оно ограничивается преимущественно полем деятельности бризовой циркуляции.

Таблица 1

Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Аягуз	—18,0	—15,8	—8,4	4,4	12,4	18,2	20,7	18,6	12,0	3,4	—7,6	—14,5	2,1
Тансык	—16,2	—14,6	—5,5	7,5	15,0	20,4	22,6	20,8	13,8	5,3	—5,1	—12,8	4,3
Урджар	—17,2	—14,6	—5,4	7,4	15,1	19,6	21,4	20,1	14,1	5,7	—4,6	—13,5	4,0
Бахты	—14,0	—11,9	—2,2	9,1	15,8	20,6	22,9	21,5	15,3	7,2	—2,9	—11,0	5,9
Уч-Арал	—14,8	—12,8	—2,9	9,2	16,9	21,6	23,7	22,0	15,8	7,6	—1,9	—10,2	6,2
Осиновка	—9,6	—7,7	—1,7	9,2	15,8	20,5	22,6	21,7	15,4	7,9	—0,8	—7,2	7,2
Тахты	—17,1	—13,1	—2,6	9,4	16,2	21,8	24,2	23,1	16,4	7,4	—3,1	—12,4	5,8
Джунгария	—15,8	—10,3	—2,2	9,0	14,6	19,1	22,3	21,0	16,6	8,2	—1,7	—9,2	6,0
Дружба	—16,8	—12,0	—2,1	10,2	15,9	22,3	24,9	23,3	18,3	8,2	—2,3	—10,2	6,5

Несмотря на относительно небольшую протяженность Алакольской впадины по меридиану термические условия ее крайних северных и южных окраин довольно резко различаются между собой. Так, на севере впадины многолетняя средняя годовая температура воздуха равна 2,1—4,3° (Аягуз — Тансык), а на крайнем юге (Джунгария — Дружба) —6,0—6,5° (табл. 1).

В январе средняя месячная температура воздуха составляет минус 10—18,0°. Февраль в большинстве районов теплее января. Резкое повышение температуры воздуха отмечается в марте — на 7—11°, в апреле, по сравнению с мартом,— на 10—13°. Таким образом, для короткой весны Алакольской впадины характерно интенсивное повышение температуры.

С последующим развитием весенних и летних процессов отмечается общее повышение температуры воздуха, достигающее своего максимума в июле. Высокие температуры воздуха летом обусловливаются высоким радиационным балансом. В то же время высокий термический фон в этом районе обусловливается адвекцией тропических масс воздуха из Средней Азии, а также прогреванием и иссушением воздуха.

Октябрь — месяц, завершающий теплое время года; по погодным условиям его следует отнести к осени. Средняя месячная температура воздуха в октябре колеблется в пределах 3,4—8,2°. Этот месяц характе-

рен и довольно резкими колебаниями температуры воздуха: отмечаются значительные как положительные, так и отрицательные температуры. Средние суточные температуры воздуха в отдельные годы могут быть как исключительно низкими, так и относительно высокими. Первые обусловливаются вторжением арктических и полярных масс воздуха с последующим радиационным выхолаживанием его в условиях антициклональной погоды.

В аномально теплые зимы средняя суточная температура воздуха может достигать даже плюс 5—10° (декабрь — февраль). Это связано с мощными выносами теплых масс воздуха из Средней Азии. Летом, наоборот, отмечаются резкие похолодания, связанные с вторжением с севера холодных масс воздуха, в результате чего температура в течение суток может снизиться до 0° (июнь, август).

Вегетационный период (со средними суточными температурами воздуха 5° и выше) начинается в основном с первой декады апреля и кончается в начале третьей декады октября, т. е. продолжается в среднем около 176—205 дней.

Общая сумма тепла, достигающая за этот период 3500—4000°, позволяет возделывать здесь южные теплолюбивые культуры (сахарную свеклу, рис, опийный мак и др.).

Умеряющее влияние озер Алакольской впадины, особенно крупных, прежде всего сказывается на изменениях суточного колебания температуры воздуха на их побережье. В теплое время года в прибрежной зоне они значительно меньше, чем в окружающих его пустынных районах (примерно на 4—6°).

Распределение максимальных температур по территории Алакольской впадины аналогично распределению средних суточных температур, но оно более ярко отражает термические особенности местных климатов. В течение всего года абсолютные максимальные температуры воздуха в районах, описываемого бассейна положительны. Наибольшей величины они достигают в июле и августе (40—45°). Абсолютные минимальные температуры воздуха достигают в отдельные дни минус 46—49°. Абсолютная амплитуда колебаний температуры воздуха, т. е. разность между наивысшей и самой низкой суточной температурой в годовом периоде, на равнинной территории составляет 85—90°. В прибрежной зоне и в горных районах она снижается до 80—60°.

Заморозки. Климатические условия Алакольской впадины благоприятствуют выращиванию здесь многих сельскохозяйственных культур, но в отдельные периоды их вегетации наблюдаются заморозки, которые могут наносить растениям большой ущерб.

Даты последних весенних и ранних осенних заморозков колеблются из года в год. На интенсивность и распределение их большое влияние оказывают местные орографические условия. Так, овощные и плодовые культуры, хорошо произрастающие на склонах, гибнут от поздних заморозков в понижениях.

Средняя многолетняя дата первых осенних заморозков в Алакольской впадине приходится на середину второй — третьей декады сентября. Окончание их отмечается в среднем многолетнем периоде во второй декаде — конце апреля или во второй — третьей декадах мая. Средняя продолжительность безморозного периода колеблется в пределах 114—184 дней.

Осадки. Равнинная территория Алакольского бассейна характеризуется ярко выраженной засушливостью. Это объясняется тем, что впадина расположена почти в центре Евразии и мало доступна непосредственному воздействию влажного атлантического воздуха, являющегося основным источником увлажнения. Из Атлантики в Алакольскую впадину он приходит значительно обезвоженным и, в зависимости от степени прогревания и иссушения почвы, дает разное количество осадков. Среднее годовое количество осадков колеблется в пределах 165—521 *мм* (табл. 2).

Таблица 2

Среднее количество осадков, *мм*

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год	За холодный период (XI—III)	За теплый период (IV—X)
Тансык	7	5	9	15	22	18	18	12	10	19	18	12	165	51	114
Аягуз	8	7	9	16	31	25	30	18	17	23	21	11	216	56	160
Урджар	37	26	29	34	38	25	27	16	22	39	58	51	402	201	201
Бахты	20	20	17	14	32	20	22	14	12	22	28	27	248	112	136
Уч-Арал	17	18	27	30	32	19	19	9	15	27	27	26	266	115	151
Осиновка	50	38	50	48	56	36	39	20	25	46	58	51	517	247	270
Тахты	3	4	13	23	27	25	16	18	30	35	28	12	234	60	174
Джунгария	8	9	18	13	15	20	24	12	9	13	22	11	174	68	106
Джаланаш	10	10	24	41	73	69	85	42	87	50	17	13	521	74	447

Атмосферные осадки распределяются по сезонам года неравномерно. В холодное время года (ноябрь—март) их выпадает несколько меньше, чем в теплое (апрель — октябрь), т. е. соответственно 51—247 и 106—447 *мм*. Это частично объясняется формированием сибирского антициклона, который достигает наибольшего развития в декабре — феврале.

Кроме того, на стационирующем в средних широтах Сибири арктическом фронте в холодное время года взаимодейст-

вуют бедные влагой арктические и полярные воздушные массы, большая повторяемость которых отмечается в это же время и по Казахстану.

Все это и обусловливает незначительные осадки в районе Балхаш-Алакольской впадины в период зимы.

Максимум осадков в большинстве районов Алакольской впадины приходится на весну, причем на равнине он отмечается в апреле и мае, в горах — в мае и июне.

Наименьшее количество осадков наблюдается преимущественно в августе и сентябре, за исключением станций, расположенных в районе Джунгарских ворот (Джунгария, Дружба, Тахты), где их минимум отмечается в зимнее время. Это, повидимому, объясняется частыми в это время года сухими юго-восточными ветрами «Эбе».

Последовательная перестройка общей атмосферной циркуляции с летней на зимнюю, заметное сезонное понижение температуры воздуха, учащение вторжений холодных масс и т. д. — все это в целом приводит к некоторому увеличению количества осадков осенью (октябрь) и в первые месяцы зимы (ноябрь).

Количество осадков от года к году подвержено значительным колебаниям. Так, например, годовые величины осадков колеблются от 150 до 700 *мм*. Еще более резко изменяются в отдельные годы их месячные суммы: от 0—1 до 96—133 *мм*— летом и от 0—11 до 32—128 *мм* — зимой.

Продолжительность выпадения осадков в холодное время года примерно в 2—3,5 раза больше, чем в теплое. Это объясняется тем, что летние осадки преимущественно ливневые, а зимние — обложные и затяжные. Продолжительность осадков изменяется не только помесячно, но и в зависимости от территории. В предгорных и горных районах она относительно больше, чем на соседних равнинах.

В теплое время года ливневые осадки иногда сопровождаются грозами. Как очень редкое явление, грозы бывают даже в холодное время года. Они возникают в основном на полярных фронтах, в большинстве случаев при наличии свежей ветви полярного или арктического фронта над Казахстаном (Парфенова, 1956). В среднем по отдельным районам Алакольской впадины насчитывается от 12 до 25 дней с грозами в год.

Снежный покров. В среднем за многолетний период первое выпадение снега наблюдается в основном в первой — начале второй декады ноября. В высокогорных районах (на большой высоте) снегопады с временным образованием снежного покрова возможны даже летом.

Первый выпавший снег в большинстве случаев держится

от одного до нескольких дней, так как обычно похолодание сменяется потеплением.

Устойчивый снежный покров образуется в конце второй — начале третьей декады ноября (табл. 3). Средняя высота снежного покрова в равнинных районах впадины незначительна. В Джунгарских воротах, судя по данным наблюдений за небольшой промежуток времени (1956—1961 гг.), высота снежного покрова особенно мала, что объясняется не только месторасположением этой долины, но и выдуванием снега во время сильных юго-восточных ветров.

Таблица 3

Высота снежного покрова по декадам, *см*

Станции	Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Тансык	—	.	.	.	4	6	8	13	15	17	18	20	20	20	18	14	10	3	.	.	—
Урджар	—	.	.	2	8	14	22	34	46	48	52	58	62	63	66	64	58	42	14	2	.
Уч-Арал	—	—	—	.	.	.	.	5	9	13	14	18	22	23	23	22	18	.	.	.	—
Бахты	—	—	—	.	3	8	9	17	20	20	21	25	25	23	22	18	8	.	.	.	—
Осиновка	.	.	(.)	2	6	11	16	22	32	36	42	47	53	54	51	50	41	21	3	.	.
Тахты	—	—	—	.	2	10	11	16	22	22	22	23	27	27	27	26	25	16	.	.	.
Джунгария	—	—	.	0,3	5	2	2	2	4	5	5	5	5	4	4	2	1	1	—	.	.
Дружба	—	—	—	.	0	1	0	1	1	1	1	2	2	3	2	1	0	.	.	—	—
Аягуз	—	.	.	.	9	9	12	16	16	16	17	19	23	23	23	22	19	16	.	.	—

Примечание. Знак точка (.) обозначает, что более чем в 50% в данной декаде снег отсутствует.

Наибольшая высота снежного покрова наблюдается во второй декаде февраля. В марте мощность снежного покрова быстро уменьшается. Разрушение его происходит в конце второй декады марта — начале апреля. Окончательно снег сходит очень неравномерно. Первыми оголяются гривы и склоны возвышенностей южных экспозиций; в местах с изрезанным рельефом снег сходит позже, чем на равнине.

Средняя глубина промерзания почвы под естественным снежным покровом колеблется в пределах 25—47 *см* (Прохоров, 1956), максимальная глубина в некоторые годы достигает 70—71 *см,* причем она приходится на конец февраля — начало марта.

Связанные с образованием снежного покрова метели имеют не только климатическое, но и народнохозяйственное значение. Благодаря им перераспределяются запасы снега, вследствие чего почва подвергается большей или меньшей промерзаемости. С другой стороны, они нарушают пути сообщения,

создают тяжелые условия для выпаса скота на зимних пастбищах.

Режим метелей, их частота, интенсивность и продолжительность зависят от многих причин: от структуры снежного покрова, скорости ветра, термических условий, рельефа местности и т. д. Среднее число дней с метелями по районам Алакольской впадины колеблется в пределах 3—26. Много метелей отмечается на северо-западе (Тансык), а также в районах станций Тахты и Джунгария. Незначительное число их отмечается в районе ст. Урджар, что можно объяснить малыми среднегодовыми скоростями ветра.

Относительная влажность воздуха по районам Алакольской впадины колеблется в пределах 52—67%.

В холодное время года — с ноября по март — ее средняя месячная величина за многолетний период является наибольшей и изменяется в пределах 73—82%. Наименьших значений она достигает в июне — августе (33—56%). Это соответствует времени наиболее высоких температур, наименьших осадков и наибольшего иссушения почвы. В жаркие засушливые дни относительная влажность снижается иногда до 5—10%.

Среднее число дней в году, когда относительная влажность в течение суток $\leqslant 30\%$, в районах Алакольской впадины колеблется в пределах 104—149.

В летнее время низкие значения относительной влажности воздуха, высокие температуры и небольшое количество осадков создают условия для образования погод засушливых типов, нередко переходящих в губительные для растений засухи и суховеи, периодически наблюдающиеся в районах Алакольской впадины.

Ветер. Характерной особенностью северной пустынной зоны впадины является преобладание ветров северо-восточного и смежных с ними направлений. В зимнее время (октябрь—март) их преобладание обусловливается в основном часто формирующимся барическим отрогом сибирского максимума, ось которого проходит через Алтай, Семипалатинск, Целиноград и далее — на запад Казахстана.

В летний период режим ветра изменяется. В это время преобладающие в северо-восточном направлении ветры выражены слабо, что объясняется размытым барическим полем.

В центральной части впадины (ст. Уч-Арал) большую часть года господствуют ветры западных направлений, в районе Джунгарских ворот (горная часть) — юго-восточных и южных (Джунгария).

Смена направлений ветра происходит иногда несколько раз в течение дня.

Ветровой особенностью оз. Алаколь в теплое время года,

преимущественно летом, являются бризы. В условиях антициклональной погоды последние характеризуются правильной, в течение суток, сменой направления ветра — днем он дует с озера на сушу, а ночью, наоборот, с суши на озеро.

Аналогичные смены направлений ветра наблюдаются в горных районах (горно-долинная циркуляция).

Средние годовые скорости ветра колеблются в пределах 1,7—6,6 *м/сек.*

Наименьшие средние месячные скорости ветра наблюдаются преимущественно зимой, когда преобладают погоды антициклональных типов. В зависимости от особенностей местоположения района они колеблются от 1,4 до 4,7 *м/сек.* Чаще всего они приходятся на декабрь или январь, реже — на октябрь и август.

Наибольшие среднемесячные скорости ветра в основном отмечаются весной или во второй половине зимы и изменяются от 2,4 до 11,6 *м/сек.*

Наиболее сильны западные и юго-западные ветры. Исключение представляют районы станции Тахты и Джунгария, где наибольшими скоростями обладают юго-восточные ветры. Число дней с ветром, имеющим скорость $\geqslant$ 15 *м/сек,* колеблется в пределах 19—75. Годовой максимум с такими ветрами приходится на весну и осень.

К сильным ветрам относится «Эби», вырывающийся из Джунгарских ворот (Пономарев, 1936), и противоположный ему — «Сайкан». «Эби» — восточный или юго-восточный ветер, имеющий наибольшую скорость в холодное время года. Зимой он вызывает сильные метели. Летом, при преобладании в данном районе прогретого континентального воздуха, этот ветер — явление редкое (1—2 случая в месяц), а чаще его совсем не бывает. Продолжительность его, по данным метеостанции «Джунгария», от одного-двух дней до двух недель. В котловинообразной Балхаш-Алакольской впадине «Эби» имеет фенообразный характер, обусловливаемый орографическими особенностями местности, в частности — наличием горной системы Джунгарского Алатау. «Эби» приносит потепление, особенно заметное в зимнее время года.

Сильные ветры в теплое время года, преимущественно летом и в первую половину осени, вызывают пыльные бури. Число дней с пыльными бурями в равнинной части впадины достигает 4—22. Чаще всего они отмечаются при юго-западных и юго-восточных ветрах и сопровождаются обычно высокими температурами воздуха (27—28°).

Атмосферная засуха проявляется чаще всего в виде непродолжительных вспышек резкой засушливости, которые характеризуются очень высокими дневными температурами и резко

пониженной относительной влажностью воздуха. В Алакольской впадине в течение теплого периода отмечается 9—12 вспышек атмосферных засух (Утешев, 1953). В аномально-засушливые годы число их возрастает до 15—18, во влажные и относительно прохладные годы снижается до трех-пяти. В основном преобладают вспышки засухи продолжительностью три-пять дней (60—70%), меньше — шесть-десять (20—30%) и очень редко 11—15 дней (4—8%). Наибольшего на-

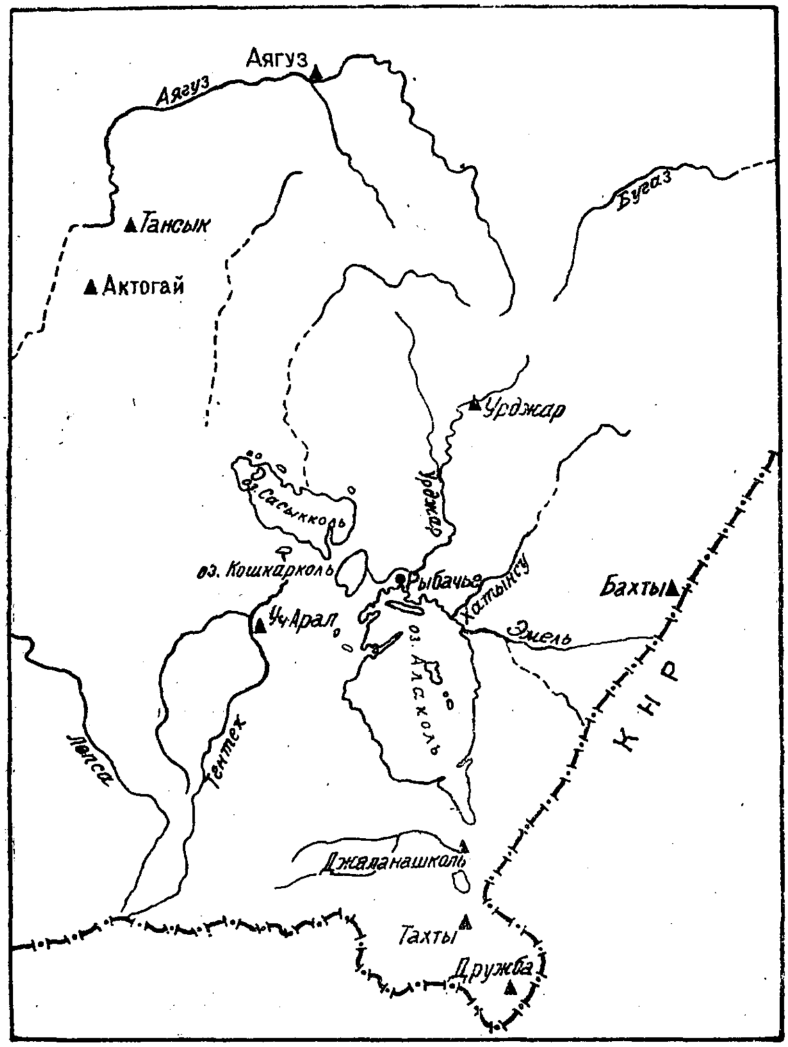


Рис. 1. Схема расположения метеостанций.

пряжения атмосферная засуха достигает в июле, когда температура воздуха достигает максимума, а осадки — минимума (в среднем 30—35° и 14—22% относительной влажности). Среднее число дней с атмосферной засухой достигает 50, максимальное — свыше 80, минимальное — до 18—20.

Туманы — одна из существенных особенностей климата. Образуются они в результате взаимодействия приземного слоя атмосферы с земной поверхностью. Различают туманы радиационные и адвективные. Повторяемость первых на востоке республики достигает 40—65% (Сб.; «Климат Казахстана», 1959); несколько реже (менее 30%) они наблюдаются в районе крупных озер.

Число дней с туманом на территории Алакольской впадины колеблется в пределах 10—20 в год, наибольшая повторяемость их наблюдается в холодное время года (ноябрь—март) с максимумом в декабре.

Гололед. Изморозь. Наносят иногда немалый ущерб целому ряду отраслей народного хозяйства. Нарушают, например, линии связи и передачи, мешают выпасать скот и т. д.

В районах Алакольской впадины явления гололеда отмечаются довольно редко. Средняя многолетняя повторяемость гололеда колеблется от 1 до 4 дней в холодное время года — в основном в ноябре — марте. Чаще всего гололед бывает в декабре, реже — в январе и феврале и очень редко — в ноябре и марте.

В отдельные годы число дней с гололедом колеблется в больших пределах — от полного его отсутствия до 3—12 случаев в год.

Дней с изморозью бывает от 4 до 20, в отдельные годы — от 1—3 до 19—54, причем особенно часто они отмечаются в районах станций Урджар, Уч-Арал (рис. 1).

Заключение

Алакольский бассейн по природным условиям неоднороден, что обусловливает разнообразие его климата.

Основной особенностью климата равнинной части является резко выраженная засушливость и повышенная континентальность. Наиболее типичны здесь холодная и малоснежная зима в сочетании с жарким и сухим летом.

Некоторым исключением является весна, когда климат впадины характеризуется умеренными температурами воздуха, повышенным количеством осадков и значительным увлажнением почвы талыми водами.

Сухость воздуха в летнее время препятствует выпадению

большого количества осадков и вместе с тем увеличивает испарение.

По мере повышения местности над уровнем моря четко проявляется вертикальная природная зональность, выраженная в смене почв, растительности и климатических условий.

В течение большей части года преобладает малооблочная и ясная погода.

Неблагоприятные черты климата: частые сильные сухие ветры, которые иссушают почву, сдувают мелкозем с распаханных почв, нередко поднимая пыльные черные бури. Частые заморозки весной повреждают всходы теплолюбивых растений.

Температурные условия летних месяцев позволяют возделывать здесь многие сельскохозяйственные культуры.

Предгорные районы благоприятны для промышленного виноградарства и садоводства. Обилие тепла и света создает условия для развития бахчеводства.

Увеличение естественного увлажнения с повышением рельефа дает возможность развивать богарное земледелие на склонах гор, окружающих впадину.

ЛИТЕРАТУРА

Сб.: «Климат Казахстана». Под ред. А. С. Утешева. Л., 1959.

«Климатологический справочник СССР, КазССР. Метеорологические данные за отдельные годы», вып. 18. Под ред. З. Д. Клыковой. Л., 1954—1957.

Парфенова Г. Н. Аэросиноптические условия возникновения фронтальных гроз в Юго-Восточном и Восточном Казахстане. «Труды КазНИГМИ», 1956, вып. 6.

Прохоров И. И. Сезонное промерзание почвы в Казахстане. «Труды КазНИГМИ», 1956, вып. 10.

Пономарев М. Д. Местные сильные ветры (Эби) в пограничной Джунгарии. «Климат и погода», 1936, № 5.

Утешев А. С. Атмосферные засухи северной половины Казахстана. «Труды КазНИГМИ», 1953, вып. 1.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Т. М. ТРИФОНОВА

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Районы Алакольской впадины в настоящее время не имеют разведанных запасов сырья, которое можно было бы использовать для выработки электроэнергии. В качестве такого источника может служить энергия рек, впадающих в озера Алаколь и Сасыкколь. Но обеспечить электроэнергией хозяйство всей впадины они не смогут. Дополнительным источником энергии может явиться ветер. Ветровые установки могут дать электроэнергию не только для освещения и радиофикации поселков и железнодорожных станций, но и для механизации различных трудоемких процессов в колхозах и совхозах (водоснабжение, орошение, приготовление кормов и т. д.).

Ветер в районах Алакольской впадины обладает значительными скоростями, особенно в районе Джунгарских ворот, где в основном преобладают ветры двух направлений — юго-восточные и северо-западные.

Средняя годовая скорость ветра в отдельных районах впадины колеблется в пределах 1,7—6,6 *м/сек* — в зависимости от характера местности, высоты ее над уровнем моря, а также и высоты над поверхностью земли.

В большинстве районов Алакольской впадины более высокие значения скорости ветра приходятся на вторую половину зимы и весну, а более низкие — на летне-осенний и частично — зимний периоды (рис. 1).

Для расчета производительности ветросиловых установок и режима их работы знание только одних среднегодовых и среднемесячных скоростей ветра совершенно недостаточно. Производительность ветросиловых установок зависит не только от изменения средних скоростей ветра в течение года, но и в течение суток.

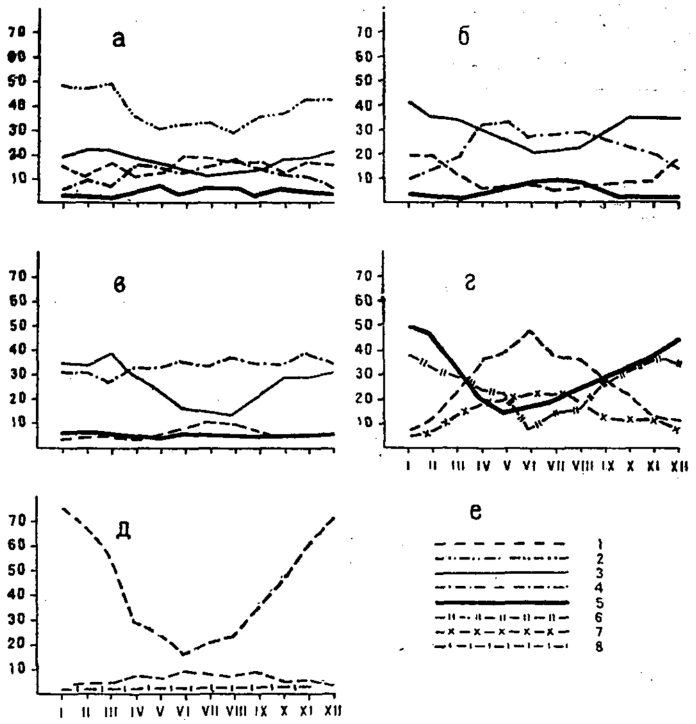


Рис. 1. Годовой ход повторяемости ветров различных направлений (*1* — северный, *2* — северо-восточный, *3* — восточный, *4* — западный, *5* — южный, *6* — юго-восточный, *7* — северо-западный, *8* — юго-западный) по метеостанциям: *а* — Урджар, *б* — Бахты, *в* — Уч-Арал, *г* — Джунгария, *д* — Дружба.

Суточный ход скорости ветра благоприятствует использованию ветродвигателей для механических трудоемких работ, которые наиболее удобно производить в дневные часы.

Важным элементом для расчета ветроэнергетических ресурсов местности являются повторяемость рабочих скоростей ветра. В настоящее время имеются ветродвигатели различных систем и конструкций, каждый из которых может эффективно работать только при определенном режиме ветра. Ряд авторов (Поморцев, 1894 и др.) пытались установить закономерности этой повторяемости для любых природных условий, исходя из среднегодовых скоростей ветра. Но исследования А. Г. Гриневича (1952) показали, что «в определенных физико-географических условиях того или иного ландшафта наблюдается совершенно определенный, характерный именно для этого ландшафта тип режима повторяемости рабочих скоростей ветра».

В таблице 1 приводится повторяемость скоростей ветра (в процентах) по некоторым районам Алакольской впадины, составленная по таблицам М. С. Поморцева и А. Г. Гриневича.

Таблица 1

Повторяемость рабочих скоростей ветра

Метеостанции	Средняя скорость ветра, *м/сек*	Данные по:	Скорость ветра, *м/сек*							
			3	4	5	6	7	8	9	10 и более
Тансык	4,5	Поморцеву	14,0	16,7	16,5	13,6	9,6	5,8	3,0	2,3
		Гриневичу	14,4	13,1	11,0	8,8	6,6	5,0	3,4	7,8
Урджар	1,7	Поморцеву	18,2	7,3	2 3	0,4	—	—	—	—
		Гриневичу	11,0	5,5	2,7	1,3	0,7	0,3	0,1	—
Бахты	2,6	Поморцеву	22,8	15,7	8,7	1,3	0,4	—	—	—
		Гриневичу	14,1	9,4	6,1	3,8	2,4	1,5	0,9	1,5
Уч-Арал	3,2	Поморцеву	21,5	19,3	13,2	7,2	2,1	1,3	0,3	—
		Гриневичу	14,4	19,4	7,4	5,2	3,6	2,5	1,7	3,7
Тахты	4,9	Поморцеву	12,0	15,3	16,5	14,7	11,4	7,6	3,9	3,5
		Гриневичу	12,6	10,6	8,6	7,0	5,6	4,5	3,6	14,9
Джунгария	6,5	Поморцеву	6,6	9,0	12,2	13,8	13,8	12,1	9,5	15,7
		Гриневичу	10,5	9,4	8,3	7,2	6,1	5,2	4,4	24,8
Дружба	6,6	Поморцеву	6,3	9,2	11,9	13,7	12,2	9,8	16,8	—
		Гриневичу	10,4	9,3	8,3	7,1	6,1	5,2	4,4	25,3

Скорости ветра обычно подразделяют на:

1) бесполезные (скорость 0—3 *м/сек*);

2) безусловно полезные (от 4 до 12 или 15 *м/сек*);

3) отчасти полезные (свыше 12 или 15 *м/сек*; у одних авторов свыше 12, у других — 15 *м/сек*).

Ниже, в таблице 2, приведены некоторые данные, вычисленные согласно этой градации. При этом использованы наблюдения метеостанций за период 1947—1962 гг.

Как видно из таблицы 2, повторяемость безусловно полезных ветров колеблется по станциям от 10—22 до 46—69%, что составляет 876—6044 часов в год, а вместе с отчасти полезными — 984—6482. Наибольшая продолжительность рабочих скоростей ветра наблюдается в районе Джунгарских ворот (Джунгария, Дружба) с максимумом в зимние месяцы (декабрь — январь). На рисунке 2 показана среднегодовая повторяемость различных скоростей ветра по отдельным станциям.

Для более полной характеристики энергетических возможностей ветроиспользования следует учитывать данные о повторяемости затиший. Подсчеты показывают, что ветродвигатели, установленные в районах Алакольской впадины на высоте 8—12 *м* (высота установки флюгера), будут работать около половины года и более (табл. 3).

Таблица 2

Повторяемость ветров по различным градациям скоростей, %

Метеостанции	Повторяемость градаций ветра, *м/сек*	Месяцы												За год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Тансык	0—3	58	50	53	51	50	54	55	55	61	60	61	62	56
	4—14	40	46	45	48	49	46	44	45	38	39	38	37	43
	⩾15	2	4	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
Урджар	0—3	96	94	89	80	81	87	91	89	88	88	94	95	89
	4—14	4	6	10	19	18	13	9	11	12	11	6	4	10
	⩾15	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0,4
Бахты	0—3	80	80	72	68	69	76	79	79	77	74	81	79	76
	4—14	17	18	26	30	29	23	20	20	22	23	18	19	22
	⩾15	3	2	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2
Уч-Арал	0—3	70	63	61	54	53	56	60	66	66	59	61	68	61
	4—14	28	34	37	44	45	43	39	34	33	39	38	30	37
	⩾15	2	3	2	2	2	1	1	0	1	2	1	2	2
Джунгария	0—3	19	24	34	45	49	60	59	57	48	37	30	27	41
	4—14	44	52	47	48	47	39	41	42	48	52	50	45	46
	⩾15	37	24	19	7	4	1	0	1	4	11	20	28	12
Дружба	0—3	19	20	18	23	24	26	28	38	37	31	26	24	26
	4—14	74	74	72	69	68	68	70	60	61	64	70	81	69
	⩾15	7	6	10	8	8	6	2	2	2	5	4	5	5

Из данных таблицы 3 видно, что многолопастные ветродвигатели (начинающие вращаться при скорости ветра 3 *м/сек*) работают в основном $^3/_4$ года (за исключением установленных на станциях Урджар, Бахты и Джаланаш), а остальное время простаивают и нуждаются в тепловых резервах.

Таблица 3

Время работы ветродвигателей, % (скорость ветра ⩾ 3 *м/сек*)

Метеостанции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Тансык	56	61	60	65	64	62	60	61	54	56	53	50	58
Урджар	13	15	20	31	32	27	17	21	21	21	13	12	19
Уч-Арал	58	49	46	37	35	36	41	46	49	46	50	54	46
Бахты	30	32	42	47	48	61	39	36	46	39	28	30	35
Тахты	54	60	69	81	82	82	84	84	83	77	70	58	74
Джаланаш	24	49	34	39	40	48	44	47	47	40	25	24	38
Джунгария	86	84	75	67	63	56	58	59	63	73	78	80	70
Дружба	86	85	87	84	85	83	81	73	71	80	80	82	81

Наибольшая производительность двигателей в равнинной части впадины — весной, а в некоторых районах Джунгарских ворот (Тахты, Джунгария) — в весенне-летнее время.

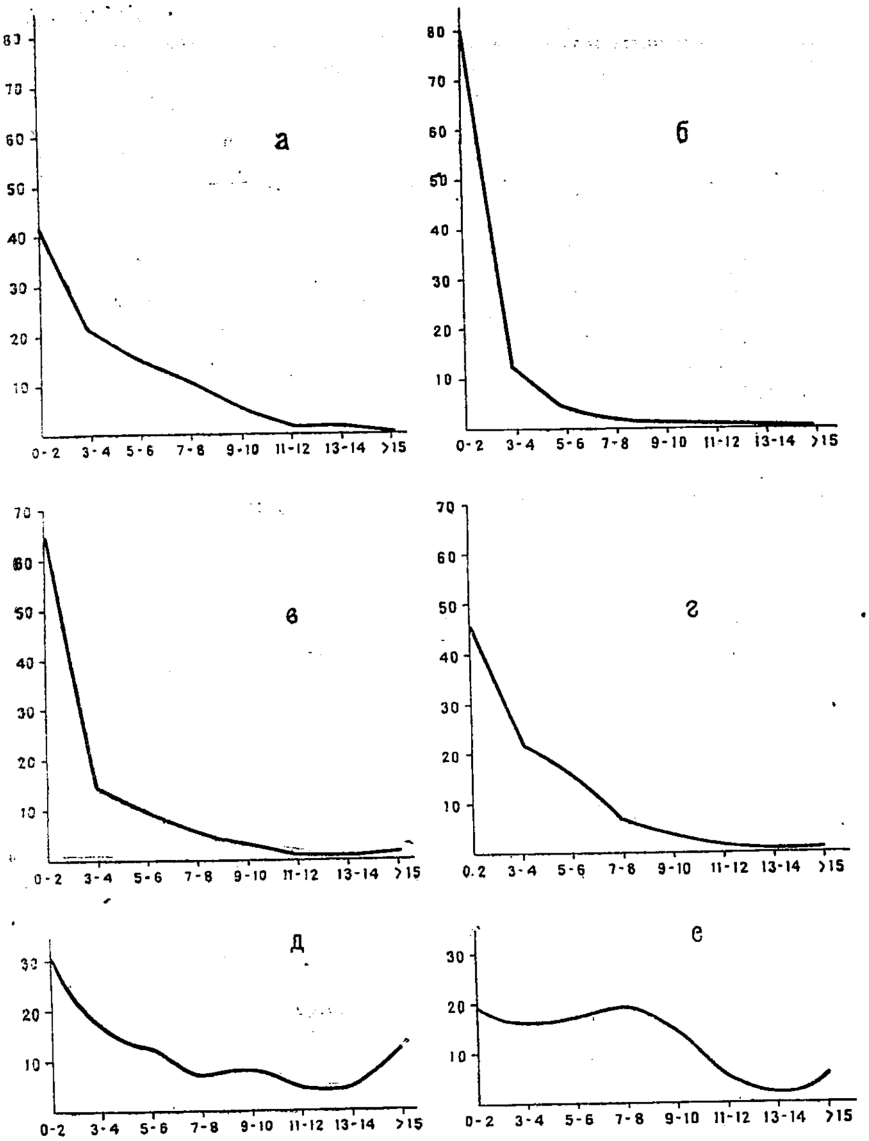


Рис. 2. Среднегодовая повторяемость различных скоростей ветра (по оси абсцисс — %, по оси ординат — повторяемость ветра).

В таблице 4 для сравнения приведены данные о повторяемости затиший (до 0—2 и 0—3 *м/сек*).

Таблица 4

Среднегодовая повторяемость затиший по районам Алакольской впадины, %

Метеостанции	Среднегодовая скорость ветра по флюгеру, *м/сек*	Для многолопастных ветродвигателей, *м/сек*	Для быстроходных ветродвигателей, *м/сек*
		0—2	0—3
Тансык	4,5	42	56
Урджар	1,7	81	89
Уч-Арал	3,2	46	61
Бахты	2,6	65	76
Джунгария	6,5	30	41
Дружба	6,6	19	26

Для ветроэнергетических расчетов представляет интерес не только общее количество затиший в течение года, но и их продолжительность, так как режим эксплуатации ветросиловых установок предполагает их работу в запас на период затишья (Оганезов, 1963).

Из таблиц 5 и 6 видно, что средняя продолжительность простаивания двигателей (во время затишья) колеблется в пределах 10—40 *ч*, а максимальная — 32—499 *ч* за год, причем в некоторые зимние месяцы она достигает 42—504 *ч* подряд, т. е. около 2—21 суток.

Данные таблицы 6 могут быть использованы, например, для расчета необходимых резервов воды, если двигатели работают на подаче воды.

Флюгерные установки, учитывающие скорость ветра на метеостанциях, располагаются на относительно небольшой высоте, в большинстве случаев на высоте 8—11 *м*. Скорость же ветра с высотой, как известно, увеличивается. Это обстоятельство значительно затрудняет расчеты по измерению силы ветра. Кроме того, метеостанции, расположенные в разнообразных ландшафтных условиях, часто экранируются, затеняются в той или иной мере окружающими предметами; насаждениями, постройками и т. д. В связи с этим полученные данные следует подвергнуть нивелировке и принимать их для вычислений применительно к условиям ровной открытой местности.

Для последующих ветроэнергетических расчетов приняты нивелированные среднегодовые скорости ветра для флюгеров, расположенных на высоте 15 *м* над поверхностью земли. При

Таблица 5

Средняя и максимальная продолжительность затиший в часах (0—2 и 0—3 *м/сек*)

Метеостанции	Скорость ветра, *м/сек*	Продолжительность затиший	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Тансык	0—2	Средняя	20,2	18,7	16,3	13,5	12,0	11,9	12,7	13,3	14,8	14,5	18,1	21,0	15,6
		Максимальная	150	108	84	90	60	78	72	84	60	66	144	186	98
	0—3	Средняя	27,4	24,3	24,7	19,1	16,9	18,2	17,8	19,6	22,0	20,3	26,1	29,2	23,8
		Максимальная	216	150	210	126	136	156	156	132	162	198	144	258	170
Урджар	0—2	Средняя	54,0	42,1	44,2	25,7	22,2	25,2	38,0	33,2	31,3	31,6	59,7	64,8	39,8
		Максимальная	178	300	294	258	198	234	504	252	444	282	306	468	310
	0—3	Средняя	151	122,0	81,6	42,7	36,7	55,3	66,0	57,9	52,1	56,0	124,2	129,0	81,2
		Максимальная	534	672	672	270	270	366	744	300	450	450	630	630	499
Бахты	0—2	Средняя	32,0	28,4	20,4	16,4	15,2	15,7	17,0	18,1	20,6	21,8	34,0	34,4	22,8
		Максимальная	258	174	138	90	78	84	108	96	126	192	240	258	154
	0—3	Средняя	54,2	56,4	35,7	24,7	27,1	28,6	32,5	32,1	32,3	35,5	52,1	52,8	38,7
		Максимальная	354	342	402	144	138	246	156	156	144	198	594	462	278
Дружба	0—2	Средняя	10,8	9,6	8,4	7,8	7,8	8,4	8,4	9,6	10,8	9,6	10,2	10,8	9,4
		Максимальная	36	36	36	24	18	24	36	30	36	30	42	42	32
	0—3	Средняя	12,6	10,2	9,6	9,6	9,6	9,6	10,2	10,8	12,6	11,4	11,4	12,6	10,8
		Максимальная	48	42	36	24	30	30	36	42	60	42	54	60	42
Джунгария	0—2	Средняя	12,6	10,8	11,4	11,4	11,4	11,4	12,0	12,6	12,6	13,8	14,4	12,6	12,2
		Максимальная	42	36	24	36	60	36	54	42	42	54	54	72	46
	0—3	Средняя	17,4	15,6	15,0	19,2	15,6	16,2	18,0	18,6	18,0	16,8	17,4	18,6	17,2
		Максимальная	84	84	42	72	60	90	72	66	60	54	60	84	69
Уч-Арал	0—2	Средняя	19,8	16,8	15,0	16,8	10,8	11,4	11,4	12,6	14,4	15,0	17,4	19,8	15,8
		Максимальная	108	114	126	42	42	42	54	66	90	84	108	132	84
	0—3	Средняя	31,2	28,8	20,4	17,4	16,2	17,4	18,0	21,0	21,6	21,0	24,0	26,4	22,0
		Максимальная	168	120	168	90	90	84	102	132	222	150	126	264	143

Примечание. Данные таблиц 5 и 6 определены по наблюдениям ветра на метеостанциях за 15 лет (1947—1962 гг.).

Таблица 6

Годовая повторяемость периодов затиший различной продолжительности, %

Метеостанции	<1 суток	1—2 суток	3—4 суток	5—6 суток	7—8 суток	⩾9 суток
Тансык	81,6	16,7	1,5	0,2	—	—
Урджар	56,4	27,6	10,5	3	1	1,5
Бахты	68,7	26,1	4,2	0,8	0,1	0,1
Уч-Арал	83,8	15,4	0,7	0,1	—	—
Джунгария	93,4	6,4	0,2	—	—	—
Дружба	96,2	3,8	—	—	—	—

определении принадлежности станции к тому или иному классу мы руководствовались паспортными данными.

Метеостанции Алакольской впадины распределены нами согласно классификации, предложенной М. Е. Подтягиным (1935) и А. Г. Гриневичем (1952).

Исследователи — Л. С. Гандин, Д. Л. Лайхтман (1955), Е. М. Фатеев (1957) и другие вывели формулы, по которым можно рассчитывать скорость ветра на любой высоте. Но пользуясь этими формулами, необходимо дополнительно знать параметр шероховатости, который в наших условиях трудно определить.

Поэтому мы воспользовались более простым способом определения скорости ветра, предложенным М. Е. Подтягиным (1935). Им была выведена следующая зависимость скорости ветра от высоты флюгера и класса станции:

$$V = 0{,}571\, i + 0{,}082\, h - 0{,}935,$$

где V — скорость ветра, *м/сек*,
i — класс станции по степени открытости,
h — высота флюгера, *м*.

Эта формула была использована нами при определении нивелированных скоростей ветра в районах Алакольской впадины. В основу расчетов положено приращение скорости ветра в 0,082 *м/сек* на каждый метр высоты флюгера. Все станции приведены к 8 классу — ровное поле, вершина холма, речной остров, причем на каждый класс закрытости введена поправка в 0,6 *м/сек*. Станции 8—10 классов (Тансык, Уч-Арал, Дружба, Джаланаш) естественно нивелированию не подвергались. Скорости ветра для удобства расчетов приведены к единой 15-метровой высоте.

Численные значения средних (по многолетним наблюдениям) действительных скоростей ветра на открытом месте на высоте 15 *м* над поверхностью земли приведены в таблице 7.

Таблица 7

Средние годовые скорости ветра по метеостанциям Алакольской впадины (приведенные к высоте 15 *м* с поправками на местные условия)

Метеостанции	Высота станции над уровнем моря, *м*	Высота флюгера над поверхностью земли, *м*	Средняя годовая скорость ветра, *м/сек*	Средняя годовая скорость ветра при высоте флюгера 15 *м* с поправкой на местные условия, *м/сек*
Урджар	498	6,5	1,7	3,1
Тансык	424	7,5;7,0	4,4	5,0
Бахты	441	10,0	2,6	3,6
Уч-Арал	325	10,0	3,2	3,6
Тахты	614	7,4	4,9	5,5
Джунгария		10,0	6,5	6,9
Джаланаш	380	10,0	2,1	2,5
Дружба	394	10,0	6,6	7,0

Использование энергии ветра в районах, где его среднегодовые скорости составляют 2,5—3,0 *м/сек*, не представляет интереса (Кармишин, 1956; Фатеев, 1957). В Алакольской впадине энергия ветра, если судить по данным таблицы 7, может быть использована в районах станций Тансык, Тахты, Джунгария и Дружба. Ветросиловые установки в этих пунктах по эффективности не уступят аналогичным по мощности теплосиловым установкам.

Особенно высоки средние скорости ветра в пунктах, расположенных в Джунгарских воротах (до 7 *м/сек*); здесь могут работать быстроходные ветродвигатели. Остальные районы впадины в этом отношении являются неперспективными. Для районов со слабыми среднегодовыми скоростями ветра (3—4 *м/сек*) необходимы многолопастные ветродвигатели, начинающие работать при скоростях ветра 2,5—3,0 *м/сек*. Малолопастные быстроходные ветродвигатели начинают работать при скорости ветра 4—5 *м/сек*. Мощность идеального ветродвигателя на его валу вычисляется по формуле (Фатеев, 1956):

$$N = 0{,}000481\ \Sigma D^2 V^3\ квт$$

или

$$N = 0{,}000654\ \Sigma D^2 V^3\ л/с,$$

где D — диаметр колеса,
V — скорость ветра,
Σ — коэффициент использования энергии ветра, равный 0,593.

Практически коэффициент использования энергии ветра обычно равен 0,30—0,35 (Кармишин, Пашенков, 1949).

В таблице 8 приведены мощности ветродвигателей с диаметрами колеса 5, 8, 12 и 18 *м*. Коэффициент использования

энергии ветра принят равным 0,30. При этом учитывалось, что современные ветродвигатели имеют устройства, регулирующие мощность при скорости ветра >8 *м/сек* (Кармишин, 1952).

Важной ветроэнергетической характеристикой является повторяемость скоростей ветра в часах за период, для которого определяется выработка двигателя. Эти данные получены нами на основании повторяемостей различных скоростей ветра, которые определялись в зависимости от средних скоростей по таблицам А. Г. Гриневича (1952), рассчитанным для Казахстана.

Таблица 8

Мощности ветродвигателей, *квт*

Диаметр колеса	Скорость ветра, *м/сек*					
	3	4	5	6	7	8
5	0,097	0,23	0,45	0,78	1,23	1,89
8	0,25	0,59	1,15	1,98	3,14	4,7
12	0,56	1,33	2,58	4,46	7,10	10,6
18		2,98	5,90	10,0	16,0	23,8

Если известны величина мощности и количество часов работы ветродвигателя, легко определить годовую выработку ветросиловой установки по следующей формуле:

$$A = N_1 t_1 + N_2 t_2 + \ldots + N_n t_n, \quad квт\text{-}ч.$$

Величину годовой выработки мощности двигателя можно вычислить путем умножения данных мощности на число часов повторяемости скоростей ветра, а затем — суммирования произведений. Так, скорость ветра в окрестностях станций Тансык, Уч-Арал и Дружба равна ≈5,0; 3,6 и 7,0 *м/сек*. Выработка ветродвигателя ТВ-5 в этих условиях приводится в таблице 9.

Таблица 9

Годовая выработка ветродвигателя ТВ-5, *квт-ч*

Скорость ветра, *м/сек*	Мощность, *квт-ч*	Тансык		Уч-Арал		Дружба	
		повторяемость ветра в часах за год	выработка, *квт-ч*	повторяемость ветра в часах за год	выработка, *квт-ч*	повторяемость ветра в часах за год	выработка, *квт-ч*
3	0,097	1174	113,9	1235	119,8	867	84,1
4	0,23	1086	249,8	937	306,51	788	181,24
5	0,45	955	429,8	701	315,45	710	319,5
6	0,78	797	621,7	517	403,26	622	485,16
7	1,23	639	786,0	377	463,71	534	656,82
8	1,89	1805	3411,0	981	1854,09	3276	6091,64
Итого		6456	5612,6	4748	3462,8	6797	7818,46

Из таблицы 9 видно, что в районах Алакольской впадины со среднегодовыми скоростями ветра 5,0—7,0 *м/сек* ветродвигатель ТВ-5 может работать 6456—6797 *ч* в год, а выработка его составит 5612—7818 *квт-ч*. В пунктах же с меньшими скоростями ветра (Уч-Арал — 3,6 *м/сек*) число рабочих часов ветродвигателя ТВ-5 не превышает 4748, выработка же его составит 3462 *квт-ч*. Соответственно, годовая выработка ветродвигателя ТВ-8, подсчитанная аналогично, равна в первом случае 14100—19794 *квт-ч* и во втором — 8486. Годовая выработка ветродвигателя ТВ-12, начинающего работать при скорости ветра около 4 *м/сек*, достигает 31790—44657 *квт-ч* в пунктах со среднегодовыми скоростями 5,0—7,0 *м/сек* и до 19128 *квт-ч* — в районах со скоростями около 3,6 *м/сек*. А выработка ветродвигателя Д-18 составляет 70024—109270 *квт-ч* (Тансык, Дружба и др.) и 41478 *квт-ч* (Уч-Арал).

Большое значение имеет использование ветродвигателей в водоснабжении. Теоретически за один силочас можно поднять на высоту одного метра 270 $м^3$ воды (а 1 *квт-ч* — 349 $м^3$), без учета потерь мощности в механизмах и в насосном оборудовании (Кармишин, Пашенков, 1949).

В этой связи следует отметить, что грунтовые воды имеют различную глубину залегания. Так, в центральной части впадины они находятся на глубине от 1,5—2,0 до 10—12 *м*, обычно — не глубже 7 *м*; в предгорьях и подножиях Южного Тарбагатая и отчасти Барлыка — на глубине 18—20 *м*; в районе Джунгарских ворот — от 0,7 (в северо-западной части) до 30—40 *м*.

Грунтовые воды Алакольской впадины имеют в основном слабую минерализацию и поэтому вполне пригодны для питья и водопоя скота, а также для орошения. Ветронасосная установка ТВ-5 при средней скорости ветра 5—7 *м/сек*, с учетом потерь мощности на трение в механизмах, на неполное использование в течение всего года рабочих скоростей и на неполное использование мощности ветродвигателя, особенно при больших скоростях ветра, может в течение года поднять на высоту 10 *м* количество воды ($м^3$), указанное в таблице 10.

Аналогичные же расчеты приведены и для ветродвигателей ТВ-8, Д-12 и Д-18.

Если использовать ветронасосную установку ТВ-5 для полива, то за весенне-летний сезон (май—август) с ее помощью можно достать из колодца глубиной 10 *м* на поверхность 11 119—23 874 $м^3$ воды (см. табл. 10).

В засушливых условиях Казахтсана норма расхода воды в среднем равна 4240 $м^3/га$ за оросительный сезон (Тажиев, 1952). Таким образом, ветронасосная установка ТВ-5 может обеспечить полив на площади около 2,6—5,5 *га*. Ветронасос-

Таблица 10

Количество воды, которое можно достать из колодца глубиной 10 *м* на поверхность различными типами ветродвигателей, *м*³

Диаметр колеса ветродвигателей, *м*	В год			За поливной сезон			За сутки во время поливного сезона		
	Тансык	Уч-Арал	Дружба	Тансык	Уч-Арал	Дружба	Тансык	Уч-Арал	Дружба
5	5085 9,1	33011	70850,9	16952,8	11119,2	23874,3	137,8	90,4	194,1
8	127778,8	76898,9	178910,4	42592,8	25916,2	60445,4	346,3	210,7	491,4
12	282125,4	173333,5	404682,5	94041,6	58411	135024,5	764,5	474,9	1097,8
18	635555,6	198077,2	990204,7	211852,0	66749,3	333685,5	1722,4	542,7	2712,9

ная установка ТВ-8 может обеспечить полив на площади 6—14 *га*, Д-12 — от 14 до 31 *га* и т. д. (табл. 10).

В районах описываемой впадины сила ветра является пока что единственным источником энергии, которую можно использовать для водоснабжения в животноводстве.

Забор воды при помощи ветроустановок можно производить также из артезианских колодцев, но только в том случае, когда его дебит составляет 10 *м/сек* (Фатеев, 1952).

Исходя из водопойных норм для пустынной зоны, ветронасосная установка ТВ-5 при глубине колодца 10 *м* может обеспечить водой отары овец в 11—24 тыс. голов, табуны лошадей и коров — около 1,5 тыс. голов. При установке ветродвигателей ТВ-8, Д-12 количество животных, обеспечиваемых водой, соответственно увеличивается.

В районах со среднегодовыми скоростями ветра выше 4 *м/сек* стоимость энергии, вырабатываемой ветродвигателем, ниже стоимости энергии, получаемой от тепловых установок (Фатеев, 1952).

В таблице 11 приведены результаты подсчета годовой выработки ветродвигателей для некоторых районов Алакольской впадины, перспективных в использовании энергии ветра.

Таблица 11

Годовая выработка ветродвигателей, *квт-ч*

Станции	Д-12	Д-18
Тансык	31790,2	70024,0
Уч-Арал	19127,5	41478,0
Тахты	35655	78878
Джунгария	44132,3	100282,6
Дружба	44656,4	101270,0

Анализ режима ветров в Алакольской впадине показывает не только на возможность, но и на целесообразность широкого внедрения ветровых энергетических установок, особенно в наиболее благоприятных в этом отношении районах.

Но следует отметить, что узкая сеть метеорологических станций не позволяет получить более детализированные данные. Поэтому нашу характеристику надо считать недостаточно полной.

ЛИТЕРАТУРА

Гриневич А. Г. Опыт разработки элементов малого ветроэнергетического кадастра Средней Азии и Казахстана. Ташкент, 1952.

Кармишин А. В., Пашенков Я. М. Применение ветродвигателей для орошения и водоснабжения. М., 1949.

Оганезов А. Н. К вопросу разработки ветроэнергетического кадастра БССР. Сб.: «Методы разработки ветроэнергетического кадастра». М., 1963.

Поморцев М. С. О законе распределения скоростей ветра. «Записки по гидрографии», т. XV, 1894.

Сухишвили Э. В. Ветроэнергетические ресурсы Грузии. «Труды Тбилисского научно-исследовательского гидрометеорологического института», вып. 5, 1959.

Тажиев Н. Т. Энергия ветра — база электрификации сельского хозяйства. М., 1952.

Фатеев Е. М. Методика определения параметров ветроэнергетических расчетов ветросиловых установок. М., 1957.

Подтягин М. Е. Математический анализ измерения ветра. «Журнал геофизики», 1935, т. V, № 1.

Гандин Л. С., Лайхтман Д. Л. и др. Основы динамической метеорологии. М., 1955.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

В. М. БОЛДЫРЕВ

РЕЖИМ РЕК И ВРЕМЕННЫХ ВОДОТОКОВ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Группа Алакольских озер располагается почти в самом центре впадины, с трех сторон окруженной горами. На севере возвышается хребет Тарбагатай, на востоке — Барлык, на юге — отроги Джунгарского Алатау. Это и определяет своеобразный радиальный рисунок гидрографической сети.

С южного склона хребта Тарбагатай по направлению к озерам стекают наиболее крупные реки (в порядке с запада на восток): Тансык, Ай, Қаракол, Урджар, Хатынсу, Эмель (рис. 1), причем три последние впадают в оз. Алаколь, а пер-

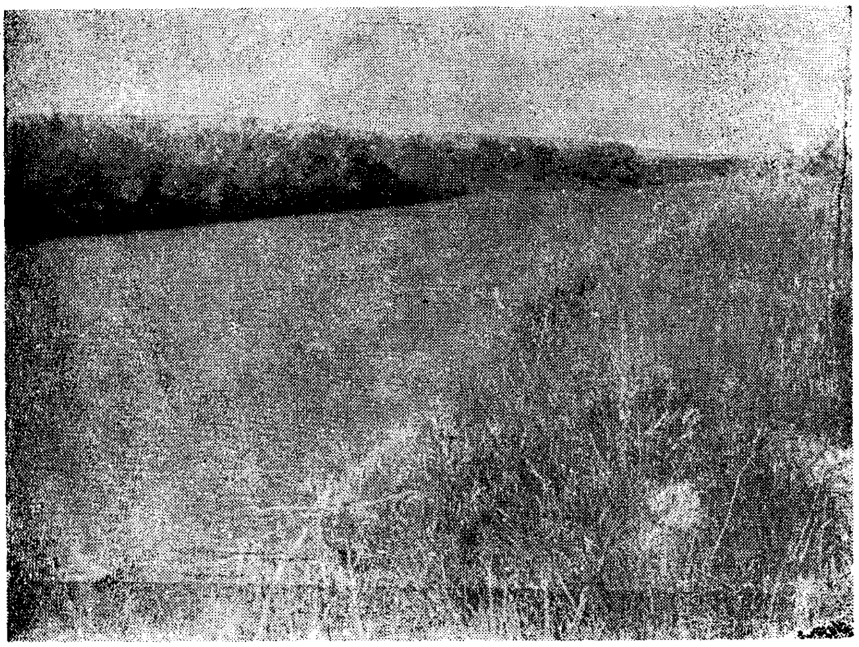


Рис. 1. Река Эмель в нижнем течении. *Фото Е. А. Казанской.*

вые три не достигают оз. Сасыкколь. Тансык теряет постепенно свои воды на обширных равнинных пространствах между озерами Балхаш и Сасыкколь, в районе невысоких гор Калдар, изобилующих небольшими солеными озерами. Река Ай, протекая в аналогичных условиях, не доходит 30—40 *км* до оз. Сасыкколь. Каракол, более многоводная, чем Ай и Тансык, доносит свои воды к озеру лишь в наиболее многоводные годы, в период весеннего половодья. В летний период воды этой реки почти целиком разбираются на орошение.

Многочисленные мелкие реки, стекающие с хребта Барлык, после выхода из гор быстро теряют свои воды в конусах выноса, не донося их до оз. Алаколь 10—20 *км*. Однако следует отметить, что именно вдоль восточного побережья озера чаще всего наблюдаются выходы вторичных вод, обязанных своим происхождением этим рекам.

С отрогов Джунгарского Алатау в Алакольскую впадину стекают следующие наиболее крупные реки (в порядке с востока на запад): Токты, Оленды, Ргайты, Жаманты (рис. 2) и Тентек со своим крупным левобережным притоком Чинжалы. Токты и Оленды — наименее водоносные, теряют свои воды почти сразу же после выхода из гор. Ргайты доносит воды до болот, расположенных между озерами Алаколь и Джаланаш, и только небольшая река Жаманты непосредственно впадает в оз. Алаколь. Этому способствуют благоприятные орографические особенности: в бассейне реки зона рассеивания стока имеет очень слабое развитие.

Наиболее значительная река из этой группы — Тентек. Разветвляясь в низовьях на систему проток, она впадает в Сасыкколь в его южной части.

Наибольшей густотой п о с т о я н н о й речной сети отличаются два района: верхняя часть бассейна р. Тентек — до 12—16 *км* на 100 *км*^{2}, и верховья р. Урджар — до 10—14 *км* на 100 *км*^{2} (Лебедев, 1928), что обусловлено наибольшей увлажненностью их. По мере уменьшения высоты условия увлажненности ухудшаются, а соответственно и разрежается речная сеть. Западная часть Алакольской впадины занята полупустыней и пустыней — постоянная речная сеть здесь отсутствует.

Наибольшая густота временной речной сети (сток наблюдается только в весенний половодный период) характерна для предгорий северных отрогов Джунгарского Алатау (до 2 *км* на 100 *км*^{2}) и частично для низкогорного хребта Барлык (до 1 *км* на 100 *км*^{2}).

Общая характеристика водного режима. В пределах рассматриваемой территории можно выделить два основных орографических района, реки которых обладают определенными

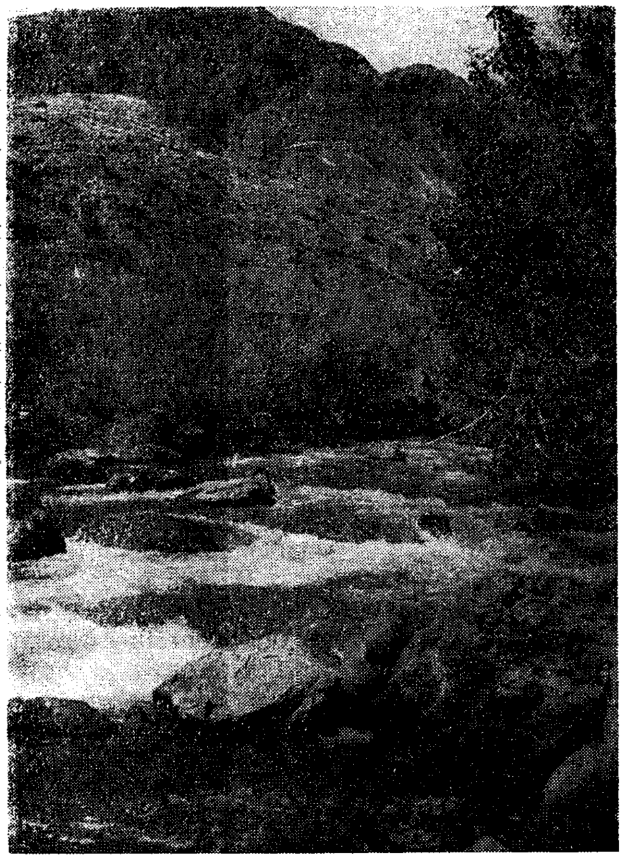


Рис. 2. Река Жаманты перед выходом из гор.
Фото Е. А. Казанской.

особенностями. Это — южный склон Тарбагатая и северные отроги Джунгарского Алатау. Наиболее высокогорным является последний, где отдельные вершины даже несколько превышают 4000 *м;* высшие отметки хребта Тарбагатай не выходят за пределы 3000 *м.*

Рельеф и орографические особенности этих районов в сочетании с характерными особенностями атмосферной циркуляции создают более или менее однородные условия для формирования водного режима в их пределах.

Реки южного склона хребта Тарбагатай имеют преимущественно снеговое питание. Дождевое и грунтовое питание играет второстепенную роль.

Весьма характерно деление водосборной площади рек на горную и равнинную части.

В горной части реки имеют бурное течение, узкие долины и сильно завалуненные русла; после выхода на равнину характер течения становится спокойным, в русле появляются островки и косы, значительно расширяются поймы. Основные реки принимают притоки только в горной части. Равнинную часть сравнительно крупные артерии пересекают транзитом, и здесь происходит интенсивное рассеивание стока.

Весеннее половодье на реках начинается в конце марта — начале апреля и обычно носит гребенчатый характер, что связано с неравномерным снеготаянием, а также участием в стоке дождевых вод. Наивысшие расходы наблюдаются у большинства рек в начале мая, после чего начинается относительно медленный спад волны половодья, продолжающийся до середины июня, реже до июля, в зависимости от величины снегозапасов и интенсивности снеготаяния.

Половодье более продолжительно на реках с большой вертикальной протяженностью бассейна (например, на р. Хатынсу — 3,0—3,5 месяца) и менее продолжительно на реках с относительно равнинными водосборами (Ай, Каракол — около двух месяцев). Самым коротким половодным периодом (до 1—1,5 месяца) отличаются временные водотоки, бассейны которых располагаются в предгорной и отчасти низкогорной зонах.

Дожди, выпадающие в летне-осенний меженный период, очень слабо изменяют положение меженных уровней, хотя в особо дождливые годы возможно прохождение заметных паводков, в частности в горах.

Уровни зимней межени несколько ниже летней и отличаются относительной устойчивостью. Наиболее низкие годовые уровни обычно наблюдаются перед началом половодья, чаще всего в феврале.

Реки северных отрогов Джунгарского Алатау имеют преимущественно снеговое или смешанное питание.

В питании двух самых крупных рек — Тентека и Ргайты — заметное участие принимают ледники. Общая площадь ледников и снеговых полей, по П. Ф. Лаврентьеву (1958), составляет около 3% площади бассейна для первой и 3,5% — для второй. На этих реках половодье начинается несколько позднее, чем на соседних, — в первой-второй декаде апреля, а устойчивый спад к межени — лишь в июле — начале августа. Половодье имеет хорошо выраженный гребенчатый характер, обусловленный активным выпадением жидких осадков и колебанием температуры воздуха, определяющей неравномерность снеготаяния, а также таянием льда в гляциальной зоне.

Осенняя межень на реках этой группы часто нарушается невысокими дождевыми паводками, особенно в октябре, а

зимняя — крайне неустойчива, что зависит от заторно-зажорных явлений на перекатах и в сужениях русла. Минимальные уровни, так же как и расходы воды, наблюдаются в феврале.

Подъем уровня воды во время весеннего половодья на реках Алакольской впадины в общем невелик и на большинстве рек не превышает 1 *м*, а на самых крупных реках в нижней части составляет 1,5—2,0 *м*. В исключительно многоводные весны высота половодья на крупных реках достигает 3,0 *м*, а в очень маловодные годы — лишь 0,5—0,7 *м*.

На всех реках Алакольской впадины в течение вегетационного периода (IV—IX) проходит от 80—85 до 90—95% годового стока, причем внутри этого периода основная доля стока приходится на апрель, май и июнь. На временных водотоках, располагающихся в нижней высотной зоне, за эти месяцы проходит 100% годового стока.

Норма и изменчивость годового стока. В гидрологическом отношении реки Алакольской впадины изучены довольно слабо. Стационарные гидрометрические наблюдения ведутся лишь в бассейнах пяти рек: Тентека, Жаманты, Каракола, Урджара и Хатынсу (здесь не учитываются многочисленные посты эксплуатационной гидрометрии органов МВХ КазССР, данные по которым отрывочны). Однако для рассматриваемой территории в последнее время были построены карты норм годового стока (Лаврентьев, 1959; Лаврентьева, 1961), при составлении которых широко применялся метод гидрологической аналогии.

В пределах бассейнов озер Алакольской впадины норма годового стока колеблется от 0 (равнинные пространства впадины) до 900 *мм* (наиболее возвышенная часть Джунгарского Алатау). Возрастание нормы годового стока отмечается по мере роста высоты местности и улучшения условий в отношении ориентации склонов и доступности влажных воздушных масс.

Наиболее водоносными являются северные отроги хребта Джунгарский Алатау, где в верхней части бассейна р. Тентек слой стока, возможно, превышает 900 *мм*. По мере продвижения к Алакольской впадине и снижения высотных отметок, величина слоя стока быстро уменьшается, составляя при выходе рек на равнину 20 *мм* и менее.

Несколько меньшей водоносностью обладают реки южного склона хр. Тарбагатай, но и здесь вдоль верхней части хребта тянется зона повышенной водоносности — до 400—500 *мм*. По направлению к озерам величина слоя стока также быстро уменьшается, достигая при выходе рек из гор 5—10 *мм*.

Наиболее водоносной является р. Тентек. Ее средний годовой расход воды при выходе из гор (колхоз «Тункуруз») со-

ставляет довольно значительную величину — 46 *м³/сек*. Затем в порядке убывания средних годовых расходов воды следуют реки: Урджар — около 20 *м³/сек*, Ргайты — около 15 *м³/сек*, Жаманты (колхоз «Красный Октябрь»)—6,6 *м³/сек*, Каракол (с. Таскескен)—4,2 *м³/сек*, Маканчи (с. Кызыл-Жулдуз) — 4,1 *м³/сек*, Кок-Терек (с. Ново-Пятигорское) — 2,6 *м³/сек*, Чинджалы — 2,4 *м³/сек* и т. д.[1].

Изменчивость годового стока рек бассейна озер Алакольской впадины обусловливается колебаниями из года в год метеорологических факторов, и ее величина определяется высотным положением бассейна реки. В общем, чем ниже располагается водосбор, тем выше изменчивость годового стока.

Коэффициенты вариации годового стока для рек южного склона хребта Тарбагатай изменяются от 0,41 до 0,84, что свидетельствует о большой изменчивости годового стока. Значения коэффициентов вариации для рек северных отрогов Джунгарского Алатау ниже по величине: от 0,20 до 0,46, что представляет заметные преимущества в использовании этих рек для нужд народного хозяйства по сравнению с реками хребта Тарбагатай.

Распределение стока внутри года. Внутригодовой ход стока в значительной степени определяется характером питания рек, обусловленным климатическими особенностями.

Основную часть стока рек Алакольской впадины составляют талые воды сезонных снегов (более 50%), меньшую — грунтовые (10—30%) и дождевые (10—15%) воды. В питании двух рек — Тентека и Ргайты — принимают участие ледники и вечные снега. Доля ледникового стока в общем стоке этих рек составляет более 50% в верховьях и заметно падает по мере продвижения вниз по реке, не превышая 10% при выходе из гор.

В пределах рассматриваемой территории доля дождевого и грунтового питания на реках с высотой уменьшается. На высоте около 3000 *м* и более она составляет всего несколько процентов (Лаврентьев, Соседов, 1959).

Наиболее значительна доля грунтового и дождевого питания на низкогорных и среднегорных притоках рек южного склона хребта Тарбагатай, где она может составлять около половины общего стока.

Доля снегового питания с высотой увеличивается. Характер внутригодового распределения стока, естественно, меняется в зависимости от соотношения источников питания, распределение которых подчинено закономерностям вертикальной зональности.

[1] Данные приводятся по створам с наибольшей водоносностью, перед выходом рек в зону рассеивания стока.

Для сравнения приводим данные о среднем распределении стока в течение года на двух реках: Тентек (северный склон Джунгарского Алатау) и Каракол (южный склон Тарбагатая).

Распределение стока

Форма выражения	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
р. Тентек—колхоз „Тункуруз", $F=3300$ км²													
Расход воды, м³/сек	10,2	10,0	16,7	68,8	124	111	77,9	54,1	29,5	21,1	16,6	12,3	46,0
% от годового стока	1,9	1,8	3,2	12,7	21,9	19,6	14,0	9,8	5,3	4,1	3,2	2,5	100
р. Каракол — с. Таскескен, $F=1030$ км²													
Расход воды, м³/сек	1,43	1,32	2,55	15,1	15,2	4,90	2,34	1,63	1,63	1,68	1,63	1,53	4,25
% от годового стока	2,8	2,6	5,0	29,7	29,8	9,6	4,6	3,2	3,2	3,3	3,2	3,0	100

Поскольку бассейн р. Тентек более высокогорный (средняя высота 2100 м), половодье здесь продолжается 4—5 месяцев. На низкогорной р. Каракол (средняя высота бассейна 1200 м) период половодья сокращается до 2—2,5 месяцев, в течение которых проходит около 60% годового стока.

Максимальные расходы воды. На реках Алакольской впадины максимальные расходы наблюдаются в весенний или весенне-летний период (в зависимости от наличия или отсутствия в бассейне высокогорных зон), на низкогорных реках раньше (на реках Ай, Тансык, Каракол и др. в конце апреля) и в их формировании основную роль играют талые воды сезонных снегов. На высокогорных реках максимумы проходят значительно позднее (на реках Тентек, Ргайты — в июне), и в их формировании, кроме талых вод, принимают довольно существенное участие жидкие осадки.

По данным наблюдений, средние модули максимального стока невелики и редко превышают величину 200 л/сек/км², причем наибольшие величины присущи рекам, бассейны которых расположены выше. Это можно объяснить увеличением максимальных снегозапасов с высотой местности.

Наивысший максимальный расход, зарегистрированный на р. Тентек при выходе ее из гор, за последние 35 лет составляет весьма значительную величину — около 700 м³/сек (1936 год) при среднем многолетнем значении около 300 м³/сек.

Термический и ледовый режим. Первое появление льда в виде заберегов отмечается на реках обычно в ноябре, причем раньше всего — в высокогорной зоне и на равнине.

Ледостав устанавливается в декабре, но только на реках с относительно спокойным течением (Тансык, Ай, Каракол), а также на главных артериях, пересекающих равнину Алакольской впадины (Урджар, Хатынсу, Эмель, Тентек). На всех остальных горных реках в зимний период образуются только забереги. В это время, особенно на реках северных отрогов Джунгарского Алатау, наблюдаются в руслах шуга, донный лед, вызывающие явления заторно-зажорного характера. На некоторых реках Тарбагатая (например, Кок-Терек, Саз-Баз) устанавливается весьма кратковременный ледостав — на 10—20 дней.

Очищаются реки от льда в конце марта — начале апреля. Обычно лед тает на месте, а на участках с ледоставом наблюдается кратковременный (1—5 дней) редкий ледоход.

Годовой ход температуры воды в общем соответствует ходу температуры воздуха. Минимальная температура наблюдается обычно в январе — самом холодном месяце и колеблется в различных реках от 0—0,1 до 2—3°. Повышенные величины отмечаются на реках со значительным грунтовым питанием (р. Чушкалы, бассейн р. Урджар). Максимальная температура воды в большинстве горных рек приходится на август (среднемесячные величины в это время составляют 10—20°), в равнинных — на июль, самый жаркий месяц.

Одной из характерных особенностей является наличие значительных амплитуд колебания температуры воды по длине рек. В общем случае, чем дальше от истоков, тем выше температура. Весьма велики амплитуды температуры воды в летний период на ледниковых реках Тентек и Ргайты: до 15—18°.

Мутность воды и твердый сток. Реки северных отрогов Джунгарского Алатау протекают в валунно-галечниковых слабо деформирующихся руслах и отличаются сравнительно чистой водой. Реки Тарбагатая протекают, как правило, в песчано-галечниковых и песчаных, значительно деформирующихся руслах. Для последних характерно некоторое увеличение мутности воды. Тем не менее для большинства рек рассматриваемой территории мутность воды в общем незначительна, и средние годовые величины ее колеблются от 50 до 150 *г/м*^{3}.

Режим мутности находится в тесной связи с режимом жидкого стока. В период зимней межени наблюдаются минимальные значения мутности: 5—15 *г/м*^{3} — на реках северных отрогов Джунгарского Алатау и 10—20 *г/м*^{3} — на реках Тарба-

гатая. С наступлением половодья мутность резко увеличивается. Максимальные значения мутности обычно несколько опережают во времени пик половодья и могут достигать довольно значительных величин: 1000—1500 *г/м*³. Со спадом половодья мутность постепенно падает до 50—100 *г/м*³ в конце лета. В октябре наблюдается некоторое увеличение мутности за счет осенних дождей. С ноября устанавливаются малые мутности.

Величины твердого стока рек определяются режимом мутности и режимом жидкого стока. Реки Алакольской впадины в течение весенних месяцев проносят от 70 до 90% твердого стока, причем эта величина достигает 100% на мелких водотоках с низкогорными водосборами и на временных водотоках.

Самым значительным количеством взвешенных наносов за год отличается наиболее многоводная река южного склона Тарбагатая Урджар, которая проносит в нижнем течении в среднем 14—16 *кг/сек*. Наибольшие величины наносов здесь бывают в мае и составляют 100—150 *кг/сек*, наименьшие — зимой — 0,2—0,5 *кг/сек*.

Самая многоводная река северных отрогов Джунгарского Алатау Тентек несет меньше наносов: в среднем 13—14 *кг/сек*. В весенне-летние месяцы с повышенным жидким стоком расходы взвешенных наносов обычно колеблются от 30 до 50 *кг/сек*, достигая в некоторые годы весьма больших величин (150 *кг/сек* — май, 1955).

На всех прочих реках, более мелких и менее водоносных, годовые величины расходов взвешенных наносов, как правило, не превышают 1,0 *кг/сек*. И только на сравнительно больших реках южного склона Тарбагатая, таких, как Каракол, Маканчи и др., эти величины составляют 2,0—3,0 *кг/сек*.

Влекомые наносы на реках Алакольской впадины почти совершенно не изучены, однако, по аналогии с соседними районами, их величина приближенно составляет 10—30% от стока взвешенных наносов (Лопатин, 1952).

Химический состав и минерализация воды. Все поверхностные водотоки Алакольской впадины являются пресными и по составу воды относятся к гидрокарбонатному классу (Алекин, 1949). Общая минерализация воды невелика и колеблется от 100 до 200 *мг/л*. В ионном составе преобладают HCO'_3, $Ca^{\cdot\cdot}$, SO_4'' и $Na^{\cdot} + K^{\cdot}$.

Наибольшие величины минерализации воды в реках отмечаются зимой, перед поступлением в речную сеть талых вод. Они достигают 200 *мг/л* на реках северных отрогов Джунгарского Алатау и 300—400 *мг/л* — на реках Тарбагатая, поскольку основным источником питания в это время

являются достаточно минерализованные грунтовые воды. Во время половодья минерализация резко уменьшается и становится минимальной при прохождении основного гребня половодья, составляя 50—100 *мг/л* на реках Джунгарского Алатау и 100—150 *мг/л* — на реках Тарбагатая.

Вниз по течению рек минерализация обычно увеличивается и достигает весьма высоких значений после выхода рек из гор (в межень — 500—800 *мг/л* и более). Это объясняется интенсивным испарением с водной поверхности, повышенным выносом солей из легко размываемых почв (особенно после выпадения дождей), а также выходами сильно минерализованных вторичных вод.

С увеличением минерализации может измениться и состав воды. Так, если средняя минерализация воды 200—300 *мг/л,* то в ее составе явно преобладают гидрокарбонаты и кальций, если минерализация повышается, то значительное место, а зачастую и конкурирующее, начинают занимать сульфаты и натрий.

Вода рек Джунгарского Алатау очень мягкая (жесткость не более 1,5 *мг-экв/л),* рек Тарбагатая — мягкая (жесткость не более 2,5 *мг-экв/л*).

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О. А. Гидрохимия рек СССР. «Труды ГГИ», вып. 15 (69), 1949.

Лаврентьев П. Ф. Современное оледенение Джунгарского Алатау. «Изв. ВГО», 1958, т. 90, вып. 2.

Лаврентьев П. Ф. Средний многолетний сток и его распределение на территории северного склона Джунгарского Алатау. «Сб. работ по гидрологии», № 1, Л., 1959.

Лаврентьев П. Ф., Соседов И. С. О вертикальной зональности источников питания рек высокогорных областей. «Сб. работ по гидрологии», № 1, Л., 1959.

Лаврентьева Л. Д. Приближенная оценка среднего стока рек юго-западного склона хребта Тарбагатай. «Изв. АН КазССР, сер. энергетич.», 1961, вып. 2 (20).

Лебедев П. Н. Краткий гидрографический очерк Казахстана. Л., 1928.

Лопатин Г. В. Наносы рек СССР. М., 1952.

Рыбин Н. Г., Юнусов Г. Р. Реки Казахстана. В кн.: «Очерки по физической географии Казахстана». Алма-Ата, 1952.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

П. И. ШЛЕЙМОВИЧ

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Засушливый климат и постоянно дующие ветры сильно иссушают почвы Алакольской впадины. Малая толщина снежного покрова, который к тому же постоянно сдувается со значительных площадей, приводит к глубокому промерзанию почвы, что до известной степени сокращает период протекания микробиологических процессов. Это, безусловно, накладывает свой отпечаток на почвообразовательный процесс.

Растительность в местах распространения автоморфных почв представлена редко разбросанными экземплярами ксерофитов, не защищающими почву от действия ветра. Ранней весной ее покрывают эфемеры из семейства зонтичных, лилейных и др. Отмершие растительные остатки за недостатком влаги слабо подвергаются процессу минерализации. В периоды сильного иссушения почвы населяющие ее микроорганизмы испытывают состояние анабиоза, следовательно, и распад органического вещества в это время затухает или же вовсе прекращается. Прекращаются также и процессы превращения первичных минералов, в почве.

Таким образом, замедленное размерзание почвы весной и иссушение ее активной части (метровый слой) почти до воздушно-сухого состояния летом парализуют почвообразовательные процессы. Интенсивность почвообразовательного процесса повышается от бурых и каштановых почв к черноземам, соответственно с этим возрастает и их плодородие.

Вспышки микробной деятельности в почвах равнинных территорий Алакольской впадины проявляются ранней весной и осенью. В это время создаются наилучшие условия увлажнения, благоприятствующие жизнедеятельности микроорганизмов. Сочетание оптимальной влажности и столь же оптимальной температуры в условиях ярко выраженного аэробио-

зиса вызывает распад органического вещества отмершей корневой системы. Однако и здесь растительные остатки не успевают полностью минерализоваться и остаются в почве в виде устойчивых гуминовых соединений.

Малое количество органического вещества корневой системы растений, отлагающегося в почве, и специфичность его превращения, обусловливают, соответственно, и малое содержание в почве перегноя, что вообще характерно для пустынных территорий, в частности и для равнинных пространств Алакольской впадины.

Некоторые реки, стекающие со склонов горного хребта, теряются в конусах выноса. До выхода на предгорные равнины все они имеют глубокие врезанные долины. На предгорных равнинах и низменных местах течение их замедляется, русла и долины расширяются.

Уровень грунтовой воды на участках речной долины располагается на глубине 0,5—2 *м*. В связи с этим на обширных площадях развиваются почвы гидроморфного ряда — луговые, лугово-болотные. В удаленных же от водных источников частях суши грунтовые воды располагаются на глубине 10—15 *м* и глубже и, естественно, на почвообразовательные процессы влияния не оказывают.

Почвенный покров Алакольской впадины представлен главным образом пустынными типами.

Серо-бурые почвы. Образуются в условиях крайне сухого климата на останцовых возвышенностях Арганаты, Керегетас и др. Почвообразующими породами являются третичные гипсоносные, отчасти засоленные отложения. Растительный покров представлен полынно-солянковыми ассоциациями. Наиболее распространен боялыч, терескен, полынь, биюргун и саксаул, но они не способны развивать большую массу, и органических остатков поступает в почву очень мало. Почти все надземные части растения после отмирания сильно высыхают, отламываются и уносятся ветром. Серо-бурые почвы поэтому имеют очень мало перегноя, слабо им окрашены, и их гумусовый горизонт почти ничем не отличается от лежащей глубже части почвенного профиля. На поверхности почвы образуется тонкая пористая корочка, обычно сильно иссушенная, как и вообще вся их почвенная толща.

Малое количество осадков и сильное испарение влаги из почвы приводят к тому, что все серо-бурые почвы карбонатны с самой поверхности. Они характеризуются сильной скелетностью. Обычно в почвенном профиле наблюдается высокая плотность.

Содержание перегноя в верхнем горизонте (10 *см*) почвы — 1,33—1,55%. Емкость поглощения не превышает 8 *мэкв*

на 100 *г* почвы. Натрия в поглощающем комплексе — следы. Почвенный поглощающий комплекс насыщен щелочноземельными основаниями (табл. 1).

Таблица 1

Состав водной вытяжки, гумус и поглощенные основания серо-бурых почв

Разрез	Глубина образца, *см*	Плотный остаток, %	Щелочность общая	Щелочность % от нормальных карбонатов	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Гумус %	Поглощенные основания, *мэкв* на 100 *г* почвы Ca^{++}	Поглощенные основания, *мэкв* на 100 *г* почвы Mg^{++}	Поглощенные основания, *мэкв* на 100 *г* почвы Na^+
15	0—0,1	0,037	0,034 / 0,64	—	0,003 / 0,11	—	—	—	1,33	8,0	—	0,20
	15—20	0,043	0,039 / 0,69	—	0,004 / 0,08	—	—	—	1,03	8,0	2,0	0,15
	25—30	0,045	0,042 / 0,47	—	0,003 / 0,11	—	—	—	1,04	8,0	—	0,12
	40—45	0,033	0,029 / 0,31	—	0,004 / 0,63	1,64	1,5	0,6	1,01	2,0	6,0	0,11

При наличии воды для полива эти почвы иногда используются под земледелие. Вспашка может быть проведена на глубину 25 *см* и глубже, так как основная каменистая масса располагается более чем на 45 *см* от поверхности. Между каменистыми отдельностями пролювиальной толщи заключен мелкоземистый материал и корневая система растений сво-

Таблица 2

Механический состав серо-бурой пустынной почвы

Разрез	Глубина образца, *см*	Содержание фракций, % на абс. сухую навеску разм. частиц в *мм*: камни >3	песок 3—1	песок 1—0,25	пыль 0,25—0,05	пыль 0,05—0,01	пыль 0,01—0,005	ил 0,005—0,001	ил <0,001	Сумма частиц
15	0—10	—	—	11,40	29,26	31,39	8,38	10,37	13,20	37,95
	15—20	13,16	17,34	11,21	21,42	13,08	5,21	8,85	9,73	23,79
	25—30	10,16	18,24	11,43	14,74	13,24	5,73	13,76	12,70	32,19
	40—50	—	—	15,67	21,49	27,93	11,25	12,77	10,89	34,91

бодно проникает в глубь него. По механическому составу серо-бурые почвы отличаются «легкостью» по всему профилю и скелетностью — наличием большого количества обломочного материала (табл. 2).

Так, серо-бурая пустынная почва на пролювиальных отложениях конуса выноса Джаманты сильно скелетна, пылевата, с умеренным содержанием иловатой фракции — частиц <0,001 *мм*. Это является причиной слабой сопротивляемости почвенной структуры размывающему действию воды.

Как уже отмечалось, характерной особенностью серо-бурых почв является скелетность. Поэтому даже почвы предгорной пролювиальной равнины могут быть включены в почвенный фонд для их использования — толщина их профиля этому не препятствует (в среднем 37 *см*).

Ниже приводится химический состав серо-бурой пустынной почвы (табл. 3).

Таблица 3

Состав водной вытяжки, гумус, поглощенные основания серо-бурой легкосуглинистой почвы на пролювиальных отложениях, *мэкв*

Разрез	Глубина образца, *см*	Плотный остаток %	Щелочность: общая	Щелочность: % от нормал. карбонатов	Cl^-	SO_4	Ca^{++}	Mg^{++}	Гумус	Поглощенные основания, *мэкв*: Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+
29	0—5	0,016	0,31 / 0,019	Нет	0,11 / 0,04	Нет	0,5 / 0,016	0,3 / 0,004	1,61	12,0	4,0	0,14
	10—20	0,078	0,31 / 0,019	»	0,84 / 0,029	»	0,7 / 0,014	0,2 / 0,02	1,07	8	—	0,08
	25—30	0,066	0,31 / 0,019	»	0,62 / 0,022	»	—	—	0,86	7	—	0,13
	50—55	0,026	0,36 / 0,022	»	0,11 / 0,004	»	—	—	0,70	7	—	0,11

Как видно из данных таблицы, серо-бурые почвы не засолены. Отсутствие щелочности от нормальных карбонатов и обменной щелочности вследствие ничтожно малого содержания натрия в поглощающем комплексе почвы является причиной постепенного убывания с глубиной почвенного перегноя. Перегной при этих условиях трудно растворяется. Коллоидные частицы, составляющие его, находятся постоянно в скоагулированном состоянии. Они не выносятся с нисходящим током воды. Отсюда и постепенное убывание перегноя с глубиной по почвенному профилю. Это характерная особенность

почв степного типа почвообразования, когда они не засолены и не солонцеваты.

Малокарбонатные сероземы. Формируются на склонах останцов и более возвышенных частях Алакольской равнины, расположенных на абсолютной высоте 350—750 *м,* под эфемерово-полынной растительностью.

Грунтовые воды, так как они залегают глубоко, не принимают участия в почвообразовательных процессах.

Почвообразующими породами являются лёссовидные суглинки и супеси.

Малокарбонатные сероземы отличаются небольшим содержанием перегноя, не больше 1,3%. С глубиной количество его постепенно убывает. Емкость поглощения колеблется в пределах 6,5—10,5 *мэкв* на 100 *г* почвы. Поглощающий комплекс насыщен щелочноземельными катионами. Отсюда следует, что и у этих почв высокодисперсная не растворимая в воде часть почвы не передвигается с нисходящим током воды по профилю, за исключением углесолей кальция, количество которых с глубиной увеличивается (в верхнем горизонте содержание их незначительно — 1—3%). В большинстве случаев эти почвы не засолены и не солонцеваты. По своим физическим свойствам и химическому составу вполне пригодны для освоения при условии искусственного полива.

Лугово-сероземные почвы. Формируются на вторых речных и приозерных незаливаемых террасах под эфемерово-полынной растительностью с некоторой примесью лугового разнотравья. Грунтовые воды залегают на глубине 3—5 *м.*

Такая глубина стояния уровня грунтовой воды допускает восхождение пленочно-капиллярных растворов, питающих корни, главная масса которых расположена в активной части почвенной толщи, что и создает условие для ее олуговения.

Характерной особенностью лугово-сероземных почв, в отличие от сероземов, является наличие дернины, более темная окраска перегнойного горизонта и его зернисто-комковатая структура. Содержание гумуса в верхнем горизонте (10 *см*) колеблется в пределах 2—3%. Поэтому и емкость поглощения у них несколько выше, чем у сероземов, — 10—15 *мэкв.*

В основном распространены разновидности лугово-сероземных почв с различной степенью солончаковатости и солонцеватости. Они плодородны и пригодны для поливного, а иногда и богарного земледелия.

Почвы речных долин. Речная вода начинает оказывать свое влияние на почвообразовательные процессы в предгорной, равнинной части впадины. Особенно это характерно для долины р. Лепсы. Течение реки становится спокойным. Она прокладывает себе путь в созданных ею мелкоземистых, пы-

леватых, обычно палево-серых отложениях. Почвы развиваются в условиях близкого залегания уровня грунтовых вод приблизительно от 1,7 до 3 *м*, иногда глубже, в зависимости от гипсометрического уровня речной террасы, от уровня питающей почву грунтовой воды.

Материнской почвообразующей породой является мелкоземистый аллювий различного механического состава — от песков и супесей до суглинков и тяжелых глин. В массе почвообразующей породы отсутствуют частицы крупнее 1 *мм* в диаметре, поэтому аллювиальным осадкам свойственна пылеватость. Преобладающей механической фракцией является крупная пыль (частицы 0,05—0,01 *мм*). У почв, формирующихся на такой материнской породе, нельзя ожидать прочной структуры.

На нижних террасах речных долин развиваются почвы гидроморфного ряда. Когда влияние грунтовых вод на почвообразование прекращается вследствие углубления речного русла, начинается «остепнение» почв. Таковы почвы р. Чинджалы в ее среднем течении. Во всех случаях почвы речных долин, благодаря своим физическим и химическим свойствам, отличаются высоким природным плодородием. Располагаются они далеко за пределами конуса выноса. Это почвы восточного побережья оз. Алаколь, нижнего течения р. Джар-Булак, близ ее устья, полого нисходящей к побережью озера равнины. Почвы высокого качества, пригодные для возделывания полевых и овощных культур и плодово-ягодных насаждений. Требуют полива. Полив в большинстве случаев осуществляется легко.

Такыры и такыровидные почвы. Приурочены главным образом к древним дельтам рек. Формируются под зарослями саксаула и биюргуново-кокпековой ассоциации.

Поверхность такыров обычно покрыта прочной коркой толщиной 5—6 *см*. Ниже они слоисты, причем прослои распадаются на призматическо-ореховатые отдельности. В большинстве случаев эти почвы солончаковаты, что подтверждается наличием выцвета солей по профилю.

В отличие от такыров у такыровидных почв корка с поверхности пористая и рыхлая. Почвенный профиль более развит. Эти почвы более гумусированы и в большей части пригодны под поливное земледелие. На них получают высокие урожаи овощных и бахчевых культур, а также риса.

Аллювиально-луговые почвы. Формируются на пойменных террасах рек и озер под лугово-тугайной растительностью. Грунтовые воды залегают неглубоко.

Профиль луговых почв до глубины 60—75 *см* равномерно окрашен органическим веществом в темно-серый цвет. Для

этих почв характерны аэробные процессы разложения органического вещества отмерших растительных остатков.

Лугово-болотные почвы. Приурочены к современным болотам и низким берегам озер. Развиты под осоково-тростниковой растительностью. В них накапливается больше перегноя, чем в почвах луговых, и наряду с собственно гумусом обнаруживается органическое вещество, слабо подвергнутое микробному распаду, нередко еще не утерявшее своего клеточного строения. Анаэробные условия еще более резко выражены в болотных почвах. Огромные заросли тростника используются для строительных целей. Значительная часть этих почв может быть использована под посев риса.

Солончаки. Располагаются в комплексе с луговыми, лугово-сероземными и такыровидными почвами и солонцами. Солончаки большей частью хлоридно-сульфатного засоления. Иногда встречаются содовые солончаки. Последние распространены в низовьях р. Или.

Солончаки соровые. Формируются главным образом при высыхании мелких соленых озер и в лагунах озер Сасыкколя и Алаколя. Поверхность их покрыта солевой коркой.

Солонцов много между озерами Алаколь и Сасыкколь. Они занимают несколько повышенные места приозерной равнины, формируясь под кокпеково-биюргуновой растительностью. Среди них различаются солонцы лугово-степные и солончаковые. Солонцовый горизонт лежит на глубине от 10 до 20 *см*.

Солончаки, солонцы и, тем более, соры, не пригодны для земледелия без предварительной их мелиорации.

ЛИТЕРАТУРА

Ассинг И. А. О почвах пустынной части подгорных равнин Северного Тянь-Шаня. «Труды Института почвоведения АН КазССР», т. 7, 1957.

Глазовская М. А. Почвы горных областей Казахстана. «Изв. АН КазССР», серия почвенная, 1949, вып. 4.

Домрачев П. Ф. Балхаш и Прибалхашье. Л.—М., 1935.

Соколов С. И., Ассинг И. А., Курмангалиев А. В., Серпиков С. К. В сб.: «Почвы Алма-Атинской области». Алма-Ата, 1962.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

О. М. НАСОНОВА

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ АЛАКОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ

Согласно геоботаническому районированию СССР (1947) Алакольская впадина относится к Азиатской пустынной области, Среднеазиатской подобласти. Лишь на крайнем юго-востоке по грабену Джунгарских ворот сюда из Северного Синьцзяна заходят растительные формации, свойственные Центральноазиатской подобласти (Русяева, 1961).

Пустынный тип растительности занимает поверхность впадины в пределах 350—500 *м* над ур. м. и представлен экологическими видами песчаной, щебнисто-каменистой и солончаковой пустыни.

Распространение других типов растительности на территории связано с наличием гор и подчинено вертикальной поясности.

На территории впадины расположено несколько небольших песчаных массивов — Бийкум, Ульбет-Коссайши (севернее оз. Алаколь), Сарыкум, Таскаракум (южнее).

По происхождению они представляют собой древнеаллювиальные образования, подвергшиеся развеванию в ксеротермический период послеледниковой эпохи (Никитин, 1935).

В настоящее время это хорошо закрепленные растительностью бугристые пески со сглаженными пологими склонами и неширокими межбугровыми понижениями, реже равнинные. В песках, примыкающих к оз. Алаколь, и вдоль рек характерно широкое распространение солончаковых и луговых западин (чурот).

Как и для всех северных песчаных пустынь, здесь типичны сообщества с доминированием полыни белоземной (*Artemisia terrae albae Krasch.)*, эркека *(Agropyron sibiricum* (Willd) *P. B.)*, терескена (*Eurotia ceratoides* (L.) C.

Наиболее широко распространены эркеково-сероПолынная, изенево-эркековая, терескеново-изенево-эркековая, изенево-терескеново-сероПолынная ассоциации. Для высокобугристых песков характерны травяно-кустарниковые сообщества с преобладанием саксаула белого (*Haloxylon persicum Bge.*), некоторых видов джузгунов (*Calligonum* sp.), песчаной акации (*Ammodendron argenteum* Palle (O. Ktre) и обычного псаммофитного разнотравья: полыни камфорной (*Artemisia santolina* Schrenk), осочки вздутоплодной (*Carex physodes* M. B.), аристиды перистой (*Aristida pennata* Trin.), хондриллы сомнительной (*Chondrilla ambigua* Fisch), кумарчика песчаного (*Agriophyllum arenarium* M. B.) и др.

В связи с тем, что эти песчаные массивы издавна являлись и являются пастибщными угодьями и благодаря близкому расположению к водным источникам (пересечены реками Эмель, Чинджалы) усиленно используются, коренная растительность в них претерпела сильные изменения. На смену коренным фитоценозам появились целые ландшафты из сорных видов: полыни метельчатой, или бургуна (*Artemisia scoparia* NK.), полыни песчаной, или шагыра (*Artemisia arenaria* D C.), брунца лисохвостовидного (*Sophora alopecuroides* L.) и эфедры двухколосковой (*Ephedra lomatolepis* Schrenk).

В песках Каракум в результате их усиленного использования первичные группировки совершенно выпали, доминантами растительного покрова здесь являются шагыр, бургун и лишь в небольшом количестве встречаются полынь белоземная, изень, эркек.

В центральной части песков Сарыкум основу растительного покрова составляют терескеново-полынная, полынно-эркековая ассоциации. Они покрывают пологие склоны песчаных бугров. В их травостое, кроме доминантов, встречаются полынь метельчатая, эбелек (*Ceratocarpus arenarius* L.), кохия простертая (*Kochia prostrata* (L.) Schrad). На вершинах песчаных бугров и склонах южной экспозиции распространены кустарниково-разнотравные ассоциации. Из кустарников здесь постоянны джузгуны, акация песчаная, из разнотравья — эфедра двухколосковая, гелиотропы (*Heliotropium dasycarpum* Ldb., *N. arguzioides* Kar. et Kir.), верблюдка Лемана (*Corispermum Lehmannianum* Bge.).

В формировании ландшафта высокобугристых песков участвует белосаксаулово-разнотравная ассоциация. На вершинах бугров саксаул белый образует негустые заросли. Между его кустами — травостой из полыни камфорной, осочки вздутоплодной, полыни джунгарской (*Artemisia soongorica*), кумарчика песчаного и др.

На выровненных песках в периферийной части наболее характерны тырсовая и терескеново-полынная ассоциации. Из сорных группировок в Сарыкумах повсеместно, но небольшими участками, встречаются сообщества из эфедры и шагыра.

В песках Таскаракум ландшафтными видами являются полынь белоземная и ковыли: ковыль песчаный (*Stipa Hohenackeriana* Trin. et Ropr.) и ковыль-тырса (*Stipa capillata* L.). Белоземнополынная ассоциация покрывает выровненные пески и межбугровые понижения. В видовом составе повсеместно в качестве содоминантов встречаются бургун, брунец.

В южной части Таскаракумов, благодаря близости рек в составе растительности постоянно встречаются тростник (*Phragmites communis* Trin.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.)Roth.), волоснец узкий (*Elymus angustus* Trin.). По межбугровым понижениям они образуют самостоятельные ценозы.

Межпесковые выровненные пространства заняты солянковой растительностью из камфоросмы (*Camphorosma Lessingii* Litw.), лебеды бородавчатой, кокпека (*Atriplex cana* C.A.M.), волоснеца узкого в сочетании с песчаными сообществами.

В песках Бийкум, Ульбет-Коссайши растительность слагают те же сообщества. По пологим песчаным буграм распространены изенево-эркековая, терескеново-изенево-эркековая ассоциации. Для межбугровых понижений типична серополынная растительность.

Многочисленные солончаковые понижения в районах песков, примыкающих к озеру, заняты тростниковой, вейниковой, реже сарсазановой ассоциациями.

Наибольшее засорение отмечено вдоль р. Эмель. Здесь растительный ландшафт образует эфедра двухколосковая. В северо-западной части этих песков наблюдается засорение полынью метельчатой.

Предгорная равнина гор Текели, покрытая тонким песчаным плащом, характеризуется несформировавшимся травостоем из пустынных и степных видов. Доминируют волоснец узкий, ковыль-тырса, типчак, ферула татарская (*Ferula tatarica* Fisch.), люцерна. Из кустарников постоянно встречается таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia* L.).

Песчаные массивы в настоящее время используются как зимние пастбища для всех видов скота.

Валовая урожайность этих пастбищ в зимний период составляет 3—5 *ц/га*, а производственная — 2—2,5 *ц/га*, что в сочетании с благоприятными природными условиями позволяет считать их хорошими пастбищами зимнего сезона. В от-

дельные годы растительность на периферии песков можно выкашивать.

Использование песчаных массивов возможно при условии проведения ряда мероприятий, таких, как обводнение пастбищ, правильное распределение нагрузки и улучшение травостоя путем применения гербицидов и предоставления отдыха особенно выбитым участкам.

Щебенисто-каменистая пустыня на территории впадины занимает небольшие массивы и отдельные сопки низкогорий (включая горы Аркарлы, Аргианаты) и их предгорные равнины.

Почвенный покров ее слагают различные варианты серобурых дресвяно-галечниковых почв, преимущественно супесчаного и мелкосуглинистого механического состава. По мелкосопочнику многочисленны выходы коренных пород и осыпей.

Главная роль в формировании растительности этой пустыни принадлежит полыням (полынь белоземная, полынь лессинговидная—(*Artemisia sublessingiana* (Kell.) и *Krasch.)* и солянкам (боялыч лиственницелистный — *Salsola laricifolia* (Turcz Litv.), биюргун — (*Anabasis salsa* (C.A.M.) Benth.).

Растительность низкогорий отличается большей разреженностью. Здесь по склонам южной экспозиции распространены полынная и боялычево-полынная ассоциации. В травостое, кроме доминантов, отмечен ковыль (*Stipa caucasica* Schmalh.), кохия, мятлик живородящий (*Poa bulbosa* L.).

На вершинах сопок — изреженный травостой из полыни серебристолистной (*Artemisia juncea* Kar. et Kir.).

Склоны северной экспозиции заняты злаково-полынной ассоциацией. Доминирует полынь лессинговидная и из злаков: ковыль-тырса, ковыль кавказский.

Межсопочные ложки покрыты зарослями кустарников из таволги, курчавки (*Atraphaxis spinosa* L.), вишни (*Cerasus tianschanica* Pojark.) и довольно густым травостоем из ковыля — тырсы, типчака (*Festuca sulcata* Hack.), полыни лессинговидной и осоки низкой (*Carex supina* Willd).

Межгорная долина между хребтами Аркарлы и Арганты покрыта полынниками, в составе которых отмечены полынь лессинговидная и белоземная, или полынниками с участием эфемеров — мятлика живородящего и осочки толстостолбиковой (*Carex pachystilis* Gay), реже распространена тырсово-полынная ассоциация.

В ландшафте предгорных равнин безраздельно господствуют боялыч и полынь лессинговидная, образуя довольно близкие по составу и строению сообщества с преобладанием

то одного, то другого доминанта. Первый ярус в этих сообществах образует всегда боялыч (высота 40—50 *см*), а второй — полынь (25—30 *см*).

В юго-восточной части впадины, в районе Джунгарских ворот, наблюдается еще большая разреженность и слабая сформированность растительного покрова. Наибольшее распространение имеют сообщества из саксаула зайсанского (*Haloxylon ammodendron* B g e.), тасбиюргуна — ежовника безлистного (*Nanophyton crinaceum* B g e.), боялыча лиственницелистного, полыни белоземной.

Преобладает группа ассоциаций из саксаула зайсанского. В ее видовом составе, кроме саксаула, встречаются боялыч лиственницелистный, эфедра двухколосковая, саксаульчик балхашский (*Arthrophytum balchaschense* (I l j i n) B o t s c h.). В меньшем количестве встречается полынно-боялычевая ассоциация.

На нижних частях шлейфов, господствует тасбиюргуновая формация. В качестве содоминантов тасбиюргуна отмечены боялыч, биюргун, полынь.

Встречаются участки с очень изреженным травостоем и совершенно голые, «с темно-коричневым и блестящим от пустынного загара поверхностным панцирем из щебня и гальки» (Быков, 1960).

В настоящее время щебнисто-каменистые пустыни используются в качестве весенне-осенних пастбищ для мелкого скота. Производительность их невелика — от 2 до 3,5 *ц/га*.

Солончаковая пустыня на территории впадины связана с оз. Алаколь. Она тянется узкой полосой вдоль его побережья, а также занимает различного рода депрессии на территории впадины. Для нее характерно наличие мокрых и пухлых солончаков.

В растительном покрове господствуют галофитные полукустарничковые солянки: сарсазан (*Halocnemum strobilaceum* P a l l M. B.), кокпек, сведа вздутоплодная (*Suaeda physophora* P a l l), лебеда бородавчатая.

Наиболее широко распространена сарсазановая, кокпековая, лебедовая, шведо-боялычево-кокпековая ассоциации.

Сарсазановая ассоциация отмечена у самого берега, на мокрых и пухлых солончаках. Растительный покров ее изрежен и представлен низкорослыми кустиками сарсазана с довольно большими просветами голого солончака между ними. Кроме сарсазана, встречается лебеда бородавчатая, акмамык (*Atropis distans* (L.) P a r l.), сведа мелколистная (*Suaeda microphylla* P a l l.).

В подобных местообитаниях, но в меньшем количестве, встречаются кокпековая и лебедовая ассоциации.

Характерной особенностью солончаковой пустыни является пятнистость и неравномерность растительного покрова, бедность видового состава и наличие голых пятен солончака.

Дальше от побережья озера сарсазанники сменяются кокпечниками с участием боялыча и шведы вздутоплодной.

В хозяйственном отношении солончаковая растительность не представляет интереса, так как большая часть ее доминантов или очень плохо поедается скотом, или совсем не поедается. В лучшем случае она может служить кормом для верблюдов и мелкого скота в осенний сезон.

В небольшом количестве по побережью озер, поймам рек и по понижениям встречается луговой тип растительности на аллювиально-луговых, часто засоленных почвах. Луга представлены тростниковой, разнотравно-тростниковой, разнотравно-вейниковой ассоциациями. Из разнотравья встречаются солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), брунец лисохвостовидный, полынь солончаковая (*Artemisia Schrenkiana* L e d b.), сведа мелколистная, девясил британский (*Inula britannica* L.).

Вдоль берегов озер многочисленные тростниковые заросли, часто заболоченные и вследствие этого труднопроходимые.

По надпойменным террасам распространены сообщества из чия блестящего (*Lasiagrostis splendens* (T r i n) K u n t h.) и волоснеца узкого.

Среди содоминантов следует отметить полынь солончаковую, ажрек (*Acluropus litoralis* (G o u a n) P a r l.), бескильницу.

По поймам рек среди лугов встречаются отдельные экземпляры ивы (*Salix* sp.). Лишь в дельтовой части поймы р. Тентек встречаются тугайные леса с разнотравно-злаковым травостоем.

Поймы рек и побережья озер представляют собой летние пастбища и сенокосные угодья. Урожайность сенокосов колеблется от 10 до 20 *ц/га*.

Алакольская впадина на севере переходит в предгорную равнину южного склона Тарбагатая, на юге — северного склона Джунгарского Алатау.

В переходной полосе от пустынного к пустынно-степному поясу, по наклонной предгорной равнине широко распространена полынно-волоснецовая группа ассоциаций. Светло-каштановые солончаковатые почвы чередуются с небольшими пятнами солончаков. Полынно-волоснецовая ассоциация занимает большие площади. Доминируют волоснец узкий и полынь лессинговидная. Реже и небольшими пятнами встречаются лессингово-полынная и волоснецовая ассоциации. Здесь по понижениям обычны солончаки с акмамыково-лебедовой, шренкианово-полынной, камфоросмовой и другими галофит-

ными группировками. В хозяйственном отношении площади, где господствует подобная растительность, являются весенне-осенними пастбищами для всех видов скота. Валовая урожайность их равна 5—6 *ц/га*.

В растительном покрове южного склона хребта Тарбагатай выделяются следующие высотные пояса (Степанова, 1962): пустынно-степной, на высоте от 500 до 700 *м* над ур. м., степной — 700—1000 (1200) *м*, кустарниковый — 1000 (1200)—1700 (1800) *м*, субальпийский — 1700 (1800)—2400 *м*, альпийский — 2400—3000 *м*.

Пустынно-степной пояс занимает предгорную плоскую равнину со светло-каштановыми, преимущественно солонцеватыми, легкосуглинистыми почвами. Растительный покров является переходным от пустынного к горно-степному и в основном представлен кустарниково-полынно-злаковой ассоциацией.

Из злаков преобладают тырса, типчак, ковыль (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), из кустарников — таволга зверобоелистная, карагана кустарниковая (*Caragana frutex* C. Koch.), майкарагана (*Galophaca howeinii* Schr.) и полынь лессинговидная.

В северной части пояса примешивается разнотравье: люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.), качим метельчатый (*Gypsophila paniculata* L.), ферула татарская.

В восточной части предгорной равнины доминируют полынно-тырсовая и терескеново-полынно-тырсовая ассоциации.

Предгорные равнины используются и могут использоваться в будущем в качестве весенне-осенних пастбищ для всех видов скота. Урожайность их колеблется от 4—5 *ц/га* — весной до 5—6 *ц/га* — осенью. В благоприятные в метеорологическом отношении годы растительность на них может выкашиваться.

Степной пояс занимает полосу низких гор и предгорий в пределах высот от 700 до 1200 *м*.

В его растительном покрове наблюдается сочетание сухих кустарниково-злаковых, кустарниково-разнотравно-ковыльных степей, зарослей кустарников и разнотравно-злаковых лугов.

Кустарниково-ковыльные и кустарниково-типчаковые степи занимают здесь вершины сопок и склоны южной экспозиции с темно-каштановыми почвами. В видовом составе преобладают ковыль красноватый (*Stipa rubens* P. Smirn.), ковылок, тырса, типчак, из кустарников —карагана кустарниковая, таволга, майкарагана.

Кустарниково-разнотравно-ковыльные степи и заросли кустарников повсеместно встречаются в верхней части пояса и

приурочиваются к склонам северной экспозиции с черноземными почвами в нижней части пояса. В них доминируют ковыль красный, люцерна серповидная, морковник Морисона (*Peucedanum Morisonii* Bess.), подмаренник настоящий, таволга зверобоелистная, майкарагана.

Густые заросли кустарников состоят из миндаля дикого, караганы кустарниковой.

Межсопочные понижения заняты злаково-разнотравными лугами, в которых преобладает разнотравье: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) и люцерна серповидная. Из злаков: ежа сборная, волоснец узкий.

Степной пояс — это полоса культурных земель. Распахано до 80% площади.

Кустарниковый пояс растительности заключен в пределах 1200—1800 *м*, в центральной части хребта он спускается ниже.

Почвы на склонах хребта горностепные ксероморфные, сочетаются с горными черноземами.

В нижней части южного склона, в пределах 1200—1500 *м*, развиты заросли кустарников, в основном из миндаля ледебуровского, в сочетании с розариями (*Rosa spinosissima* L.). На скалистых склонах распространена редкая растительность из таволги зверобоелистной, караганы кустарниковой, майкараганы, курчавки, с примесью степного и петрофильного разнотравья: зопника клубненосного (*Phlomis tuberosa* L.), очитка гибридного (*Sedum hybridum* L.), полыни холодной (*Artemisia frigida* Willd.), зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.), хатьмы тюрингенский (*Lavatera thuringiaca* L.).

Часто по склонам встречаются осиновые лески и яблочники (*Malus siversii* Ldb. M. Roem) с хорошо развитым кустарниковым ярусом из розы колючейшей, миндаля ледебуровского. В глубоких ущельях распространены заросли ив, осины (*Populus tremula* L.) с примесью березы мелколистной (*Betula microphylla* Bge.), черемухи обыкновенной (*Padus racemosa* (Lam.) *cilib* ek Schneid.) и калины (*Viburnum opulus* L.).

Крутизна склонов, обилие камня и кустарников снижают хозяйственное значение этой территории как пастбищных угодий.

Субальпийский пояс занимает пологие склоны и платообразный выровненный водораздел, местами с выходами скал и каменистыми склонами.

Наиболее широко распространены гераниевые, манжетковые луга с доминированием герани холмовой (*Geranium collinum* Steph.), герани белоцветной (*G. albiflorum* Ldb.),

манжетки сибирской (*Alchimilla sibirica*) и манжетки кривобокой (*A. cyrtopleura* Juz.).

По склонам южной экспозиции отмечены разнотравно-типчаковые и осоково-типчаковые степные ассоциации. В небольшом количестве по крутым склонам встречаются пятна арчи сибирской (*Jniperus sibirica* Burgst.) и арчи ложноказачьей (*J. pseudosabina* Fisch et Mey.).

Альпийский пояс невелик по площади. Растительность в нем представлена в основном кобрезиевниками. Чаще встречаются чистые кобрезиевые луга из кобрезии Смирнова (*Cobresia Smirnovii* Ivan.), реже разнотравно-кобрезиевые. Из разнотравья обычны горец нитевидный (*Polygonum nitens* Fisch et Mey.), манжетка сибирская, фиалка алтайская (*Viola altaica* Ker-Gawl.), василистник альпийский (*Thalictrum alpinum* L.), незабудка душистая (*Meosotis suaveolens* Wetk.) и др.

На склонах южной экспозиции распространены типчаковые степи.

Субальпийский и альпийский поясы представляют собой летние пастбища-джайляу для всех видов скота. Производительность субальпийских пастбищ в летний сезон 10—12, альпийских — 7—8 *ц/га*.

На северном склоне Джунгарского Алатау (Рубцов, 1948) выделяется пустынно-степной пояс в пределах 600—800 *м*, степной — 800—1200 *м*, лесо-луговой — 1200—2500 *м*, субальпийский и альпийский — 2500—3000 *м*.

Пустынно-степной пояс представлен очень узкой полосой полынно-злаковой, с участием таволги, растительностью.

Степной пояс занимает нижнюю часть гор. Он также выражен слабо. В растительном покрове распространены сообщества из дерновинных злаков — ковылей, типчака с небольшой примесью разнотравья: подмаренника настоящего, люцерны серповидной, зопника клубненосного, душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.).

По каменистым склонам южной экспозиции ландшафт образуют кустарники: таволга зверобоелистная, вишня степная, эфедра хвощевидная (*Ephedra eguisetina* Bge.). Травостой представлен типичными петрофитами: очиток гибридный, патриния средняя (*Patrinia intermedia* Horn.), зизифора пахучковидная (*Ziziphora clinopodioides* Lam.).

Значительная часть площади распахана, остальная используется как пастбища весной при переходе скота на джайляу. Валовая урожайность пастбищ — 5—7 *ц/га*.

Наиболее широко на северном склоне Джунгарского хребта представлен лесо-луговой пояс. Его верхняя граница проходит на высоте 2500 *м*. Это пояс с сильно рассеченным рельe-

фом и большим количеством выходов коренных пород по крутым склонам и ущельям. Почвы — горные черноземы и черноземовидные с различными маломощными и малоразвитыми разностями.

В растительном покрове доминирует луговой тип.

В травостое лугов преобладают ежа сборная, коротконожка перистая, тимофеевка степная, герань лесная (*Geranium silvaticum* L.), душица обыкновенная, зверобой продырявленный, горец дубильный — таран (*Polygonum coriarium* Grig.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.).

По склонам южной экспозиции травостой несколько остепнен. Из злаков обычны тимофеевка степная, овсяница красная, мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.). По лощинам растительность слагается крупнотравьем с участием тарана, аконита джунгарского и борщовника сибирского (*Heracleum sibiricum* L.).

В этом же поясе распространены еловые и лиственные леса.

Лиственные леса из осины, березы, яблони встречаются у нижней границы пояса. Наибольшая площадь их отмечена в районе поселков Лепсинск и Константиновка.

Еловые леса (*Picea Schrenkiana* Fisch et Mey) приурочены к склонам северной экспозиции и ущельям.

В хозяйственном отношении травяная растительность пояса из-за крутизны склонов не имеет большого значения. Еловые леса частично используются для заготовок древесины.

Субальпийский и альпийский поясы узкой полосой окаймляют главный хребет. Растительность их так же, как и в Тарбагатае, сложена манжетковыми, гераниевыми и кобрезиевыми ассоциациями. В альпийском поясе большой процент площади составляют осыпи и скалы. В хозяйственном отношении пояс представляет собой прекрасные летние пастбища.

ЛИТЕРАТУРА

Быков Б. А. К характеристике растительности каменистых пустынь. «Бот. ж.», 1960, № 3.

Геоботаническое районирование СССР, М., 1947.

Никитин С. А. Пески Западного Прибалхашья. «Тр. Почв. ин-та им. А. И. Докучаева», т. XI. М.—Л., 1935.

Рубцов Н. И. Растительный покров Джунгарского Ала-Тау. Алма-Ата, 1948.

Русяева Г. Г. Растительность щебнистой пустыни Джунгарских ворот. «Бот. ж», 1961, № 3.

Степанова Е. Ф. Растительность Тарбагатая. Алма-Ата, 1962.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

П. П. ФИЛОНЕЦ

МОРФОМЕТРИЯ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

В 1960—1963 гг. Сектором физической географии Академии наук Казахской ССР проводились экспедиционные исследования озер Алаколь, Қошкарколь и Сасыкколь. Собранный обширный материал позволил определить морфологические характеристики этих озер.

Озеро Сасыкколь («Гнилое озеро»). Расположено в 36 *км* к северу от Уч-Арала (районного центра Алакольского района Алма-Атинской области) и простирается с запада на восток.

В 1840 г., по данным Шренка, длина озера была около 50 *км*, ширина — 20 *км*, а по Б. К. Терлецкому (1931 г.) — соответственно 46 и 18 *км*.

В 1962 г. длина озера составляла 49,6 *км*, максимальная ширина — 19,8 *км* (средняя 14,8 *км*), длина береговой линии — 182 *км*, развитие береговой линии — 1,8, площадь водной поверхности — 736 *км*^{2} (с островом 747 *км*^{2}), средняя глубина — 3,32 *м* (максимальная — 4,7 *м*), объем водной массы — 2434 млн. *м*^{3}; среднегодовая амплитуда колебания уровня воды — 60 *см*.

Берега озера низкие, заболоченные и заросшие тростником. Лишь у пос. Жарсуат и восточнее оз. Соленое (в 12 *км* северо-западнее пос. Жарсуат) они сравнительно высокие (на первом участке, протяженностью 4 *км*, — обрывистые, высотой от 2 до 15 *м*; на втором, протяженностью 800 *м*, также обрывистые, высотой 1—2 *м*).

Вдоль побережья озер Сасыкколь и Қошкарколь тянутся болота, площадь которых определяется в 76,9 тыс. *га*.

В западной, низменной, части побережья оз. Сасыкколь (от пос. Жарсуат до пос. Сагат) болота разорваны на отдельные участки общей площадью 8884 *га*. В восточной его части (от пос. Сагат до р. Женишкесу, оз. Қошкарколь, юго-восточное побережье оз. Сасыкколь до пос. Жарсуат) площадь болот составляет 68 тыс. *га*.

Из 48 тыс. *га* труднопроходимых болот к оз. Сасыкколь примыкает примерно 45,4 тыс. *га*[1]. Глубина болот колеблется от 0,3 до 1,3 *м*. При средней глубине болот 0,5 *м* здесь аккумулируется 227 млн. $м^3$ воды. В этом случае общий объем водной массы оз. Сасыкколь примерно равен 2,661 млрд. $м^3$.

Все болота покрыты густыми зарослями тростника. К сентябрю болота частично высыхают и становятся доступными для гужевого транспорта.



Рис. 1. Юго-западная часть оз. Алаколь (у пос. Қоктума).
Фото Е. А. Казанской.

В оз. Сасыкколь на востоке вклинивается полуостров-гора Аралтобе, сложенный палеозойскими породами. Он образует два обширных глубоководных залива — Борган и Жартас, имеющих глубину у берегов 3—3,5 *м*. Заливы хорошо защищены от ветров (юго-восточного — «Евгей», западного и северо-западного — «Сайкан»).

Значительная высота полуострова — 117 *м* над урезом воды. Глубоководные причалы и твердое дно позволяют организовать здесь основную базу по лову рыбы в озере.

Вдоль берегов оз. Сасыкколь, среди болот и тростниковых зарослей, насчитывается более 100 мелких озер (от 0,5 до 600 *га* каждое).

Глубины в озере от берега нарастают постепенно. Максимальной величины (4,7 *м*) они достигают в его восточной части. Дно ровное. Данные о соотношении площадей и объема водной массы приведены в таблице 1, 2 и на рис. 3.

[1] Близость озер Сасыкколь и Қошкарколь не дает возможности точно определить принадлежность болот к тому или другому озеру. Но можно считать, что площадь озера с труднопроходимыми болотами равна 1,19 тыс. $км^2$.

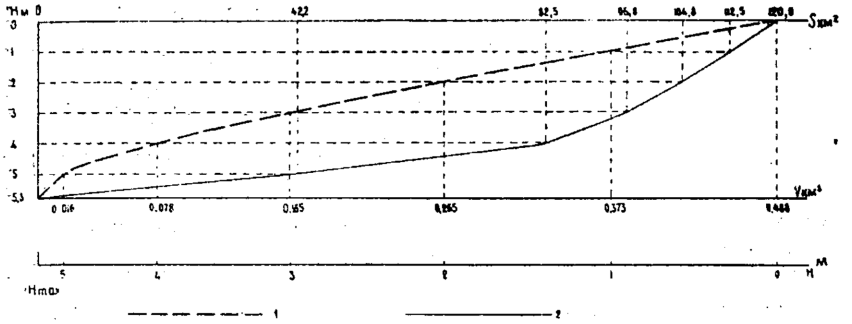


Рис. 2. Батиграфическая и объемная кривые, объемная шкала оз. Кошкарколь: *1* — объемная кривая; *2* — батиграфическая кривая.

В северо-восточном заливе озера встречаются плавучие острова до 30 *м* в диаметре. Это оторвавшиеся от нависших с берега карнизов куски дерновины толщиной 40—60 *см*, под которыми глубина достигает 2—3 *м*.

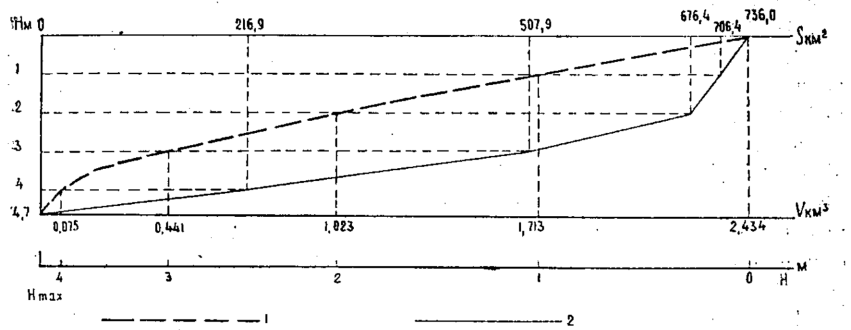


Рис. 3. Батиграфическая и объемные кривые, объемная шкала оз. Сасыкколь: *1* — объемная кривая; *2* — батиграфическая кривая.

В северо-западной части озера находится остров Кишкине Аралтобе (в 2,5 *км* юго-западнее пос. Сагат). Длина его 5 *км*, ширина — 2,8 *км*, площадь — 11,2 *км*², высота над урезом воды — 46,8 *м*. Северная и восточная его части низкие, заболоченные и заросшие тростником, юго-западная и западная — высокие и каменистые.

Вода в Сасыкколе пресная, со слабым запахом сероводорода. Преобладающий цвет — зеленоватый (XII—XIII — по шкале Фореля — Уле), прозрачность 60—70 *см*.

С севера к озеру течет р. Каракол, которая достигает его только весной в многоводные годы. С юга, системой проток через болота и тростниковые заросли, впадает в него р. Тентек. В 74 *км* от устья (колхоз «Тун куруз»), за 33 года наблю-

дений, среднегодовой расход ее составляет 45 *м*³/*сек.* Весной и в начале лета ее воды значительно поднимают уровень озера, который к осени понижается.

Озеро Сасыкколь проточное. Из него через р. Жинешкесу вода поступает в оз. Қошкарколь.

Озера Сасыкколь, Қошкарколь и Алаколь соединяются между собой протоками. Уровень воды оз. Сасыкколь выше уровня оз. Кошкарколь примерно на один метр, а уровня оз. Алаколь — на три метра[2].

В настоящее время в оз. Сасыкколь наблюдается понижение уровня за счет усилившейся эрозии р. Жинешкесу у ее истоков.

В то время как в оз. Сасыкколь уровень воды падает, в озерах Кошкарколь и Алаколь он увеличивается.

Озеро Кошкарколь (Уялы). Находится между озерами Сасыкколь и Алаколь, от которых отделено перешейками шириной 4,5 и 5,5 *км*. Имеет элипсовидную форму, вытянутую с севера на юг. В 1840 г., по данным Шренка, оз. Уялы имело 2 версты в длину и 1,5 — в ширину, а по Б. К. Терлецкому (1931) — соответственно 26 и 12—13 *км*.

В настоящее время длина озера составляет 18,3 *км*, максимальная ширина — 9,6 *км* (средняя — 6,5 *км*), длина береговой линии — 57,3 *км*, развитие береговой линии — 1,4, площадь водной поверхности — 120 *км*², средняя глубина — 4,07 *м* (максимальная — 5,8 *м*), объем водной массы — 488,75 млн. *м*³; среднегодовая амплитуда колебания уровня воды — 65 *см*. Данные о соотношении площадей по зонам и объема воды по слоям озера приведены в таблицах 1, 2 и на рис. 2.

Берега озера, за исключением восточного (от пос. Уялы до пос. Алаколь), заболочены и покрыты сплошными зарослями тростника.

Из 48 тыс. *га* труднопроходимых болот, прилегающих к восточной части оз. Сасыкколь, примерно 2600 *га* тяготеют к оз. Кошкарколь. При средней глубине болот 0,5 *м* здесь аккумулируется 13 млн. *м*³ воды. В таком случае общий объем водной массы оз. Кошкарколь можно считать равным 501,75 млн. *м*³. Дно озера ровное. Глубина нарастает от берега постепенно и в юго-западной части достигает максимума — 5,8 *м*.

Озеро Кошкарколь проточное. Вода поступает в него из оз. Сасыкколь по протоке Жинешкесу[3], а из него — сначала в

[2] Табличные, графические и другие данные по озерам приведены для уровня на 3 июня 1962 г.: оз. Алаколь — 347,3 *м* (абс. БС), Сасыкколь — 350,5 *м* (абс. БС), Қошкарколь — 349,8 *м* (абс. БС).

[3] Жинешкесу: длина — 12,6 *км*, ширина — 2—3 *м*, глубина — 0,5—1,5 *м*, скорость течения — 0,2 *м/сек.*

Таблица 1

Площадь зон между соседними изобатами озер и объем водной массы по слоям

Зоны	Площадь зеркала воды		Объем водной массы	
	км²	% к общей площади озера	*млн/м³*	% к общему объему озера
Оз. Кошкарколь				
1 (0— 1 *м*)	7,5	6,3	115,7	23,7
2 (1— 2 *м*)	7,7	6,4	108,0	22,1
3 (2— 3 *м*)	9,0	7,5	100,0	20,4
4 (3— 4 *м*)	13,3	11,1	86,6	17,8
5 (4— 5 *м*)	40,3	33,5	61,5	12,5
6 (5— 5,8 *м*)	42,2	35,2	16,8	3,5
Всего	120,0	100,0	488,7	100,0
Оз. Сасыкколь				
1 (0— 1 *м*)	29,6	4,0	720,5	29,6
2 (1— 2 *м*)	30,0	4,0	690,0	28,4
3 (2— 3 *м*)	168,5	23,0	582,5	23,9
4 (3— 4 *м*)	291,0	39,8	365,5	15,0
5 (4— 4,7 *м*)	217,6	29,5	75,5	3,1
Всего	736,7	100,0	2434,0	100,0
Оз. Алаколь				
1 (0— 5 *м*)	450,52	17,0	12160,0	20,8
2 (5—10 *м*)	418,86	15,8	10000,0	17,1
3 (10—15 *м*)	342,74	12,9	8000,0	13,6
4 (15—20 *м*)	205,34	7,7	6620,0	11,3
5 (20—25 *м*)	179,29	6,8	5760,0	9,8
6 (25—30 *м*)	164,98	6,2	4900,0	8,3
7 (30—35 *м*)	168,56	6,4	3980,0	6,8
8 (35—40 *м*)	154,77	5,9	3220,0	5,5
9 (40—45 *м*)	230,88	8,7	2200,0	3,7
10 (45—50 *м*)	140,46	5,2	1300,0	2,4
11 (50—54 *м*)	193,8	7,3	420,0	0,7
Всего	2650,0	100,0	58560,0	100,0

небольшие озера Курушбай, Кенанбай, затем в р. Уялы. Последняя по выходе из оз. Кенанбай образует двухступенчатый перекат (водопад) высотой до одного метра (в 2 *км* северо-западнее пос. Уялы), затем сливается с р. Урджар, впадающей в оз. Алаколь.

Вода в озере солоноватая. Цвет ее (XVI—XVII — по шкале Фореля — Уле), прозрачность — 70—80 *см*.

Озеро Алаколь («Пестрое озеро»). В древности носило монгольское название — Гурге-нор, что значит «озеро мостов».

Бессточное, неправильной грушевидной формы, вытянуто с северо-запада на юго-восток.

Площадь оз. Алаколь, по данным Шренка (1840), составляла 1700 *км*², А. Ф. Голубева (1862)—1776 *км*² (длина—70, ширина—43 *км*).

По данным Б. К. Терлецкого (1931) оз. Алаколь имело длину 75 *км*, ширину —48 *км*, глубину — 4 *м*. По В. К. Курдюкову (1951), длина озера около 90 *км*, ширина — почти 50 *км*, глубина — 10—34 *м*, предположительно больше.

В настоящее время длина озера 104 *км*, максимальная ширина — 52 *км* (средняя —25,5 *км*), длина береговой линии —384 *км*, развитие береговой линии —2,0, площадь водной поверхности — 2650 *км*² (с островами — 2696 *км*²), средняя глубина — 22,1 *м* (максимальная — 54 *м*), объем водной массы — 58,56 млрд. *м*³; средняя амплитуда колебания уровня воды 82 *см*.

Берега оз. Алаколь плоские и сложены рыхлыми четвертичными отложениями. Только южный и отчасти восточный берега, подмытые озером, имеют уступы высотой до 9 *м* над урезом воды. От берегов отчленяются длинные и узкие галечниковые косы. Благодаря им озеро и получило в древности название Гурге-нор, так как при понижении уровня воды некоторые из кос образовывали как бы мосты, соединяющие один берег с другим.

Таблица 2

Возможное изменение площади и объема водной массы озер с понижением их уровня (положение на 1962 г.)

Понижение уровня озера, *м*	Площадь водной поверхности озера, *км*²	Объем водной массы озера, тыс. *м*³
Оз. Кошкарколь		
0	120,0	488 750
1	112,5	373 000
2	104,8	265 000
3	95,8	165 000
4	82,5	78 375
5	42,2	16 875
5,8	0	0
Оз. Сасыкколь		
0	736,0	2 434 000
1	706,4	1 713 500
2	676,4	1 023 500
3	507,9	441 000
4	216,9	75 500
4,7	0	0
Оз. Алаколь		
0	2650,0	58 560 000
5	2190,48	46 400 000
10	1780,62	36 400 000
15	1437,88	28 400 000
20	1232,54	21 780 000
25	1053,25	16 020 000
30	888,27	11 120 000
35	719,71	7 140 000
40	564,94	3 920 000
45	334,06	1 720 000
50	193,6	420 000
54	0	0

В формировании берегов озера участвуют реки и ветры. Реки, впадающие в северную часть озера, несут песок и глину,

впадающие в южную и отчасти восточную части, кроме того, еще и гальку. Ветры, вызывая сильные волнения, в одном месте разрушают, в другом — строят берега, косы и пересыпи.

Вследствие подъема уровня воды береговая линия отодвинулась, по сравнению с прежней, на несколько десятков метров, и даже несколько километров (так, уровень озера с 1950 по 1962 г. поднялся на 4 *м* 25 *см*), северные его берега по сравнению с положением на 1939 г., отодвинулись местами на 6 *км*).

Вдоль восточного, юго-восточного и западного берегов имеются обильные выходы грунтовых вод (в виде множества родников), которые вызывают заболачивание. Общая площадь болот составляет 19 400 *га*. Самый большой их массив, 2—7 *км* шириной и протяженностью свыше 20 *км*, расположен на западном берегу, в ур. Чубар-Тюбек (в 10 *км* северо-западнее мыса Белькудук). Площадь его 15 400 *га*, из них 2 800 *га* — труднопроходимы.

В Алаколь впадают реки Урджар, Хатынсу, Эмель, Жаманты и Жаманутколь. Кроме того, его питают временные весенние потоки и обильные грунтовые воды. Вода в озере солоноватая, зеленовато-синего цвета (V—VI — по шкале Фореля — Уле), прозрачность 4—6 *м* (у берегов 1,5—3 *м*).

Наблюдаются как внутригодовые, так и многолетние колебания уровня оз. Алаколь[4].

Большое наличие островов, прибрежных кос, далеко вдающихся в озеро, близость горных массивов сильно отразилось на рельефе дна.

Глубоководная часть озера в виде подковы огибает центральные острова с юго-запада. В 5 *км* к юго-западу от острова Кишкене Аралтобе обнаружена наибольшая глубина — 54 *м*.

В результате поднятия уровня воды в озере произошло затопление его северных берегов. Возникло много заливов, проливов и островов. Полуостров «Писки» превратился в остров. Подводная его часть, простирающаяся на запад, и косы Кондыаралкум (длиной до 16 *км*) — на северо-восток — образовали как бы два залива, имеющие глубину 8—10 *м*. Наибольшая глубина между островами «Писки» и Улькен Аралтобе 24,6 *м*.

В западной части озера прибрежные косы и мелкие острова в подавляющем большинстве оказались под водой. Нарастание глубин идет постепенно. Наибольшая глубина

[4] Устье р. Урджар находилось от впадения в нее р. Уялы, по свидетельству Шренка (1840), на расстоянии около 20 верст, в 1940 г. — 7 *км* (Курдюков, 1951), а в настоящее время место впадения р. Урджар в оз. Алаколь отстоит от слияния с р. Уялы всего на расстоянии 4 *км*.

зарегистрирована между западным берегом и островом Улькен Аралтобе — 34 *м.*

В центральной части озера, ближе к его северо-восточным берегам, расположен небольшой архипелаг из трех островов. Они сложены палеозойскими породами и имеют крутые, а на юго-западе обрывистые берега.

Самый большой остров — Улькен Аралтобе[5] — вытянут с северо-запада на юго-восток. Длина его 8 *км,* наибольшая ширина — 5,7 *км,* площадь — 26,5 *км*^{2}, высота над урезом воды — 88,4 *м.*

Остров Средний простирается с запада на восток. Длина его 1,5 *км,* наибольшая ширина — 0,5 *км,* площадь — 0,7 *км*^{2}, высота над урезом воды — 52,7 *м.*

Остров Кишкене Аралтобе — самый южный и самый высокий из трех, простирается с севера на юг и юго-восток. Длина его — 3,2 *км,* наибольшая ширина — 1,1 *км,* площадь — 2 *км*^{2}, высота над урезом воды — 148,2 *м.*

Если к востоку и северо-востоку от центральных островов глубина в озере не превышает 10—15 *м,* то к юго-западу она очень резко возрастает, достигая 50 *м* в 2 *км* от острова Кишкене Аралтобе.

Южная и юго-западная части озера наиболее глубокие, (при глубине 35 *м* и более площадь их равна 720 *км*^{2}). Понижение дна идет с северо-запада на юго-восток. Здесь между о. Кишкене Аралтобе и южным берегом озера расположена самая низкая часть дна (глубина 50 *м* и выше). Соответствующая ей площадь равна 193 *км*^{2}. Соотношение площадей и объема озера даны в таблице 1,2 и на рис. 4.

Юго-восточный, южный и юго-западный берега обрывисты, с наличием многочисленных прибрежных кос, простирающихся вдоль берега. Нарастание глубин здесь идет быстро.

Залив Кши-Алаколь в настоящее время составляет с озером одно целое. Косы, ранее отделявшие залив от озера, почти полностью оказались под водой.

Восточная коса сохранилась у берега на протяжении 2,5 *км,* при ширине 30—50 *м,* остальная ее часть находится под водой, на глубине от 38—150 *см.*

Западная коса осталась в виде отдельных небольших островков, самый большой из которых находится у берега. Его длина 1,7 *км,* ширина — от 30 до 50 *м,* максимальная высота над урезом воды — 1,5 *м.*

---

[5] По данным Л. Шренка (1840), о. Улькен Аралтобе прежде соединялся с северным берегом перешейком, имеющим в длину около 10 верст и в ширину 2 версты; к о. Кишкене Аралтобе, не достигая его примерно 2 *км,* от восточного берега озера подходил полуостров шириной около одной версты и до двух сажен высотой над поверхностью озера.

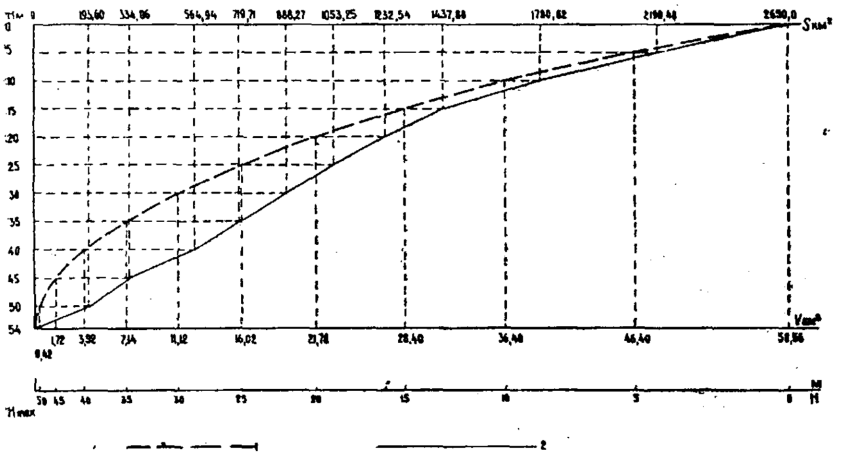


Рис. 4. Батиграфическая и объемная кривые, объемная шкала оз. Алаколь: *1* — объемная кривая; *2* — батиграфическая кривая.

Самая глубоководная часть залива находится в северной части озера. Здесь глубина достигает 16,5 *м*.

ЛИТЕРАТУРА

Голубев А. Алаколь. «Записки РГО по общей географии», т. I, 1867.

Курдюков К. В. О колебаниях уровня оз. Алаколь (в историческом и геологическом прошлом). «Вопросы географии», 1951, № 24.

Обручев В. А. Пограничная Джунгария, т. 3, вып. 1. Л., 1932.

Терлецкий Б. К. Балхаш-Алакольская впадина. «Труды главного геолого-разведочного управления ВСНХ СССР», вып. 105. М.—Л., 1931.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Е. А. КАЗАНСКАЯ

МОРФОЛОГИЯ И ДИНАМИКА БЕРЕГОВ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ (1961—1964 гг.)

Озеро Алаколь имеет овальную форму, вытянутую с северо-запада на юго-восток. Береговая линия его осложнена наличием полуостровов, островов, заливов, кос; ее длина 384 *км*.

Берега озера сложены разнообразными рыхлыми отложениями (четвертичного возраста) — от супесей, суглинков и глин до галечников. Почти все северо-восточное побережье занято песками эолового происхождения. Выходы коренных пород (палеозоя) имеются только на островах. Такое геологическое строение (большая часть пород легко размывается) обусловливает подвижность береговой линии и быстрые темпы ее развития.

Как установлено нашими наблюдениями, в современном берегообразовании участвуют абразионные, абразионно-аккумулятивные и аккумулятивные процессы. Деятельность их происходит на фоне новейшего поднятия уровня озера.

В настоящее время отмечается активизация абразионных процессов. На отдельных берегах их интенсивность очень велика. Так, например, клиф северо-западного берега озера уже в течение нескольких лет, разрушаясь, ежегодно отступает в среднем на ширину до 30 *м* (рис. 1). Активные береговые клифы также широко представлены на восточном, юго-западном побережьях, на островах (их высоты колеблются от 1 до 15 *м*) и сопровождаются довольно крутым подводным береговым склоном, бенчем. По конфигурации эти берега чаще всего выровненные или имеют неглубокие бухты; встречаются в рыхлых и коренных породах (на островах). Только на очень небольших участках отмечены лопастные берега, глубоко врезанные, каньонообразной формы.

Совсем недавно аккумуляция на оз. Алаколь играла огромную роль, что подтверждается разнообразием и широким раз-

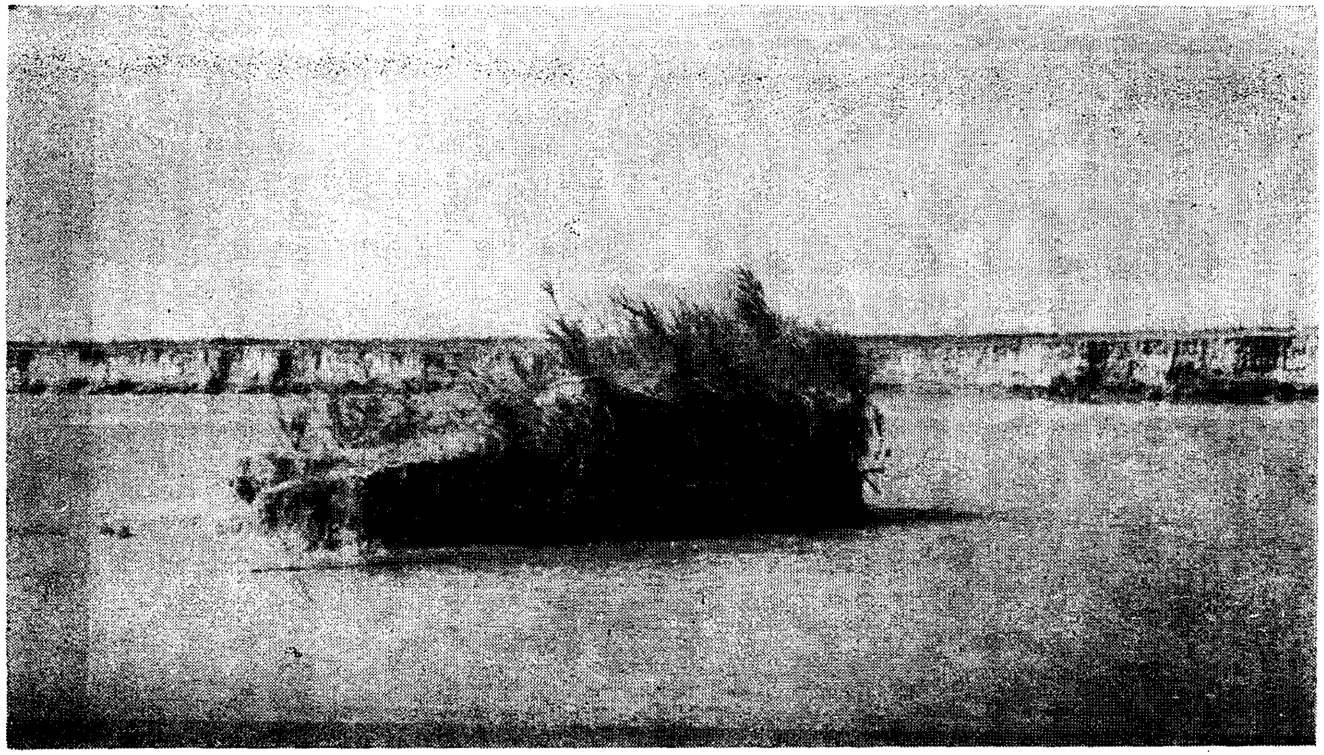


Рис. 1. Отступание клифа северо-западного берега за один год. Останец — свидетель прежней линии берега. *Фото автора.*

витием аккумулятивных форм (кос, пересыпей, дельт и т. п.). Аккумулятивные берега приурочены главным образом к отмельным участкам побережий. Во время наших исследований наблюдалось повсеместное затопление и размыв аккумулятивных форм и низких берегов, и аккумулятивные процессы были несколько ослаблены. На подводном береговом склоне усилился размыв в верхней его части.

Аккумулятивные берега оз. Алаколь, руководствуясь классификацией О. К. Леонтьева (1961), мы разделяем на три типа: а) потамогенные (речные), б) лимногенные (в их образовании участвуют волны) и в) фитогенные (тростниковые). Образование потамогенных берегов связано с работой рек, которые при впадении в озеро отлагают наносы, образуя дельтовый тип берега. Впадающие в озеро реки Хатынсу, Эмель, Жаманты имеют ярко выраженные дельты, определяющие характер побережья.

Лимногенные берега формируются водами озера. Наиболее распространенным типом таких берегов является абразионный, а также бухтовый ингрессионный, образованный внедрением озера, вследствие новейшего повышения его уровня, в эолово-аккумулятивный рельеф пустыни, встречающийся на северо-восточном побережье озера.

Фитогенные берега создаются растительностью, главным образом тростниковой. Водные потоки, аккумулируя у ее стеблей наносы, образуют песчано-глинистую отмель, которая постепенно увеличивается. Такой тип берега характерен для Кши-Алакольского залива.

Большое значение для формирования берегов имеют климатические условия, главным образом, режим ветров и волнений. Различные аккумулятивные формы, такие, как косы, пляжи, острова, образуются вдольбереговым и поперечным перемещением наносов, вызываемый волнением.

Учитывая все факторы берегообразования (геологические, гидрологические, климатические и др.), мы даем сводную классификацию берегов оз. Алаколь (табл. 1).

Все эти типы берегов между собой тесно связаны. Облик берега складывается не только под влиянием гидрометеорологических и геологических факторов, но и таких, как исходный рельеф, топографические условия берега, состояние его современного развития и т. п. В связи с этим различные типы берегов группируются в закономерные сочетания, что позволяет все побережье озера, по комплексу признаков, разделить на отдельные районы, учитывая при этом ведущие процессы берегообразования. Эти районы, в свою очередь, можно разделить на отдельные участки. Ниже приводится таблица и кар-

Таблица 1

Классификация берегов оз. Алаколь

Группа типов берегов	Типы	Подтипы	Районы распространения
Аккумулятивные	Потамогенные	Дельтовые	Дельты рек Урджар, Хатынсу, Эмель, Жаманты
	Фитогенные	Тростниковые	Кши-Алакольский залив, урочища: Каратума, Джайпак, Белькудук. Заливы северного берега
	Лимногенные	Выровненные, с береговым валом	Южный берег
		Выровненные и бухтовые низкие	Западный берег
Абразионные	Лимногенные	Выровненные и бухтовые в рыхлых породах (с клифом)	Восточный, северо-западный; южный берег о-ва Писки
	»	Выровненные и бухтовые в коренных породах	Берега о-вов Улькен и Кишкене Аралтобе
	»	Лопастные в рыхлых породах	Северо-западный берег
Абразионно-аккумулятивные	Лимногенные	Выровненный абразионный с примкнувшими аккумулятивными формами (косами)	Юго-западный берег
	Эоловые, лимногенные	Бухтовые, ингрессионные	Северо-восточный берег

тосхема районирования берегов оз. Алаколь (табл. 2, рис. 2), из которых можно видеть специфические особенности каждого района. Это районирование может быть использовано в качестве основы при разработке различных мероприятий по освоению берегов озера: для строительства портов и причальных сооружений, по укреплению берегов, по выбору участков пригодных для нужд курортного строительства, и т. д.

Остановимся на строении берегов оз. Алаколь и характере современных береговых процессов.

I. *Юго-западный береговой район* простирается от мыса Белькудук до точки поворота его на восток (на 32 *км*). Разви-

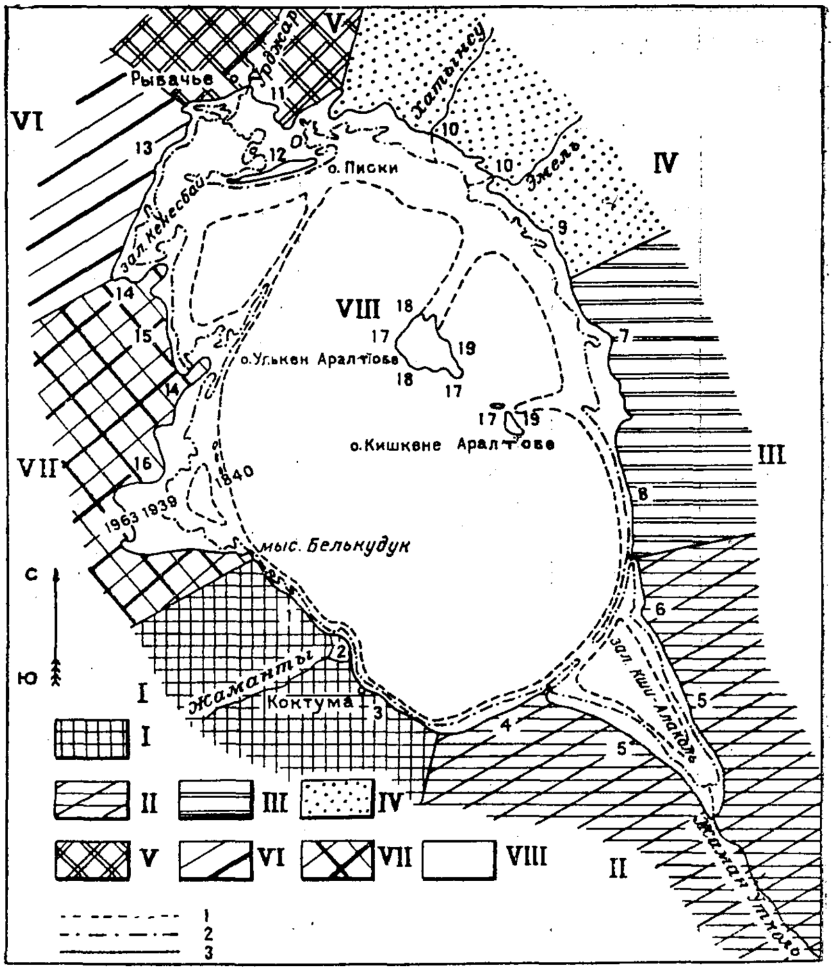


Рис. 2. Береговые районы оз. Алаколь. Изменение береговой линии озера (1840—1963 гг.). *Условные обозначения:* I — юго-западный берег — абразионно-аккумулятивный; II — южный —аккумулятивный, фитогенный; III— восточный — абразионно-аккумулятивный; IV — северо-восточный — аккумулятивный, потамогенный, эоловый; V — северный — аккумулятивный, потамогенный; VI — северо-западный — абразионный; VII — западный — аккумулятивный; VIII — острова с абразионно-аккумулятивными берегами; *1* — береговая линия 1840 г.; *2* — береговая линия 1939 г.; *3* — береговая линия 1963 г.

Таблица 2

Береговые районы озера Алаколь

Районы	Ведущий процесс берегообразования	Участки берега
I. Юго-западный	Абразионно-аккумулятивный	1. Северная часть, выровненный абразионный с примкнувшими аккумулятивными формами (косами) 2. Дельта р. Жаманты 3. Южный, выровненный, абразионный
II. Южный	Аккумулятивный, фитогенный	4. Аккумулятивный берег с береговым валом и лагуной 5. Аккумулятивные берега залива Қши-Алаколь, фитогенные 6. Аккумулятивные образования — Қши-Алакольские косы
III. Восточный	Абразионно-аккумулятивный	7. Северная часть, бухтовый аккумулятивный 8. Южная часть, абразионный, выровненный, в рыхлых породах
IV. Северо-восточный	Аккумулятивный, потамогенный, эоловый	9. Ингрессионный, бухтовый, аральского типа 10. Дельты рек Хатынсу и Эмель
V. Северный	Аккумулятивный-потамогенный	11. Дельта р. Урджар, залив Балыхты 12. Остров Писки, абразионный
VI. Северо-западный	Абразионно-аккумулятивный	13. Бухтовый, абразионный
VII. Западный	Аккумулятивный	14. Примкнувшие аккумулятивные формы — п-ов Қаракумы, ур. Джанаколь и коса Кондаралкум 15. Выровненные аккумулятивные берега (от п-ова Қаракумы до ур. Джанаколь) 16. Бухтовые с наносными аккумулятивными формами (от ур. Джанаколь до ур. Белькудук)
VIII. Острова Улькен и Кишкене Аралтобе	Абразионно-аккумулятивные	17—18. Выровненные и бухтовые абразионные берега в коренных и рыхлых породах 19. Выровненные аккумулятивные (низкие)

тие берега обусловлено абразионно-аккумулятивными процессами. В геоморфологическом отношении район представляет собой шлейф конусов выноса, образованный реками и временными потоками, стекавшими с Джунгарского Алатау. От озера до гор протянулась предгорная пологонаклонная щебени-

сто-каменистая равнина, (высота ее у гор 600—700 *м* над ур. м., у озера — 350 *м*). Берег слагают пролювиально-аллювиальные отложения четвертичного возраста.

Временные потоки, стекая с Джунгарского Алатау, выносят на равнину массу обломочного материала, не доходят до озера, а фильтруются в рыхлые отложения шлейфа и в виде подземных вод выклиниваются в озеро. Источники пресных грунтовых вод, хорошего качества, встречаются на протяжении всего берегового обрыва на глубине 0,5—1,0 *м* и могут использоваться как для водоснабжения, так и для орошения.

Основанием отложений шлейфа служат суглинки. Береговой клиф в пределах этого района отсутствует только в дельте р. Жаманты. Все побережье оконтуривается галечниковым пляжем шириной от 4 до 37 *м;* характерными аккумулятивными формами являются также косы, прикрепляющиеся к берегу основанием. Для построения аккумулятивных форм служат наносы, поступающие от разрушения клифа, а также выносимые рекой.

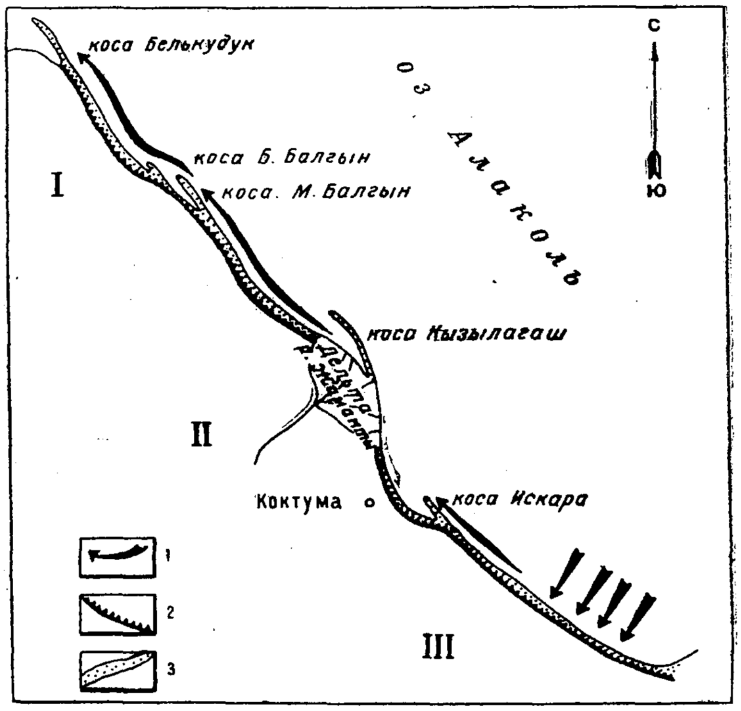


Рис. 3. Схема строения юго-западного берега оз. Алаколь: *1* — направление вдольберегового потока наносов; *2* — абразионный береговой уступ (клиф); *3* — галечниковый пляж и косы; I—III — участки берега.

По морфологии и динамике развивающихся на нем процессов береговой район можно разделить на три участка (рис. 3):

1. Абразионный выровненный с примкнувшими аккумулятивными формами (косами) — от мыса Белькудук до дельты р. Жаманты (длина 12 *км*).

2. Дельтовый — дельта р. Жаманты (длина 6 *км*).

3. Абразионный выровненный — от дельты р. Жаманты до выклинивания уступа берега и поворота его на восток (длина 14 *км*).

Первый выделенный участок по своему генезису представляет древний конус выноса, размываемый в настоящее время водами озера и обрывающийся к нему уступом.

Активизация абразии, вызванная повышением уровня озера, привела к формированию крутого 8-метрового клифа, а у его основания — волноприбойных ниш. Берег сопровождается осыпями, от обрушения последних; разбит вертикальными трещинами, а также расчленен небольшими висячими оврагами, находящимися в начальной стадии образования. В разрезе клифа обнажается галечник в смеси с гравием, песком и глинистыми частицами с признаками горизонтальной слоистости. Из этих неоднородных рыхлых отложений крупная галька образует вдоль клифа остаточные накопления в виде осыпей, мелкий же материал вымывается.

Берег имеет дугообразные широкие и пологие изгибы, разделенные мысовидными выступами, которые служат в отдельных случаях исходным пунктом для образования кос. Если на него смотреть со стороны озера, то даже на недалеком расстоянии он кажется достаточно ровным, настолько незначительны врезы бухт (рис. 4).

Характерными аккумулятивными формами этого участка являются косы, которые формируются у мысов Большой и Малый Балгын, Белькудук вследствие перемещения наносов вдоль берега волнением, вызываемым ветрами южных румбов (главным образом юго-восточным ветром). Причленяясь корневой частью к выступам берега, они под углом уходят в озеро, образуя с береговым уступом заливы, которые широко используются в хозяйственном отношении (для стоянки судов, перегрузки рыбы и т. п.).

Дистальные концы кос имеют закругления, обращенные в сторону суши. Над дном озера косы возвышаются на 7—9 *м*, над современным уровнем воды — на 1—1,5 *м*. У берега намыт галечниковый пляж, максимальная ширина которого в 1962 г. составляла 37,5 *м*. Его поперечный профиль выпуклый, волнистый. В отдельных местах пляж отсутствует, и клиф размывается озером. У кос наблюдались пляжи 2—3-метровой ширины.

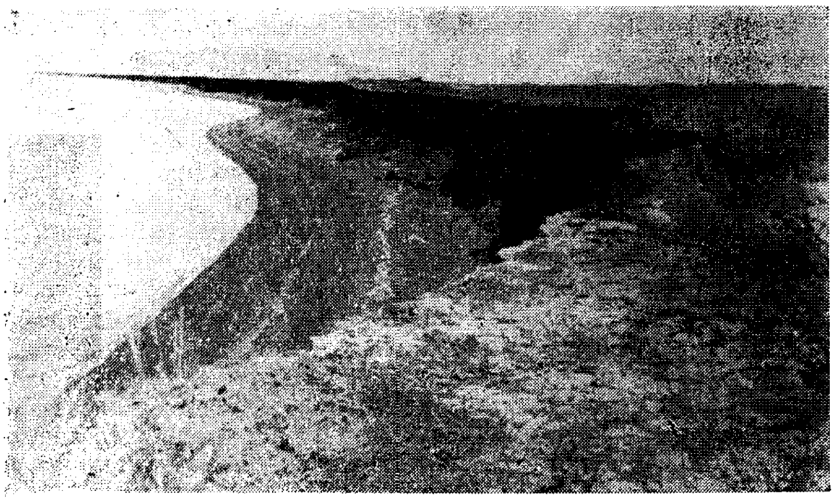


Рис. 4. Дугообразные бухты юго-западного абразионного берега. *Фото автора.*

Уклон подводного берегового склона этого участка плавный, но крутой. Характерно резкое нарастание глубин. В 500 *м* от косы Белькудук глубина составляет 12 *м*, в 600 *м* от косы М. Балгын — 18 *м*, а непосредственно у берега озера (в 75 *м* от уреза) — 9,6 *м*. Наносы по склону меняются по крупности — от галечника до ила. Для судоходства в прибрежной части описываемого участка условия вполне благоприятные, но для рыболовства удобны только заливы, образуемые косами Б. Балгын и Белькудук.

Нами установлено (по опросным данным и другим источникам), что уступ берега до подъема уровня в озере не подвергался абразии, поскольку ширина надводной аккумулятивной террасы, отделяющей отмерший клиф от береговой линии, достигала 100—200 *м* и волны не докатывались до него. Уступ берега был даже закреплен растительностью. Когда с повышением уровня воды терраса была затоплена, началось интенсивное разрушение берегового уступа. В его формировании начинают играть первостепенную роль абразионные процессы. Согласно нашим наблюдениям, берег за последние годы отодвинулся, в результате разрушения его озером, на 7—10 *м* (от 0,7 до 1,0 *м* в год), а на отдельных участках — еще дальше.

Косы частично были затоплены, но с увеличением поступающего на береговой склон материала они начинают расти, что можно проследить на рисунке 5. В 1961 г. длина косы Малый Балгын составляла 1,4, в 1962 г. — 1,55, в 1963 г. — 1,62 *км*. То же самое можно наблюдать и на других косах.

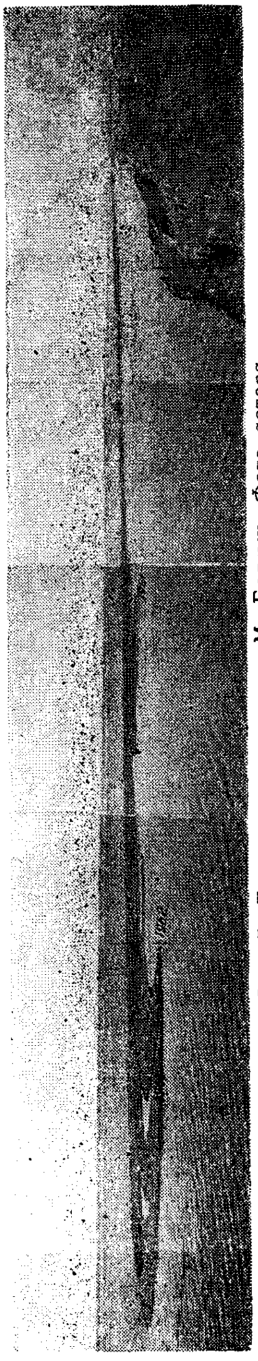


Рис. 5. Динамика роста косы М. Балгын. *Фото автора.*

На рассматриваемый участок оказывает свое влияние не только энергия волн, но и деятельность человека. Так, в 1960 г. рыбокомбинат в 100 *м* от бровки уступа начал строительство консервного цеха. Строители не учли того, что берег подвержен разрушению, и здесь же в уступе стали копать ниши и строить в них времянки для жилья. Южнее строительства были проложены для полива огородов арыки, которые постепенно образовали в уступе врезы глубиной до 4 *м*. В результате берег стал разрушаться (естественная абразия также имеет место) и продвинулся вперед на значительное расстояние (у места строительства на 44 *м*). В связи с тем, что залив широко используется в хозяйственных целях, его берега необходимо укреплять. Строительство серии специальных поперечных бун позволит преградить путь вдольбереговому перемещению наносов (с севера на юг) и обеспечит расширение зоны пляжа до таких пределов, что волны будут погашаться, не доходя до обрыва. Оросительную сеть от места строительства следует отвести, а также прекратить возведение жилья в уступе берега.

Дальнейшие пути эволюции берега могут сложиться следующим образом. По мере расширения полосы пляжа на всем протяжении берега интенсивность абразии уменьшится. Соответствующим образом сократится объем материала, поступающего в береговую зону, произойдет перестройка аккумулятивных форм побережья. Уже в 1963 г. наблюдались отдельные участки (между мысом М. Балгын и дельтой р. Жаманты), где, благодаря значительной ширине пляжа, волны разрушались и не доходили до основания уступа. При строительстве необходимо вести постоянное наблюдение за состоянием берегового уступа и принимать меры для его сохранения.

Абразионный уступ к югу выклинивается и сменяется низким аккумулятивным берегом представляющим дельту р. Жаманты, вдающуюся в озеро клином. При впадении река блуждает среди галечниковых наносов, разбиваясь на несколько рукавов, между которыми прослеживаются неглубокие (до 0,5 *м*) сухие русла. Выступ дельты в настоящее время частично затоплен и представляет низкое заболоченное пространство. Со стороны озера дельта блокирована галечниковой косой, названной именем располагавшегося здесь селения — Кызылагаш.

В настоящее время это место залито водой, низкий берег затоплен на ширину в 300—400 *м*. Коса, блокирующая устье реки, соединялась раньше с берегом пересыпями, образуя два озерка. Сейчас эти пересыпи полностью размыты и на их месте плещутся волны залива. Трехлетнее наблюдение за косой показало, что она находится в постоянном изменении. Так, в 1961 г. ее основание было размыто, но уже в 1962 г. отделяющий косу пролив почти полностью был заполнен наносами. В 1963 г. коса соединяется с берегом и увеличивается в размерах.

Дельта р. Жаманты разделяет абразионный берег как бы на два участка, которые отличаются друг от друга по геологическому строению.

В. И. Елисеев (1964) относит отложения вышеописанного северного клифа к потоковой фации конуса выноса, в которой преобладают средние и мелкие галечники, содержатся гальки крупного размера и валуны. Они сильно загрязнены алеврито-глинистым материалом. Отложения в районе пос. Коктума этот автор считает межконусными, являющимися аналогом веерной фации пролювия конусов выноса. В разрезе уступа здесь обнажаются желтовато-серые мергелистые макропористые вертикально-трещиноватые суглинки (мощностью около 3 *м*), которые подстилаются темно-желтыми оглеенными алевритами, чередующимися с мелкозернистым хорошо отмытым и отсортированным песком (мощностью до 2 *м*). Оглеенные алевриты, на его взгляд, возникли в заболоченных участках и лагунах, располагавшихся на берегу оз. Алаколь (они встречаются и сейчас), пески являются озерными.

К северу и югу от пос. Коктума простирается клиф высотой в 5—6 *м* (рис. 6), сопровождающийся очень узким галечниковым пляжем (шириной до 10 *м*). Галечник наблюдается на подводном береговом склоне до глубины 2—3 *м*, сменяясь сначала песком, затем глинистыми грунтами. Здесь в 150 *м* от уреза воды глубина озера составляет 9,2 *м*, а в полкилометре — 15,8 *м*. Эта часть озера является наиболее глубоководной и очень благоприятна для судоходства.

Аккумулятивной формой, примыкающей к центральной части клифа (южнее пос. Коктума), является коса Искара (длина ее в 1963 г. составляла 0,93 *км*). До повышения уровня озера на ее месте располагался галечниковый мыс, обозначенный на картах как мыс Искара.



Рис. 6. Клиф берега южнее пос. Коктума. *Фото автора.*

Современный характер абразии уступа берега довольно интенсивен. Наибольшему размыву подвержена его северная часть, у пос. Коктума, где за последние десять лет разрушена и размыта озером целая улица с огородами шириной примерно в 250—300 *м*. Южнее этого поселка в 5—10 *м* от бровки уступа берег распахан и освоен под посевы зерновых культур. Они поливаются напуском, излишки же воды стекают в озеро отдельными потоками, которые размывают уступ, образуя эрозионные врезы, и сносят в озеро верхний слой почвы. Наблюдения за южной частью этого участка показали, что за год уступ берега отступил на 65 *см* (с 1962 по 1963 г.). Отсюда можно сделать вывод, что в районе пос. Коктума абразия более значительная, что, очевидно, связано с волнением, вызываемым юго-восточными и другими ветрами, равнодействующая которых направлена здесь перпендикулярно берегу.

Чтобы сохранить поселок от дальнейшего разрушения, должна быть применена активная защита берегового уступа, заключающаяся в искусственном наращивании пляжа путем

сооружения поперечных бун. Для ускорения процесса пляженакопления необходима засыпка межбунных промежутков галькой. Для этой цели могут быть использованы участки берега с постоянной подачей материала (дельта реки, коса). Образование пляжа шириной в 25—30 *м* должно приостановить разрушение берега. Вдоль берега из каменистых глыб может быть создано дополнительное укрепление в виде волнолома.

II. *Южный береговой район* — аккумулятивный, фитогенного типа. Здесь выделяются два участка: а) южное аккумулятивное побережье с береговым валом и лагуной, б) Кши-Алакольский залив с аккумулятивными тростниковыми берегами. Общим для района является береговой вал; при понижении уровня последний выходя на акваторию озера, преобразуется в пересыпь, которая отчленяет залив от озера. Возникает самостоятельный водоем (Малый Алаколь). Контуры южного аккумулятивного берега и западного побережья залива определяются выступающим конусом выноса р. Ргайты.

Участок южного аккумулятивного берега протянулся от изгиба юго-западного берега до начала Кши-Алакольского залива (на 16 *км*). Характерным для него является береговой вал, который при выходе в залив дает начало западному отрезку Кши-Алакольской косы. При низком уровне вал примыкал к берегу. Судя по материалам К. В. Курдюкова, в 1940 г. он имел высоту над озером 5 *м*, а со стороны суши — 2 *м*. По отчетным данным Казахской Гидрометслужбы, в 1943 г. высота его составляла 3,5 *м*, а в последние годы (т. е. в 1961—1963 гг.) он напоминает пляж, поднимающийся над урезом воды на 40—50 *см*. Во многих местах вал разорван и выступает на поверхность отдельными участками.

Этот галечниковый вал образовался при более низком уровне озера, главным образом вследствие поперечного перемещения наносов волнением, вызванным северными и северо-западными ветрами. В его построении участвуют наносы, выносимые р. Жаманты, а также полыми водами во время весеннего снеготаяния. Вал сложен хорошо отшлифованным галечником из серых и серовато-зеленых песчаников, глинистых сланцев, но магматических пород среди гальки не обнаружено. Его основание лежит на прочно сцементированной глине желтого цвета с небольшой примесью гальки, песка и гравия.

Современный береговой вал отгораживает от озера мелководную лагуну (образовавшуюся в связи с затоплением низкого берега), заросшую водной растительностью. Во время штормов волны, перекатываясь через вал, отлагают в ней наносы, поэтому она постепенно мелеет. Лагуна используется для рыбной ловли.

Кши-Алакольский залив расположен в межгорной впадине в юго-восточной части озера. Его угол упирается непосредственно в Джунгарские ворота. Площадь залива в 1940 г. составляла 89,4 *км*^{2}, а в 1961 г. возросла до 159,0 *км*^{2}. Таким образом, береговая линия залива динамична. Залив имеет форму несколько изогнутого равнобедренного треугольника, длина которого в настоящее время составляет 23 *км*, ширина по линии кос — 20 *км*, у вершины — 4 *км*, длина береговой линии — 62 *км*. Глубина залива постепенно увеличивается от его вершины по направлению к открытому озеру от 1,5 до 16,5 *м* (у подводного основания затопленной пересыпи). Под водой пересыпь сохраняется и протягивается от западного до восточного берега залива. Промеры над ней показали максимальную глубину 2 *м*, среднюю — 0,7 *м*. Таким образом, и в настоящее время залив отчленяется от озера подводным валом.

Во время путешествия А. Шренка в 1840 г. пересыпь, или, как ее называл исследователь — перешеек, Нарын-Узяк имела такой вид: «Он состоял (как и берег озера) из глубокого песка и округленных обломков глинистого сланца; длина его была около 15 *км*, и он тянулся от южного берега в северо-восточном направлении на 10 *км*, а затем делился на две ветви, направленные одна на север, другая на восток-северо-восток.... Этот перешеек имел около 200 *м* ширины, но в средней наиболее узкой части достигал не более 100 шагов в ширину; наибольшая высота его была 2—3 *м* и находилась на $^2/_3$ или $^3/_4$ ширины ближе к Малому Ала-кулю. Вдоль береговой линии перешейка видны борозды и весь характер его доказывает, что он образовался не только вследствие понижения уровня озера, но и благодаря намыву материала».

В 1862 г. Голубев нашел перешеек в центральной части залитым водой, и отмечает, что он состоял из хряща и щебня и был преимущественно образован прибоем волн.

На картах 1939—1940 гг. залив отделен от акватории озера двумя косами, идущими навстречу друг другу, разрыв между ними составляет 2,2 *км*. Протяженность западной косы — 5,8 *км*, восточной — 12 *км*. По материалам Гидрометслужбы Казахской ССР 1943 г. указывается следующее: «Ширина этих кос от 50 до 300 *м*, высота над уровнем озера — 3,5—4,0 *м*. Первая коса (т. е. западная) имеет длину 5 *км*, вторая (восточная) — 10 *км*».

Во время наших исследований косы были затоплены водой. Незалитыми были только основания кос (длина не больше 1,6 *км*, максимальная ширина — до 60 *м*). По рассказам местных жителей, косы затоплены озером уже несколько лет.

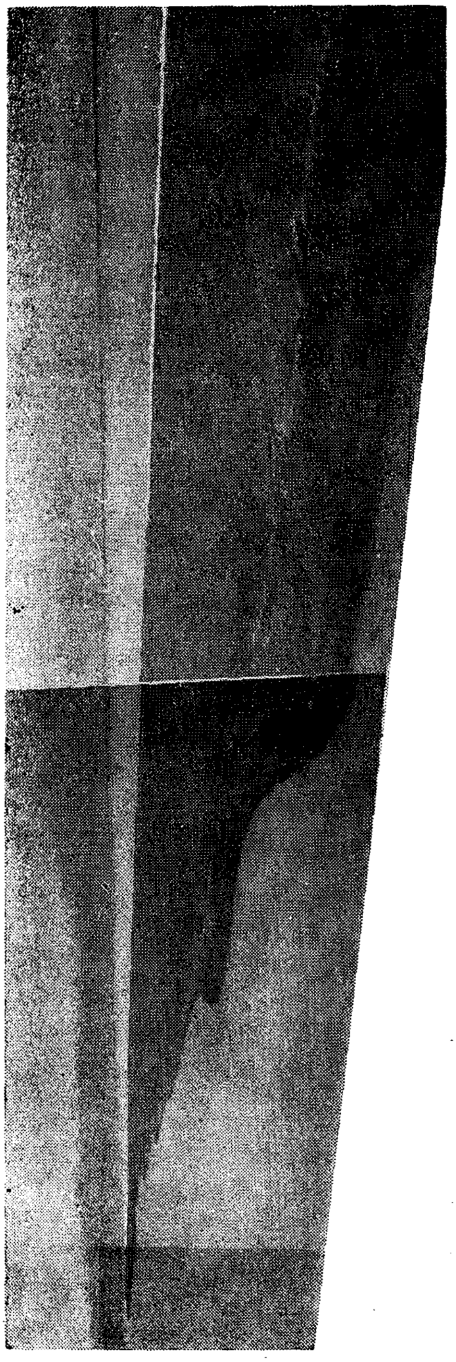


Рис. 7. Оконечность восточного отрезка Кши-Алакольской косы (1963 г.). На рисунке видна половина косы. *Фото автора.*

Берега залива низменные, заболоченные. В прибрежной части они покрыты водной растительностью, аккумулирующей наносы. Кроме того, она закрепляет своими корнями формирующийся грунт, а отмирая, обогащает наносы органическим детритом и, таким образом, способствует увеличению слоя осажденных частиц. Западный берег залива довольно плавно опускается к озеру, и отличается от восточного полукруглым изгибом. Восточный берег более прямолинейный. Он начинается от восточного отрезка Кши-Алаколской косы, который в 1962 г. имел длину 1,6 *км,* в 1963 г. уже вырос до 2,5 *км* (рис. 7).

От западного берега восточный отличается более широкой полосой аккумулятивной равнины, достигающей 6-километровой ширины и постепенно суживающейся к вершине залива, и наличием терас со сглаженными уступами, свидетельствующими о более высоком уровне озера. Береговая часть сложена суглинками и супесями, на верхней терасе обнажаются коренные породы.

Террасы в пределах этого берега выражены четко, особенно высокая. Первая, современная, аккумулятивная терраса (галечниковый пляж) возвышается над уровнем озера на 0,4—1,0 *м*, вторая — на 4—5 *м*, третья — на 9—10 *м*, четвертая — на 21—23 *м*. Выработаны они в рыхлых четвертичных отложениях. У их подножия выходят родники с хорошей пресной водой. На уступах террас найдена хорошо окатанная галька.

Вершина залива занята зарослями тростника и другой водной растительностью, которая чередуется с плесами воды. Максимальная глубина озера здесь редко превышает 1,5 *м*. Дно топкое, покрытое черным илом и обильными растительными остатками. В связи с повышением уровня залив все дальше заходит между конусами выносов горных возвышенностей. Во время штормов здесь характерны нагоны, при которых заливается полоса берега до 50 *м*.

Продолжением залива служит заболоченная и заросшая тростником пойма. р. Жаманутколь, которая соединяет оз. Джаланашколь с Алаколем. Реку питают ключи, выходящие из под конусов выноса рек Ргайты, Кусак-Теректы и др. Залив является хорошим нерестилищем для рыбы и местом для промысла. На его восточном берегу можно возводить капитальные сооружения для приема и обработки рыбы, жилища для рыбаков.

III. *Восточный береговой район.* К нему мы относим участок длиной в 40 *км*, расположенный между косой залива Кши-Алаколь и началом бугристых песков северо-восточного берега. Его формируют как абразионные, так и аккумулятивные процессы.

Южная часть берега представляет собой абразионный уступ — клиф, протянувшийся от залива Кши-Алаколь (на 22 *км*) до Жарбулакской косы, а северная, низкая, — аккумулятивная, длиной в 18 *км*.

Озеро Алаколь с восточной стороны окаймляет пологонаклонная, почти горизонтальная равнина, которую можно разделить на две части: древнеозерную и приозерную. Граница между ними проходит на высоте 20—25 *м* над уровнем озера. Приозерная равнина, обрывающаяся к озеру уступом, имеет слабый уклон и сложена озерными отложениями. Древнеозерная равнина имеет уклон уже более заметный и располагается на высотах от 25 до 70 *м* над уровнем озера. Она сложена озерными суглинками и супесями, пересечена руслами рек и временных потоков. Наиболее широкую долину имеет здесь р. Тасты, которая не достигает озера, а, фильтруясь в рыхлые отложения, выходит близ него в виде источников и дает начало р. Калаган.

Террасовидные уступы на равнине сохранились лишь в урочище Кара-Булак. На юге встречаются береговые валы (до 2 *м* высоты), сложенные галечниково-гравийным материалом.

В периферийной части древнеозерной равнины много источников, благодаря которым приозерная равнина хорошо увлажнена, что благоприятствует произрастанию здесь влаголюбивой растительности (чия, камыша, тростника). Выходы этих источников начинаются в урочище Кара-Булак и продолжаются до верховий залива Кши-Алаколь. Подземные воды здесь имеют берегообразующее значение. Они формируют русла, рассекающие береговую зону.

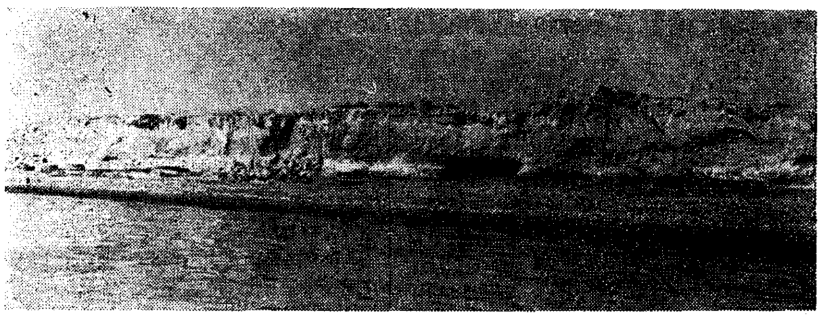


Рис. 8. Береговой уступ восточного берега. *Фото автора.*

Как указывалось выше, по характеру развивающихся процессов описываемый береговой район разделяется на два участка. К югу от основания Жарбулакской косы он постепенно повышается, появляется невысокий суглинистый уступ, относительная высота которого против пос. Жарбулак достигает 5 *м* (рис. 8). В обнажениях клифа суглинки и глины тонкопесчанистые, встречаются погребенные почвы, свидетельствующие о том, что берег неоднократно испытывал наступание водоема. Уступ берега подвержен интенсивной абразии, здесь можно наблюдать различные формы разрушения берега — ниши размыва, столбчатые останцы и др.

Почти непрерывной полосой вдоль берега тянется узкий галечниковый пляж. Высота его до 1 *м,* средняя ширина — до 7 *м,* преобладающие размеры галек 1—4 *см,* крупнее 7—10 *см* нет. Местами пляжная полоса еще залита водой, которая омывает основание уступа. Галечник состоит из различных цветов кремнистых сланцев, песчаников, красных и розовых гранитов, гранодиоритов, эффузивных порфиров, большое распространение имеют светло-серые известковые конкреции; встречаются черные, блестящие в изломе, сильно окатанные галъки угля.

При низком уровне воды в озере (1939 г.) уступ восточного берега не подвергался абразии, так как ширина надводной аккумулятивной террасы достигала 150—200 *м* и волны не докатывались до основания уступа. С повышением уровня терраса постепенно затоплялась, озеро подошло к уступу и начало его размывать. Вдоль берега образовался глинистый бенч. Однако в 1962 г., в связи с ростом аккумуляции наносов, здесь уже сформировался пляж шириной в 5—10 *м*. В последние годы с усилением абразионных процессов береговой уступ отступил на 50—75 *м* (в среднем по 10—12 *м* в год). Абразия берега продолжается и в настоящее время. На подводном береговом склоне галечник отлагается до глубины не более 2 *м*, основным грунтом является уплотненная глина. Глубины нарастают довольно интенсивно, в 100 *м* от уреза воды составляют 4—5 *м*.

От мыса восточного берега отходила Жарбулакская коса, которая в 1933 г. имела длину 4,5 *км* (по данным О. А. Сваричевской), а во времена А. Шренка — до 10 *км*. Она почти доходила до острова Кишкене Аралтобе. Сейчас коса затоплена и размыта, осталось только ее основание. Однако повторная съемка, произведенная в 1963 г., показала, что за год коса увеличилась на 90 *м*.

Низкая аккумулятивная северная часть восточного берега в настоящее время затопляется озером. Вдоль нее прослеживаются невысокие террасы. Берег сложен в основном озерными глинистыми отложениями. Они свидетельствуют о том, что в древнее время здесь был залив, а современная пологонаклонная равнина образована процессами озерной аккумуляции. Прибрежная зона этого участка мелководна, часть низкого берега с полосой тростников затоплена (на ширину 2—5 *км*). Прибрежные аккумулятивные формы еще не образовались. Здесь довольно хорошо прослеживаются озерные террасы. Первый береговой уступ находится на расстоянии 225 *м* от уреза воды, высота его 3—4 *м*, бровка террасы несколько сглажена; второй уступ — на расстоянии 800 *м*, высота его 9—10 *м*; третий — 2—3 *км*, высота — 18—20 *м* (над урезом озера).

Южная часть восточного берега благоприятна для судоходства, чего нельзя сказать о северной. Но в отношении рыбного промысла северная половина имеет больше перспектив: здесь хорошие условия для нереста рыбы. В южной половине возможно капитальное строительство. Хорош район для организации здесь летних домов отдыха и туризма.

IV. *Северо-восточный береговой район* оз. Алаколь бухтовый, ингрессионный. Береговая линия его изрезана бухтами и заливами, сопровождается островами и полуостровами. Такой

тип берега впервые описан Л. С. Бергом (1908) для Аральского моря: «Будучи сложены рыхлыми сыпучими, лишь отчасти скрепленными растительностью песками, они при незначительном высотном расчленении, измеряемом несколькими метрами выше и ниже уровня моря, обладают в то же время сложностью очертаний береговой линии. Берега образуют здесь лабиринты узких и длинных мысов, чередующихся с такими же заливами, и осложнены многочисленными островами и полуостровами, расчленившимися заливами и отделившимися от моря озерками».



Рис. 9. *Участок ингрессионного бухтового берега.*

Такого типа берега отмечены нами для северо-восточной части озера. На рисунке 9 приводятся контуры бухтового ингрессионного берега, расположенного юго-западнее р. Эмель. Формирование такого берега в пределах северо-восточной части озера связано с развитием грядово-бугристых песков эолового происхождения, среди которых выделяются три самостоятельных массива: Бийкум, Бармаккум и Кендерлыкум. Они разделяются долинами рек Хатынсу и Эмель. Пески примыкают к озеру, простираясь в глубь берега. В междуречье Хатынсу—Эмель прослеживается до 16 таких гряд. В их сложении принимают участие тонко- и среднезернистые пески (фракции 0,25 *мм*), обычно хорошо отсортированные. Песчаные бугры закреплены растительностью, а понижения

между ними заняты такырами, которые имеют вязкую поверхность. «Закрепленность бугров растительностью свидетельствует о том, что они являются реликтами более засушливой ксеротермической эпохи, наступившей в послеледниковый период» (З. А. Сваричевская, 1941).

В настоящее время озеро, ингрессируя и проникая между песчаными формами рельефа прибрежных песков, превращает их в бухты, заливы, проливы, а возвышенные части образуют целый лабиринт островов, полуостровов. Вследствие этого береговая линия приобретает очень сложные очертания. О. К. Леонтьев (1961) отмечает, что берега такого типа встречаются редко, это объясняется тем, что они сложены легко размываемыми породами и быстро утрачивают черты былого расчленения.

Л. С. Берг происхождение подобных берегов на Аральском море связывал с затоплением дюн, сложенных морскими наносами. Б. А. Федорович (1942), напротив, доказывает, что бухтовый берег аральского типа образован путем ингрессии моря в типично материковый рельеф пустыни, а не в приморские дюны и береговые валы. Рассмотренный нами бухтовый ингрессионный берег на Алаколе также образован путем ингрессии озера в пустынной эоловый рельеф, что подтверждает основные положения Б. А. Федоровича. Однако последний считает, что ингрессия в эоловый рельеф пустыни почти не изменяет рельефа затопленной суши вследствие образующегося мелководья, которое как бы предохраняет внутренние его части от разрушительного воздействия морских волн.

В. И. Лымарев (1959) опровергает этот вывод Федоровича. Его работами установлено, что современное развитие бухтового берега определяется тремя процессами: затоплением, размывом и выравниванием.

Подобные процессы наблюдались нами и на оз. Алаколь. Вновь возникшие острова здесь подвергаются значительному размыву, особенно при волнениях, вызываемых на озере ветрами южных румбов. Некоторые из островов, исследованные нами в 1961 г., уже в 1962 г. уменьшились в размерах, а отдельные исчезли совсем. Вследствие интенсивного размыва на их берегах наблюдалось формирование абразионного уступа. Процессы аккумуляции играют здесь не меньшую роль. Отложение песчаных наносов фиксировалось как на подводном береговом склоне, так и в местах, где волнение имеет более ослабленный характер (в вогнутостях островов, заливах и т. п.).

Наши наблюдения подтверждают точку зрения В. И. Лымарева об интенсивности абразионно-аккумулятивных про-

цессов у бухтовых ингрессионных берегов аральского типа, способствующих их размыву и выравниванию.

В этом береговом районе, как отдельные участки, выделяются дельты рек Хатынсу и Эмель — тип аккумулятивного берега. В настоящее время они подверглись затоплению. Но по съемкам 1957 г. р. Хатынсу имеет дельту лопастного типа, а Эмель — клювовидную. Сложены они, как и русла этих рек, мелкозернистым песком, огромные массы которого выносятся ими в озеро.

V. *Северный береговой район* включает участок между заливами Угол Зеленый и Балыхты и относится нами к аккумулятивному, дельтового типа. Большое влияние на его формирование оказывает р. Урджар. Динамика береговой зоны также определяется сгонно-нагонными процессами и связанными с этим перемещениями наносов во взвешенном виде.

В центральной части района расположен пос. Рыбачье — центр рыбного промысла на оз. Алаколь и центральная усадьба рыболовецкой артели им. Жданова. До затопления озером длина береговой линии этого района составляла 56 *км*, после же она сократилась до 25 *км*.

Прибрежная часть района, примыкающая к озеру, представляет полого-наклонную равнину, выполненную озерно-аллювиальными отложениями. Ее наклон незначителен — совершенно не заметен для глаза. Равнина прорезана р. Урджар на глубину до 5 *м*. Дельта реки в настоящее время затоплена, современное ее устье представляет типичный эстуарий, имеющий ширину свыше 800 *м*. Русло реки при впадении ее в озеро углублено на 11 *м;* в 500 *м* выше по течению глубина его уменьшается до 5—6 *м*.

В настоящее время река затопила низину правого берега, представляющую старое устье р. Уялы (притока р. Урджар), и образовала залив длиной в 3,3 *км* (ширина водораздела между современной долиной р. Уялы и вновь образованным заливом всего 1 *км*).

До того, как уровень воды в озере повысился, восточнее пос. Рыбачье далеко в озеро вдавался полуостров длиной свыше 10 *км*, имевший очень сложные очертания. Он омывался заливами: с запада — Балыхты, с востока — Угол Зеленый (местное название). По характеру рельефа южная часть полуострова более возвышенная, центральная — низкая. В 1960 г. центральная часть была уже затоплена озером, на поверхности остались лишь многочисленные островки с абсолютными высотами 348, 351, 360 *м*. Южный остров получил у местного населения название Писки. На месте затопленного перешейка образовались обширные мелководья, заросшие куртинами тростника, который постепенно отмирает. Раньше,

чтобы водным путем попасть из пос. Рыбачье в северо-восточный угол озера, надо было обогнуть полуостров, теперь же есть прямой проход между островом и современным берегом.

Вновь образованный, наиболее обширный остров Писки вытянут параллельно берегу с запада на восток (длина — 12 *км*, ширина — 2,5 *км*, площадь 16,3 *км*^{2}). Его западная и восточная части отличаются между собой рельефом. Западная оконечность (мыс Сары-Тюбек) до затопления протягивалась далеко на запад и заканчивалась отмелью. Ширина входа в залив в 1939—1941 гг. была немногим более 2 *км*, в настоящее время ширина пролива 10 *км*.

На профиле западной части острова ясно прослеживаются пять гряд песчаных бугров высотой более 6 *м*. Ориентированы они с запада-юго-запада на восток-северо-восток, т. е. они имеют то же направление, что и песчаные формы северо-восточного берега и, очевидно, образованы в одно и то же время. Восточная половина острова равнинная, обрывающаяся восьмиметровым уступом в сторону озера, сложена мелкозернистым песком. Уступ берега здесь интенсивно абрадируется озером.

С того времени, когда А. Шренк изучал этот район, контуры северного берега резко изменились. По описаниям исследователя, устье р. Урджар в 1840 г. находилось от впадения в нее р. Уялы на расстоянии 20 верст, в 1941 г., согласно топографической карте, в 7 *км*, а в 1962 г. — всего в 3,5 *км*. Так за 125 лет изменилось положение береговой линии этого района. По сравнению с 1941 г. озеро переместилось здесь к северу на 4—5 *км*. Затоплена дельта р. Урджар. Озеро постепенно подошло к пос. Рыбачье (рис. 10), разрушило и смыло в нем две улицы. В дальнейшем только постройка дамбы, подобной тем, что возводятся на низких морских берегах Голландии, может предотвратить наступление озера на этот район. Для проектирования строительства дамбы необходимы специальные изыскания. Переносить же селение в другое место нецелесообразно, так как оно является центром рыбного промысла этого района.

VI. *Северо-западный береговой район* является водоразделом между озерами Алаколь и Кошкарколь. Его выровненная поверхность пересечена древними руслами р. Уялы. Северной границей района является глубокий и узкий залив, протянувшийся на 2,5 *км* (старое устье р. Уялы), южной — начало залива Кенесбай. Длина берега 30 *км*. В прибрежной алакольской зоне на абсолютных высотах 355,6, и 355,4 *м* можно наблюдать участки аккумулятивной террасы. Они образованы при более высоком стоянии уровня озера.

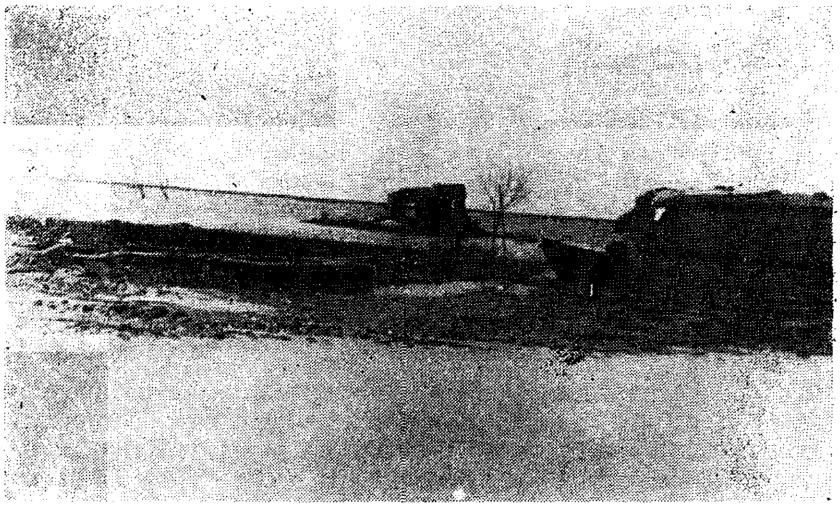


Рис. 10. Затопленные окраины пос. Рыбачье. *Фото автора.*

Берег по характеру формирующих его процессов относится к абразионным. На всем его протяжении хорошо выражен невысокий уступ, который разрушается волнами и отступает; сложен пластичной тонкопесчанистой глиной, солоноватой на вкус.

По своим контурам берег бухтовый. Бухты имеют неглубокий врез, скорее они широкие и дугообразные. В центральной части береговой клиф делает резкий поворот на запад, и в этом направлении тянется около 2 *км*. Здесь волнами (а также, очевидно, и льдом), вызываемыми ветрами южных направлений, формируется лопастное расчленение берегового уступа. Длина отдельных узких заливов достигает при этом до 30—50 *м*.

Профиль подводного берегового склона отличается плавностью, на расстоянии 450 *м* от уреза воды глубины достигают 6 *м*.

Берег разрушается, о чем свидетельствуют останцы, сопровождающие его на всем протяжении. Некоторые из них находятся на расстоянии 10 *м* от современного уступа (см. рис. 1). Разрушению глинистого берега способствует размокание глины в приурезовой части берегового обрыва, что ведет к нарушению связности породы и обрушению вышележащих слоев. При высокой интенсивности абразии в пределах этого района берега испытывают резкий дефицит наносов, аккумулятивный процесс здесь может развиваться только при поступлении материала извне.

По сравнению с другими берегами абразия здесь наиболее значительна, так как кроме волнения, разрушительное воздействие на берег оказывают сгоны и нагоны воды, которые здесь хорошо выражены.

За последние годы берег отступил на 300—400 *м* (не менее 30 *м* в год). Интенсивные разрушительные процессы обусловили формирование на подводном береговом склоне устойчивой зоны глинистого бенча, прослеживаемой на всем протяжении уступа. Пляж здесь встречается только на небольших участках, в вогнутостях бухт (сложен тонкопесчанистыми наносами).

Северо-западное побережье в настоящее время занято посевами зерновых культур и частично огородами. Но ежегодно площадь пахотных земель вдоль берега сокращается на 2—3 *га*. Работы по его укреплению затруднены и связаны с большими затратами. Наращивание пляжа (до значительной ширины) при современном уровне почти невозможно, так как поступающие в береговую зону глинистые наносы быстро уносятся в озеро. Только сооружение волнолома могло бы несколько уменьшить абразию берега.

VII. *Западный береговой район* выделяется нами в границах от залива Кенесбай до урочища Белькудук (протяженность 85 *км*). Здесь особенно ярко выражены аккумулятивные процессы (среди них немаловажное значение имели также эоловые), о чем свидетельствуют аккумулятивные формы— песчаный полуостров Каракумы, галечниковая коса Кондаралкум, урочище Джанаколь, выступающее в виде полуострова, а также обширные мелководья — затопленные поверхности, ранее бывшие частью прибрежной суши, переработанные озером и превращенные ныне в подводный береговой склон. Берег очень низкий, незаметно сливающийся с прилегающей равниной, постепенно затопляемый озером. Линия берега по сравнению с 1941 г. передвинулась здесь на расстояние от 3 до 7 *км*. По данным А. Голубева (1867) в 1864 г. здесь протягивалась пересыпь Узунай, которая отделяла от озера залив, образуя самостоятельный водоем (в виде небольшого озерка). В настоящее время от нее остались только небольшие галечниковые острова. Полуостров Джанаколь на карте, приложенной к указанной статье Голубева, также изображен в виде пересыпи, протянувшейся от западного берега до северо-восточного. Все эти аккумулятивные формы в настоящее время значительно изменились.

По нашим наблюдениям (1961—1963 гг.), полуостров Каракумы за 5—6 лет сократился в длину на 3 *км*, коса Кондаралкум — на 12 *км;* урочище Джанаколь разделилось на ряд островов.

Западное побережье представляет собой древнеозерную равнину. Оно ограничивается с запада конусами выноса рек Джунгарского Алатау, которые на высотах от 370 до 380 *м* выклиниваются. Несколько ниже двумя линиями прослеживаются выходы на поверхность подземных вод. У водных источников расположены поселки (Обуховка, Майское и др.). Много источников выклинивается в низине Чубар-Тюбек, отделяющей с востока приозерную равнину от конусов выноса. Это заболоченное урочище протянулось с северо-запада на юго-восток на 35 *км,* ширина его от 4 до 8 *км.* Низина обильно увлажняется водами, выходящими на поверхность в виде родников; она заросла тростником, камышом и кустарниками. Отдельные исследователи (Курдюков, 1951 и др.) считают, что по генезису она представляет пролив, который в прошлом соединял оз. Алаколь с другими озерами впадины.

Поверхность приозерной равнины испещрена значительным количеством мелких, а иногда и крупных западин. Некоторые из них заняты неглубокими озерами, в том числе самосадочными. Несомненно, образовались они вследствие сокращения озера. На приозерной равнине, восточнее урочища Чубар-Тюбек, встречаются террасовидные уступы (высотой до 2—3 *м*). Они сформировались при более высоком уровне озера.

В районе западного берега мы выделяем три участка, различающихся по строению и характеру образования: а) полуостров Каракумы, в его генезисе значительную роль сыграли эоловые процессы; б) острова и косы ур. Джанаколь, созданные аккумулятивными, а также и эоловыми процессами; в) урочища Карасу, Каратума, Джайпак, Белькудук, представляющие низменное аккумулятивное побережье, затопляемое озером.

Полуостров Каракумы находится в северной части описываемого берега. Сложен мелкозернистым песком, в настоящее время закрепленным растительностью. Во время наших исследований не было затоплено только его основание длиной 3 *км,* имеющее почти широтное простирание. С севера полуостров омывается мелководным заливом Кенесбай, с юга — заливом, образовавшимся от затопления устья р. Джелды-Узек, впадающей здесь в озеро. До подъема уровня воды в озере полуостров возвышался над ним на 6—7 *м*, в настоящее время его максимальная высота равна 2—3 *м.* На месте затопленной оконечности полуострова остались четыре острова. Судя по характеру рельефа полуострова и слагающих его песков можно сделать вывод, что остров Писки и полуостров Каракумы в прошлом соединялись и были образованы в одно и то же время, но наступающее озеро впоследствии их разъединило.

За низким аккумулятивным берегом простирается урочище Джанаколь, также вклинивающееся в озеро в виде полуострова. До затопления озером полуостров имел протяженность 8 *км*, а южнее его формировалась коса Кондаралкум (длиной 18 *км*). Вследствие повышения уровня воды в озере урочище было затоплено и на его месте осталось более 10 островов, от косы Кондаралкум — лишь отрезок длиной в 2,5 *км*.

К юго-западу от ур. Джанаколь открываются широкие и глубоко врезанные в сушу заливы урочищ Карасу, Каратума и др. Озеро залило здесь низкий пологий берег на ширину от 3 до 7 *км*. Рыбаки урочища Белькудук трижды переносили свои жилища, спасаясь от наступающего озера. О затоплении равнины в этом береговом районе свидетельствуют островки суши — остатки бывшего берега, находящиеся на расстоянии 3—4 *км* от современной береговой линии. Берега описываемого участка чрезвычайно отмельны; перед берегом широкой полосой простирается мелководье. Дно выполнено суглинками и глиной с небольшой примесью песка. Суглинки при размыве дают чрезвычайно мало материала, могущего участвовать в сложении аккумулятивных форм (пляжей и т. п.). Мелкие пылеватые частицы во взвешенном состоянии уносятся от берега и откладываются в озере. Глины разрушаются даже от простого смачивания их водой, тем более от воздействия волн, достигающих берега. Здесь весьма часты и велики по амплитуде сгонно-нагонные изменения уровня, которые также способствуют размыву берегов.

Изучение динамики западных берегов имеет важное значение, так как вблизи них проходит железная дорога, отдельные участки которой в настоящее время подвергаются затоплению. Строители не учли возможности изменения уровня озера. В наиболее аварийных местах (урочище Джайпак) перед полотном дороги необходимо построить дамбу высотой 1,5—2 *м*. Для сохранения дамбы от разрушения перед ней следует соорудить берегоукрепительный волнолом, рекомендованный В. С. Гамаженко (1956). Этот тип волнолома устанавливается в виде порога с пологонаклонной передней гранью, расположенной на дне водоема, параллельно берегу и на некотором расстоянии от него. Подступающие волны разрушаются на откосе волнолома, теряя значительную часть своей энергии, а увлекаемые волной наносы откладываются между берегом (в данном случае между дамбой) и волноломом, постепенно заполняя огражденное пространство и превращая его в пляж. Затопление западного берега будет продолжаться, если будет повышаться уровень озера. Проводить строительство в пределах этого берега надо только после тщательных изысканий. Из-за мелководья условия для судоходства у западного бере-

га неблагоприятные. Но этот береговой район является основным нерестилищем и местом рыбного промысла. Соляные озера могут быть использованы для добычи поваренной соли.

VIII. *Острова оз. Алаколь.* Почти в центральной части водоема, но ближе к восточному побережью, цепочкой, имеющей северо-западное направление, расположены острова Улькен Аралтобе, Средний (без названия) и Кишкене Аралтобе (рис. 11). Они представляют собой выходы коренных

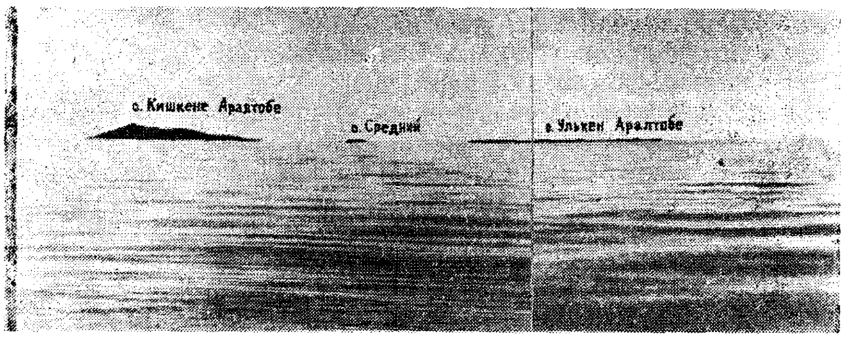


Рис. 11. Острова оз. Алаколь. *Фото автора.*

пород, имеющие северо-западное направление. Проведенные здесь геофизические исследования указывают на приуроченность их к зоне палеозойского фундамента, имеющего вид узкого тектонического блока северо-западного простирания. Их образование, по аналогии с горами Арасантау и Текели, относят ориентировочно к средне-и верхнечетвертичному времени. До путешествия А. Шренка в 1840 г. эти острова ошибочно относили к вулканическим. Шренк отверг это мнение.

Сложены острова осадочными породами палеозоя (среднего девона и нижнего карбона). Западная и юго-западная стороны каждого из них имеют крутые склоны. Считают, что здесь проходит линия разлома земной коры (В. Г. Третьяков, 1960 и др.). Все острова имеют хорошо выраженные террасы, образование которых связывают как с колебанием уровня озера, так и с тектоническими процессами.

Наиболее крупным является остров Улькен Аралтобе (большая островная возвышенность, площадь — 26 *км*^{2}, длина 9 *км*, ширина — 5 *км*). Он поднимается над озером массивной плосковершинной глыбой на 95 *м*. Максимальную высоту имеет сопка, расположенная в западной части острова. Сложен остров коренными породами палеозоя — среднего девона и верхнего карбона (турнейский и визейский ярусы). Сверху коренные породы прикрыты рыхлыми делювиальными отложениями, на которых развита пустынная растительность.

Всю центральную часть острова занимает слабо расчлененная холмистая равнина, приподнятая над современным уровнем озера на 58—60 *м*. Она выработана в коренных породах палеозоя, которые выходят преимущественно на вершинах холмов. Равнина представляет собой высокую озерную террасу. Ее выровненная поверхность очень хорошо прослеживается с западной стороны острова и находится на одном уровне с высокой террасой островов Кишкене Аралтобе и Среднего, что даже можно видеть на прилагаемом рисунке 11.



Рис. 12. Уступ высокой террасы и площадка низкой террасы в северо-западной части острова Улькен Аралтобе. *Фото автора.*

На значительной части побережья эта терраса довольно крутым уступом обрывается к пологохолмистой поверхности хорошо выраженной низкой террасы, опоясывающей весь остров в его прибрежной части (рис. 12). Уступ высокой террасы рассечен эрозионными врезами, образованными временными потоками паводковых вод.

Низкая терраса образована в результате аккумулятивной работы озера и за счет наносов временных потоков. Средняя высота низкой террасы 6 *м*, с восточной стороны острова она ниже — 3—5 *м*, с западной — до 7—9 *м*. Наибольшую ширину терраса имеет с северной и восточной стороны острова (до 400 *м*) и более узкую — с западной. Терраса постепенно снижается в сторону озера и на значительном расстоянии обрывается клифом, в обнажениях которого прослеживается светло-серый суглинистый материал с прослоями и линзами галечника. На восточном и северо-восточном побережьях низкая терраса сливается с косами и пляжем. По свидетельству А. Шренка, от северо-восточного берега острова отходила пересыпь, соединявшая его с берегом, по ней путешественник переходил на остров. Мы наблюдали только небольшой отре-

зок косы в прибрежной части. На месте же прежней пересыпи расстилаются широкие водные просторы.

Для восточного берега острова характерны береговые валы, образованные из галечника, гравия и песка, свидетельствующие о неоднократном наступании и отступании вод озера.

В северной половине восточной части острова Улькен Аралтобе, между высокой и низкой террасами, прослеживаются еще две промежуточные. Таким образом, если считать галечниковые пляжи террасами, то их на острове насчитывается пять: первая — пляж и косы — 1—1,5 *м*; вторая — низкая — 3—9 *м*; третья — промежуточная — 20—21 *м*; четвертая — промежуточная — 52—53 *м*; пятая — высокая — 58—60 *м*. Последняя обрывается к четвертой восьмиметровым уступом, образованным среднечетвертичными отложениями: разноокатанными галечником с прослоями желто-серых разнозернистых песков. Очень слабо выражена третья терраса.

На юго-западном и южном берегах острова коренные породы выходят в озеро скалистыми обрывами и служат как бы продолжением островов, находящихся южнее.

Берега острова Улькен Аралтобе можно классифицировать следующим образом: 1) низкий аккумулятивный — восточный, северо-восточный; 2) абразионный в рыхлых породах — западный, отдельные участки встречаются и на всех других берегах; 3) абразионный в коренных породах — встречается небольшими участками на южном, юго-западном и северо-западном берегах острова.

Вторым по величине является остров Кишкене Аралтобе, расположенный юго-восточнее острова Улькен Аралтобе. Его площадь — 2,4 *км*^{2}, длина — 2,5 *км*, ширина — 0,7 *км*.

Остров представляет собой сложенную коренными породами палеозоя островершинную расчлененную возвышенность, поднимающуюся над уровнем озера на 150 *м*. В составе пород, слагающих остров, зелено-серые туфогенные алевролиты и реже псаммофитовые туфы среднего состава, покрытые небольшой толщей осадочных пород.

Наиболее возвышенной частью острова является каменистая сопка с резкими скалистыми очертаниями, которая разделяется каньонообразной долиной на две части. С востока и севера эту сопку опоясывает пологонаклонная слаборасчлененная древняя абразионная терраса. Нами установлено (топографическая съемка), что она расположена на одном уровне с верхними террасами островов Улькен Аралтобе и Среднего. Высота ее над современным уровнем озера 58—60 *м*. Эта терраса выработана в палеозойских породах, слагающих остров. На площадке террасы, имеющей с северной стороны ширину до 200 *м*, найдена хорошо окатанная галька, которая

могла быть так обработана только волнами. Очень хорошо выражен уступ высокой древнеозерной террасы на восточном берегу острова. Он круто обрывается к плоской, слабо наклонной поверхности низкой террасы. На рисунке 13 хорошо видна бровка высокой террасы, уступ и низкая терраса. Кое-где между ними, на высотах 20—21 *м*, сохранились участки промежуточной террасы. Они встречаются отдельными фрагментами.

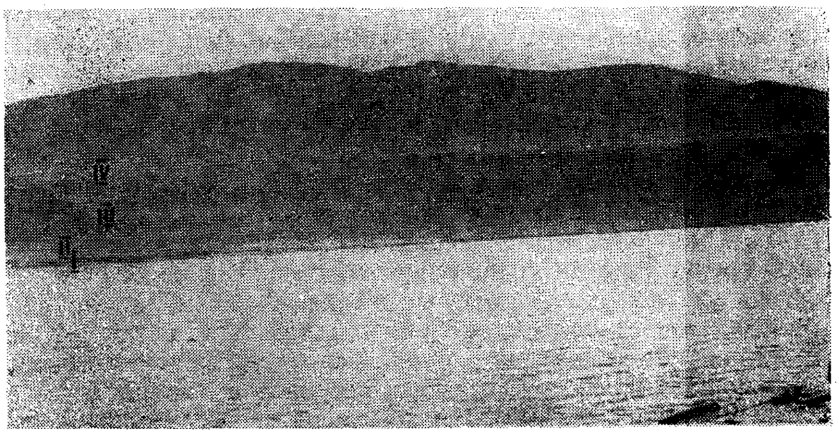


Рис. 13. Абразионная терраса острова Қишкене Аралтобе с востока. *Фото автора.*

Низкая терраса (вторая), постепенно повышающаяся в сторону высокой, аккумулятивная. Ее высота над урезом воды 5—6 *м*, поверхность покрыта щебенкой. В клифах, которыми она обрывается в озеро, обнажаются суглинистые и супесчаные породы с примесью гальки и щебенки, но на отдельных участках здесь встречаются выходы коренных пород.

Остров окаймлен пляжем (за исключением западной стороны). Около 100 лет назад к нему близко подходила пересыпь, которая по существу соединяла этот остров с восточным берегом озера.

Если считать современный пляж первой террасой, то на острове их прослеживается четыре. Первая (пляж) высотой 1—1,5 *м*; вторая — низкая — 5—10 *м*, третья — промежуточная — 20—21 *м*, четвертая — 58—60 *м*. Вторая терраса является как бы пьедесталом всего острова.

З. А. Сваричевская (1941) на северном берегу острова насчитывает шесть террас: первая — на высоте 3 *м*, вторая — 6, третья — 19, четвертая — 27, пятая — 62, шестая — 67 *м*. Террасы третью и пятую она считает сомнительными. Наша инструментальная съемка показала, что эти уровни почти не

выражены. Несоответствие террас, установленных нами, с террасами З. А. Сваричевской объясняется тем, что мы свои съемки привязывали к современному уровню озера. Шестая терраса, указанная Сваричевской, соответствует нашей четвертой (67—60), а четвертая — второй (27—20). Следует отметить, что во время исследований, проводимых на Алаколе Е. Д. Шлыгиным и З. А. Сваричевской (1933 г.), уровень воды в озере был намного ниже современного.

К. В. Курдюков (1951) считает, что шестая терраса образовалась при наиболее высоком уровне Балхаш-Алакольского бассейна. В. В. Галицкий (1957) дает этому другое объяснение. Он полагает, что эта терраса является остатком древней денудационной равнины, выработанной на палеозойских породах в дотретичное время. По его мнению, остров был приподнят в недавнее время и откопан озером из-под рыхлых отложений, лежащих на нем до поднятия.

Мы придерживаемся мнения, что тектоническими процессами эти острова были приподняты, и относительно недавно, причем вся поверхность острова Улькен Аралтобе заливалась более обширным водоемом, но вершинная часть острова Кишкене Аралтобе не была под водой. Террасы образованы вследствие постепенного подъема этих островов и выработаны как в коренных, так и рыхлых породах.

Берега острова Кишкене Аралтобе можно классифицировать следующим образом: 1) абразионные в коренных породах — южный, западный; 2) аккумулятивные, низкие — восточный, северный; 3) абразионные в рыхлых породах — частично восточные и южные.

Подводный береговой склон острова Кишкене Аралтобе обрывается очень круто, особенно с западной стороны, где на расстоянии 50 *м* от уреза воды глубина озера достигает 30 *м*, у восточного берега в 300 *м* от уреза воды — 11 *м*.

Остров Средний является наименьшим из описываемых островов (площадь 0,6 *км*^{2}). Он представляет собой выступ коренных пород палеозоя, имеющих вид пологовершинной скалы, которая поднимается над уровнем озера на 65 *м*. Максимальная высота его — 411 *м* над уровнем моря. На картах 1887 г. остров обозначен в виде дальнего конца острова Кишкене Аралтобе. Но в настоящее время перемычка между ними затоплена и размыта.

В центральной части острова поднимается сопкообразная возвышенность, которую опоясывают терасовидные уступы. Высокая терраса по морфометрическим данным соответствует террасе острова Кишкене Аралтобе. Также хорошо выражена низкая терраса, к которой высокая обрывается уступом. Наиболее широкую площадку она имеет на западной и юго-за-

падной стороне острова. Наличие галечника как на высокой, так и на низкой террасах еще раз подтверждает, что они отложены водоемом, в настоящее время отступившим. Для южных берегов острова характерны лопастные берега в коренных породах.

Заключение

Как мы могли убедиться из вышеизложенного, строение берегов оз. Алаколь разнообразно, динамика их развития сложна и зависит от многих факторов (климатических, геологических, гидрологических и др.). При их описании мало сказать, что они являются низкими, заболоченными и заросшими тростником, что нередко можно встретить в отдельных литературных источниках. Районирование берегов оз. Алаколь дается впервые и может иметь как научное, так и практическое значение.

Береговая линия озера весьма подвижна, что объясняется в основном периодическими колебаниями уровня озера, обусловленными изменениями климатических условий. В настоящее время на динамику, и следовательно, морфологию берегов озера оказывает влияние современное повышение уровня. Последнее привело к затоплению и размыву низких аккумулятивных берегов, к усилению абразии, изменению глубины рельефа подводной части побережья, очертаний берега; все это вызвало полную перестройку всех динамических процессов, формирующих берега (направление волнений, течений и т. п.).

Затопленные участки прибрежной суши явились теми исходными поверхностями, которые постепенно перерабатывались озером и превратились в подводный береговой склон. Во время наших исследований этот процесс был выражен очень ярко.

Абразия береговых уступов (клифов) в различных частях озера протекала с разной интенсивностью, в зависимости от направления волновой равнодействующей. Более быстрое отступание берегового уступа наблюдалось в северо-западном береговом районе и у юго-западного берега (у пос. Коктума). От усиления абразии берегов увеличилось поступление наносов в береговую зону, отлагаемых, как в прибрежной зоне, так и в более глубоководной.

Формирование аккумулятивных форм на озере приобрело широкие размеры, так как имеются все необходимые условия для их образования: конфигурация берега (наличие изгибов в сторону суши), вдольбереговое и поперечное перемещение наносов, материал, питающий потоки наносов и т. п. Значительное развитие оно получило у юго-западного берега озера, ко-

торый по условиям современной динамики характеризуется значительным поступлением материала в береговую зону и наличием четко выраженных вдольбереговых потоков наносов. Наносы здесь передвигаются на большие расстояния, так как берега открыты и выровнены. После затопления озером аккумулятивных форм наблюдалось их сокращение, но затем постепенный рост (у всех кос, пляжей). Отсюда можно сделать вывод, что количество поступающих в береговую зону наносов значительно больше емкости потока.

Преобладающее значение при формировании в этом береговом районе аккумулятивных форм имеет волнение, вызываемое ветрами южных румбов. Но в других частях озера аккумулятивные формы создаются ветрами противоположных направлений, например, Кши-Алакольские косы формируются волнениями, связанными с северо-западными и северными ветрами. Их образование обусловлено общим падением волнового поля при входе в залив. Здесь косы образуются одновременно на обоих берегах залива, нарастая навстречу друг другу, затем соединяются, образуя пересыпь.

Для построения аккумулятивных форм в южной половине озера служат в основном галечники, в северной — песок различных размеров, алевритовые наносы. Последние чаще выносятся на большие глубины. Внедрение озера в эоловые формы рельефа северо-восточного берега способствовало их размыву и увеличению песчаного материала, поступающего в озеро. Значительное количество песчаных и алевритовых наносов выносится в озеро реками Урджар, Хатынсу и Эмель, а также поступает от размыва северо-западных и западных берегов. Они распределяются в северной части озера.

Береговые террасы, отмеченные для отдельных берегов и на островах, свидетельствуют о том, что уровень озера изменялся. Их высоты по отдельным берегам примерно соответствуют. Однако в образовании террас на островах сыграли роль и тектонические процессы. Промеры профиля через центральную часть озера показали, что западнее островов Улькен Аралтобе и Среднего наблюдается резкий перегиб профиля дна (до 25—30 *м*), который мог образоваться только вследствие смещения отдельных блоков по тектоническому разлому. Часть дна с островами (восточная) поднялась, а западная могла опуститься. Следовательно, образование террас на островах обусловлено не только изменениями уровня озера.

При береговом строительстве на оз. Алаколь перспективным является использование энергии волн для защиты берегов от размыва и затопления, от занесения наносами портов. На участках, подверженных абразии и расположенных вблизи населенных пунктов, можно рекомендовать активный метод

берегоукрепления путем сооружения серии поперечных бун с продольным волноломом из каменных глыб и засыпкой межбунных промежутков галькой. Для получения последней, там, где наносов поступает недостаточно, можно использовать отложения кос, дельт, так как здесь имеется беспрерывное поступление материала.

На северном, северо-западном и западном берегах лучше применять дамбы и волноотбойные брусы, в связи с преобладанием поперечного перемещения наносов. При выборе места для переноса затопляемых объектов или нового строительства на берегах озера, и особенно, при проектировании водозащитных дамб или валов необходимо учитывать возможные размеры сгонно-нагонных (ветровых) колебаний уровня воды в озере и высоту волн. Рациональное использование волн будет возможным после проведения специальных исследований (натурных) для выявления закономерностей движения волнового потока наносов у берегов озера и инженерных приемов управления этим потоком.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С. Аральское море. «Известия Туркестанского Отделения Российского географического общества», 1908, т. 5.

Галицкий В. В. Палеогидрография и неотектоника Восточного Прибалхашья. «Известия АН КазССР, серия геологическая», 1957, вып. 3.

Гамаженко В. С. Новый тип берегоукрепительного волнолома для приглубого берега. «Труды океанографической комиссии», т. I. М. 1956.

Голубев А. Алакуль. «Записки РГО по общей географии», т. I, 1867.

Елисеев В. И. О пролювии Алакульской впадины. «Литология и полезные ископаемые», 1964, № 2.

Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М., 1962.

Казанская Е. А. Галечниковые косы оз. Алаколь. «Вопросы географии Казахстана», 1965, вып. 11.

Курдюков К. В. О колебаниях уровня оз. Ала-Куль. В кн.: «Вопросы географии», сб. 24. М., 1951.

Леонтьев О. К. Основы геоморфологии морских берегов. М., 1961.

Лымарев В. И. Об особенностях развития пустынных берегов (на примере Аральского моря). «Труды совещания по динамике берегов морей и водохранилищ», т. 1. Одесса, 1959.

Лымарев В. И. Значение зарослей тростника в развитии аккумулятивного берега в условиях повышения уровня моря. «Известия АН СССР, серия географическая», 1958, № 4.

Обручев В. А. Пограничная Джунгария. Географическое и геологическое описание. Т. III, вып. 2. М.—Л., 1940.

Сваричевская З. А. Очерки по геоморфологии Казахстана. Л., 1941.

Третьяков В. Г. К вопросу о региональных структурах Восточного Прибалхашья. «Вестник АН КазССР», 1960, № 1 (178).

Федорович Б. А. Новые данные об аральском типе бухтовых берегов. В сб.: «Проблемы физической географии», вып. II, 1942.

Шренк А. Остров Арал-Тюбе на оз. Ала-Куль. «Горный журнал». Спб., 1842.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

В. И. КОРОВИН, Р. Д. КУРДИН

УРОВЕННЫЙ РЕЖИМ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Условия питания и водный баланс озер Алакольской группы существенно различны, что обусловливает и различия в уровенном режиме этих озер. Озера Алаколь, Қошкарколь и Сасыкколь получают основное питание за счет речного стока и в значительно меньшей степени за счет атмосферных осадков, выпадающих на их водное зеркало, и грунтовых вод (оз. Алаколь).

Основная часть стока, питающего Сасыкколь и Қошкарколь (р. Тентек), формируется в высокогорной зоне Джунгарского Алатау и характеризуется весенне-летним половодьем с наличием ледниковой составляющей. Реки, впадающие в Сасыкколь в северной части (Ай, Каракол, Егенсу, Терсаккан), имеют сток только в период весеннего половодья, который лишь частично попадает в Сасыкколь через обширные заболоченные массивы (р. Ай только в многоводные годы) с значительной и неодинаковой для разных рек сдвижкой во времени (май—сентябрь).

Оз. Қошкарколь получает основное питание из оз. Сасыкколь. В многоводные годы его питает также р. Тентек. Оз. Алаколь имеет пять притоков: Жаманты, Урджар, Хатынсу, Эмель и Ргайты, воды которой вместе с водами оз. Джаланашколь лишь частично доходят до Алаколя через заболоченные массивы в межозерье Джаланашколь—Алаколь. Кроме того, Алаколь получает сток из оз. Сасыкколь (через протоки Есинкину и Дженишкесу и р. Урджар) и из оз. Қошкарколь (через р. Уялы), а в наиболее многоводные годы (например, 1958 г.) — и непосредственно из р. Тентек. Притоки оз. Алаколь (исключая р. Тентек) не имеют ледникового питания и характеризуются в основном весенним половодьем.

Оз. Джаланашколь не имеет притоков и питается преимущественно грунтовыми водами. В период наибольшей водности, весной, оно имеет поверхностный и круглый год — подземный сток (фильтрация) в сторону оз. Алаколь (через проток Жаманутколь). Таким образом, бессточное оз. Алаколь, расположенное в наиболее низкой части Алакольской впадины, аккумулирует воды не только собственных притоков, но и всех других крупных озер Алакольской группы. Остальные (проточные) озера играют роль регуляторов стока (поверхностного притока) для оз. Алаколь.

Отмеченные в общих чертах различия в гидрологическом режиме притоков, типе питания и водного баланса Алакольских озер и определяют особенности их уровенного режима. Если величину осадков и потерь воды на испарение Алакольских озер на единицу площади водного зеркала в первом приближении можно считать одинаковыми, то приход и расход воды за счет перераспределения между озерами для разных озер резко различны и не определяются их водосборной площадью. Большие потери стока на испарение и транспирацию в обширных заболоченных массивах низовий рек и межозерий и исключительно запутанная система стока между озерами крайне осложняют определение водного баланса Алакольских озер, который еще только начинает исследоваться.

Наблюдения за уровнем воды оз. Алаколь ведутся с 1948 г., оз. Кошкарколь — с 1956 г., остальных озер Алакольской группы (Сасыкколь и Джаланашколь) — лишь с 1960 г. Ряд исторических документов и сведений, изложенных в литературе (Голубев, 1867; Обручев, 1932; Курдюков, 1951 и др.), позволяют проследить в общих чертах ход уровней воды этих озер за последние 100—200 лет, а отчасти и за более отдаленный период.

В. А. Обручев (1932) на основании изучения карт и описаний путешествий XIII в. приходит к заключению, что в те времена Алаколь, Сасыкколь и Балхаш представляли одно целое.

К. В. Курдюков (1951) указывает, что при современных условиях для соединения Алаколя с Балхашом достаточно повышения их уровня всего на 17 *м*. Если за современный уровень принять средний за 1962 г., то указанная величина должна уменьшиться более чем на 4 *м*.

Очертания прежнего Балхаш-Алакольского водоема на основании топографических карт (Курдюков, 1951) можно представить из рисунка 1. Ряд исторических материалов говорит о том, что этот водоем с впадиной оз. Эби-Нор не соединялся. Балхаш-Алаколь распался сначала на Балхашский водоем и

Сасык-Алакольский ,а затем, сравнительно недавно, последний разделился на озера Сасыкколь, Қошкарколь и Алаколь. В первой половине XIX в. происходило дальнейшее понижение уровня и сокращения площади указанных озер.

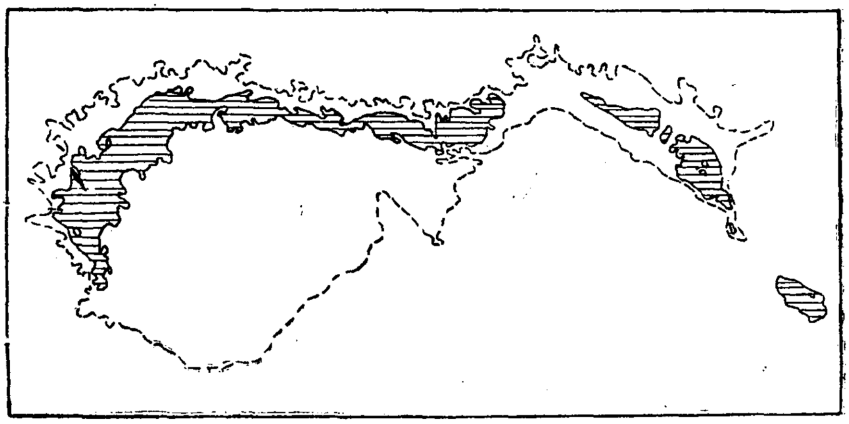


Рис. 1. Очертания водоема Балхаш — Алаколь (по К. В. Курдюкову).

Исследуя колебание уровня оз. Алаколь в историческом и геологическом прошлом, К. В. Курдюков (1951) пришел к выводу, что положение уровня, близкое к минимуму, приходится на период обследования Алаколя директором ботанического сада в Петербурге А. Шренком (1845 г.), который в то время впервые сделал наиболее полное описание берегов Алаколя. Шренк обнаружил признаки недавнего более высокого стояния уровня озера. Начиная с 1845—1850 гг. и до 1940 г. уровень, по мнению К. В. Курдюкова, повышался. Количественную сторону повышения уровня воды со времен Шренка К. В. Курдюков определяет на основании следующих соображений.

1. Полуостров с направлением к острову Кишкене Аралтобе имел высоту до 4 *м* над уровнем озера, теперь же коса, оставшаяся на месте этого полуострова, едва поднимается над водой.

2. На южном берегу озера Шренк отмечал глинистый береговой вал высотой до 3 *м*, а теперь этот вал полностью затоплен водой.

3. О величине погружения порядка нескольких метров свидетельствуют и Кши-Алакольские косы.

На основании вышеизложенного он приходит к выводу, что уровень Алаколя со времен Шренка повысился не менее чем на 3 или 4 *м*.

По данным опроса старожилов (1960 г.), произведенного комиссией Алма-Атинского облисполкома в связи с затоплением с. Рыбачьего (устье р. Урджар), в период основания его в 1907 г. уровень воды в оз. Алаколь был весьма высоким, но несколько ниже уровня июля 1960 г. Высокое стояние воды продолжалось до 1922 г., после чего начался небольшой спад, а с 1947—1948 гг. сначала медленный, а затем (с 1958 г.) интенсивный подъем уровня воды. Опрошенные в июне 1963 г. специальной комиссией Казглаврыбпрома во главе с Р. Г. Багаевым старожилы с. Рыбачьего Тараканов, Антилопов и Редькин, проживающие там с 1915 г., сообщили, что береговая линия в 1915 г. располагалась на 8—10 *км* дальше современной. Названные ими цифры, по всей вероятности, завышены, однако и они подтверждают высокое стояние уровня воды в 1907—1915 гг.

По данным гидрографического обследования оз. Алаколь, произведенного УГМС КазССР в 1943 г., следует, что еще в сравнительно недавнее время уровень воды был выше современного на 9—10 *м,* что подтверждается высотой волноприбойного вала на бровке высокой террасы острова Кишкене — Аралтобе, а также наличием и высотой висячих логов и характером устьев рек.

Сравнительно низкое стояние уровня оз. Алаколь в 1933 г. отмечалось З. А. Сваричевской (1941), которая сообщила, что, по рассказам рыбаков, около устья р. Эмель, а также в юго-восточном углу Алаколя нельзя закидывать сетей: они рвутся о пни, корни и поломанные стволы затопленных кустарников и деревьев. В устье р. Эмель глубина их залегания небольшая и при сильных сгонах воды они обнажаются.

С 1948 г., по данным фактических наблюдений, отмечается почти непрерывный рост среднегодовых уровней воды в озере.

Отсутствие достаточно достоверных сведений о колебаниях уровня оз. Алаколь в период до 1948 г. вынуждает обратиться к данным о многолетнем ходе уровня намного лучше изученного оз. Балхаш, расположенного в пределах той же впадины, что и оз. Алаколь. Периоды колебаний уровня Балхаша, приводившиеся ранее в литературе, были критически рассмотрены и уточнены Г. Р. Юнусовым (1959) на основе использования многочисленных литературных и архивных источников и восстановления среднегодовых уровней за 1879—1931 гг. по связи со стоком р. Или и атмосферными осадками по ст. Алма-Ата. По данным Юнусова, на оз. Балхаш в 1884—1885 гг. наблюдался минимум уровня, затем подъем, и в 1908—1909 гг. — максимум, сменившийся спадом, продолжавшимся до 1946 г.; с 1947 г. — опять подъем.

Ход уровней оз. Балхаш, по Г. Р. Юнусову, далеко не полностью подтверждает выводы К. В. Курдюкова (1951) о подъеме уровня оз. Алаколь с 1845 по 1940 г. За этот период, по аналогии с оз. Балхаш, должны были иметь место и подъемы и спады уровня.

Б. К. Терлецкий (1931) считает возможным предполагать, что в смежных озерах одинаковое стояние уровня воды могло быть в разное время. Он объясняет это особенностями местных климатов в областях питания отдельных озер. Действительно, бассейны Балхаша и Алаколя существенно отличаются друг от друга. Озера Алаколь и Сасыкколь получают питание из сравнительно небольших речных бассейнов, расположенных в пределах южного склона Тарбагатая и северных склонов Джунгарского Алатау. Иные условия питания имеет Балхаш. В Балхаш поступает только часть воды из Тарбагатая (р. Аягуз) и Джунгарского Алатау (реки Каратал, Аксу и Лепсы). Главное же поверхностное питание он получает за счет р. Или, которая берет начало в Центральном Тянь-Шане, на территории КНР. Режим р. Или, а следовательно в значительной степени и режим уровня Балхаша, отражает гидрометеорологические особенности районов Центрального Тянь-Шаня, Кульджи и Илийской впадины в пределах Казахстана, то есть районов, лежащих вне Балхаш-Алакольской впадины.

Однако следует отметить, что несмотря на существенные различия в физико-географических и климатических условиях современных бассейнов Балхаша и Алакольских озер, основные климатообразующие факторы имеют синхронный вековой и многолетний ход для всей рассматриваемой территории в целом, что определяет и в общем синхронный характер колебаний уровня воды в озерах.

Это подтверждается наличием полной синхронности в колебаниях стока р. Или и рек северного склона Джунгарского Алатау, а также тесной связью (Коровин, 1959) суммарного годового стока притоков р. Или на территории Казахстана с годовым стоком р. Или на границе с КНР (уроч. Кайрылган). Указанные различия условий бассейнов Балхаша и Алаколя могут сказываться лишь во внутригодовом и межгодовом (за короткие периоды в 2—3 года) ходе уровня воды этих озер и в темпе подъема и спада уровня, но не в характере многолетнего хода среднегодовых уровней.

Для проверки этого положения была построена зависимость среднегодовых уровней озер Балхаш и Алаколь (рис. 2). Полученная связь оказалась очень тесной (коэффициент корреляции $r=0{,}98$). С помощью графика связи ориентировочно восстановлены значения уровня воды оз. Алаколь с 1884 по 1948 гг. При этом уровни Балхаша за 1884—1936 гг. приняты

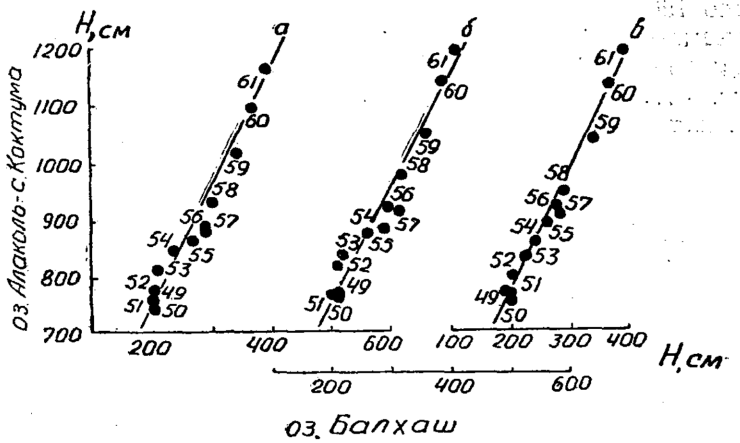


Рис. 2. *а* — связь между средним годовым уровнем оз. Алаколь (с. Коктума) и оз. Балхаш (г. Балхаш); *б* — связь между максимальным средним месячным уровнем оз. Алаколь (с. Коктума) и оз. Балхаш (г. Балхаш); *в* — связь среднего месячного уровня оз. Алаколь (с. Коктума) и оз. Балхаш (бухта Карачаган) за июнь.

по Г. Р. Юнусову (1959), а с 1937 г. — по фактическим наблюдениям.

По аналогии с оз. Балхаш, для оз. Алаколь можно ориентировочно принять следующую схему многолетних циклических колебаний уровня воды за последние 100 лет: спад с минимумом — около 1884—1885 гг., подъем с максимумом —

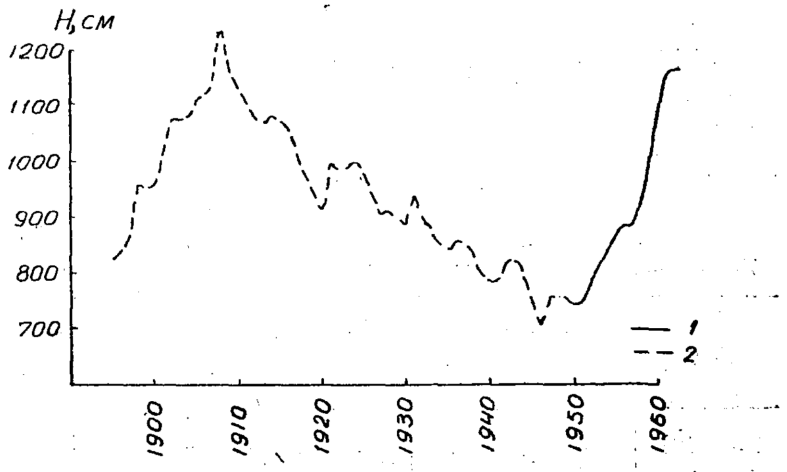


Рис. 3. Многолетний ход среднегодовых уровней оз. Алаколь (с. Коктума).

около 1908—1917 гг., спад с минимумом — около 1946 г., подъем —по 1964 г. (возможно, еще не завершенный) с последующей стабилизацией и некоторым падением уровня (рис. 3).

Указанный период охватывает один полный цикл, считая от минимума до минимума (1885—1946 гг.), общей продолжительностью 61 год, из которых 23 приходится на подъем и 38 на спад, и новую, возможно еще не закончившуюся (Коровин, 1963) фазу подъема (с 1947 г.).

Средний уровень оз. Алаколь за период наличия фактических и восстановленных данных (1879—1963 гг.) составляет 894 *см* (по посту с. Коктума), наибольший среднегодовой— 1223 *см* (1908 г.), наименьший — 665 *см* (1885 г.), многолетняя амплитуда среднегодовых уровней — 558 *см*. Амплитуда колебаний месячного уровня за 1936—1961 гг. представлена в таблице 1.

Таблица 1

Амплитуда колебаний месячного уровня оз. Алаколь (с. Коктума) за 1936—1961 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя месячная											
439	465	491	467	453	426	435	453	446	453	447	462
Максимальная											
451	457	480	428	449	425	430	455	433	435	450	431
Минимальная											
432	464	478	482	471	429	445	441	454	452	460	487

Примечание. Для составления указанной таблицы максимальные и минимальные значения уровня взяты из срочных наблюдений. За период, когда систематических наблюдений не проводилось, они восстановлены по аналогии со среднемесячными.

Таблица 2

Интенсивность спада и подъема среднего годового уровня оз. Алаколь

Годы	Интенсивность спада, *см/год*			Интенсивность подъема, *см/год*		
	мин.	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.
1908—1946	0 (1923 г.)	14	56 (1909 г.)			
1947—1961				4 (1949 г.)	31	88 (1960 г.)

Интенсивность последнего спада и подъема характеризуется данными таблицы 2. Общая амплитуда с 1879 по 1958 г. по Алаколю (558 *см*) намного больше, чем по Балхашу (319 *см*) за тот же период.

За период фактических наблюдений (1949—1963 гг.) среднегодовой уровень оз. Алаколь, как и оз. Балхаш, почти непрерывно растет: с 1949 по 1956 г. — сравнительно медленно (в среднем на 26 *см* в год), затем, после небольшого падения в 1957 г., с 1958 по 1961 г. — очень интенсивно (в среднем по 70 *см* в год). В 1962 г. темп подъема замедлился до 7 *см*, а в 1963 г. (по сравнению с 1962 г.) произошло снижение уровня на 5 *см* (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика колебаний уровня воды оз. Алаколь за 1950—1963 гг.
оз. Алаколь — с. Коктума *Отметка нуля графика 335,72 м (БС)*

Годы	Уровень воды, *см*			Прирост уровня, *см*		Годовая амплитуда среднемесячного уровня воды, *см*
	среднегодовой	максимальный среднемесячный	минимальный среднемесячный	среднегодового	максимального среднемесячного	
1950	741	757 XI	723 I			34
1951	747	764 VI	733 I, II	6	7	31
1952	774	814 VIII	716 I, II	27	50	98
1953	814	831 VIII	779 I	40	17	52
1954	846	868 VIII	809 I	32	37	59
1955	862	876 VI—VIII	841 II	16	8	35
1956	887	914 VII	849 I	25	38	65
1957	879	902 VI, VII	855 I	— 8	—12	47
1958	928	973 VIII	862 I	49	71	111
1959	1009	1044 VIII	959 II	81	71	85
1960	1097	1134 VIII	1033 I	88	90	101
1961	1159	1182 VII	1130 I	62	48	52
1962	1166	1188 VI, VII	1150 XI, XII	7	6	38
1963	1161	1181 VI	1145 XI	— 5	— 7	36

В целом за 1949—1961 гг. уровень оз. Алаколь повысился на 4 *м* против 2 *м* на оз. Балхаш. Значительное превышение интенсивности подъема, спада и амплитуды среднего годового уровня воды оз. Алаколь объясняется соотношением между площадью водосбора F и зеркалом водной поверхности ω. По Алаколю $\alpha=\frac{F}{\omega}$ больше (33), чем по Балхашу (21). Многолетние колебания уровня оз. Алаколь, достигающие 5—6 *м*, сопровождаются значительными изменениями площади водного зеркала и положения береговой линии озера, что приводит к периодическому затоплению и переносу населенных пунктов, расположенных на низких и пологих северо-западных и северо-восточных берегах водоема.

На крупных озерах с многолетними циклическими колебаниями средние, наибольшие и наименьшие уровни за 10 последних лет, которые часто принимаются проектировщиками и топографами, согласно существующим нормам, в качестве многолетних, не могут характеризовать в действительности ни средних, ни предельных многолетних значений уровня воды этих озер, как это видно на примере оз. Алаколь (см. рис. 3). Принятие экстремальных уровней для таких озер по короткому ряду, охватывающему только одну фазу цикла (подъем, спад) или ее часть, чревато серьезными просчетами при проектировании различных береговых объектов.

Таблица 4

Средние, наибольшие и наименьшие среднегодовые уровни оз. Алаколь за различные периоды, *см*

Период наблюдений (годы)	Средний	Наибольший	Наименьший
Весь период наличия данных (1879—1963)	894	1223	665
Полный цикл многолетних колебаний (1885—1946)	912	1223	665
Период наличия уровней, восстановленных по связи с фактическими уровнями оз. Балхаш (1936—1963)	862	1166	696
Период фактических наблюдений (1950—1963)	934	1166	741
10 первых лет наблюдений (1949—1958)	824	928	741
10 последних лет (1954—1963)	999	1166	846
Маловодные годы (1944—1953)	759	814	696
Многоводные годы (1905—1914)	1121	1223	1062

Примечание. За 1879—1949 гг. уровни оз. Алаколь восстановлены по связи с уровнями оз. Балхаш.

Максимальные и минимальные срочные уровни могут быть соответственно примерно на 0,5—1 *м* выше (ниже) среднегодовых.

Произведенное для оз. Алаколь сопоставление среднего и предельных среднегодовых уровней воды за периоды различной продолжительности (табл. 4) показывает, что средний уровень, определенный за 10 лет, совпадающих с маловодным периодом (например, за 1944—1953 гг.), может оказаться заниженным против среднего за полный цикл более чем на 1,5 *м*, наибольший — на 4 *м*. Если взять 10 лет, совпадающих с многоводным периодом (например, 1905—1914), то средний уровень окажется завышенным более чем на 2 *м*, а наименьший — на 4 *м*.

Хотя многолетние циклические колебания уровня воды в крупных озерах (Каспий, Арал, Балхаш и др.) известны давно и широко освещены в географической и гидрологической литературе, однако просчеты при проектировании транспортных магистралей идущих вдоль крупных озер, и береговых объектов из-за недоучета циклических колебаний, к сожалению, встречаются до последнего времени (подтопление железной дороги Актогай — Госпраница и Алакольского рыбзавода озером Алаколь, железной дороги Моинты-Чу озером Балхаш и др.). Во избежание подобных просчетов предельные и средние значения уровней воды крупных озер для проектирования ответственных объектов должны определяться не менее чем за один полный цикл многолетних колебаний. В случае отсутствия данных фактических наблюдений следует по возможности восстанавливать уровни по связи с гидрометеорологическими факторами или с уровнями соседних водоемов, как это сделано для озер Балхаш и Алаколь (Коровин, 1963).

Весьма интересные результаты получаются при сопоставлении хода уровней воды оз. Алаколь за последние годы с уровнем других озер Алакольской группы и оз. Балхаш (рис. 4). В то время как на озерах Кошкарколь, Сасык-

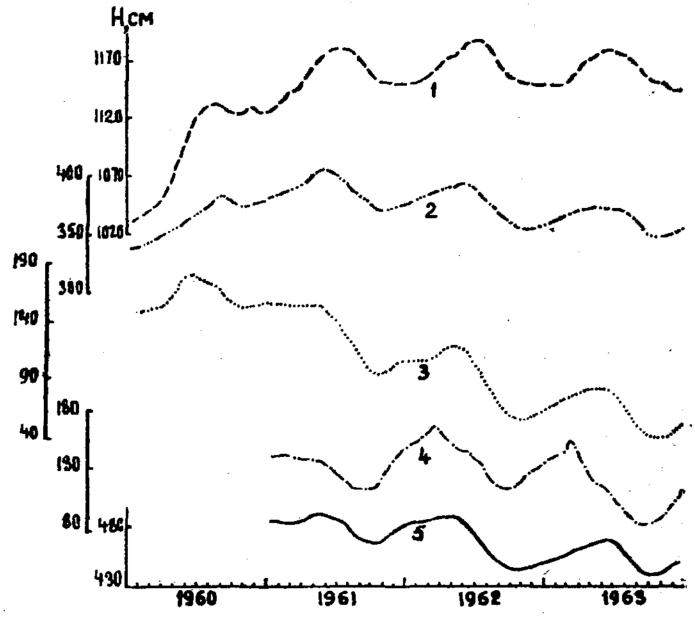


Рис. 4. Совмещенный график хода среднемесячных уровней воды Алакольских озер и оз. Балхаш: *1* — оз. Алаколь, *2* — оз. Балхаш, *3* — оз. Кошкарколь, *4* — оз. Джаланашколь, *5* — оз. Сасыкколь.

коль, Джаланашколь и Балхаш с 1962 г. наблюдается заметный спад уровней воды, на оз. Алаколь в 1962 г. уровень продолжал подниматься и лишь в 1963 г. произошло незначительное понижение его, а в целом в 1961—1963 гг. наблюдалась стабилизация среднегодового уровня с амплитудой всего лишь 5—7 *см*. Этот парадокс, как и намного более высокие темпы подъема уровня оз. Алаколь в 1958—1960 гг. по сравнению с соседними озерами, объясняется тем, что запасы воды в оз. Алаколь, помимо его собственных притоков, пополняются за счет озер Кошкарколь и Сасыкколь.

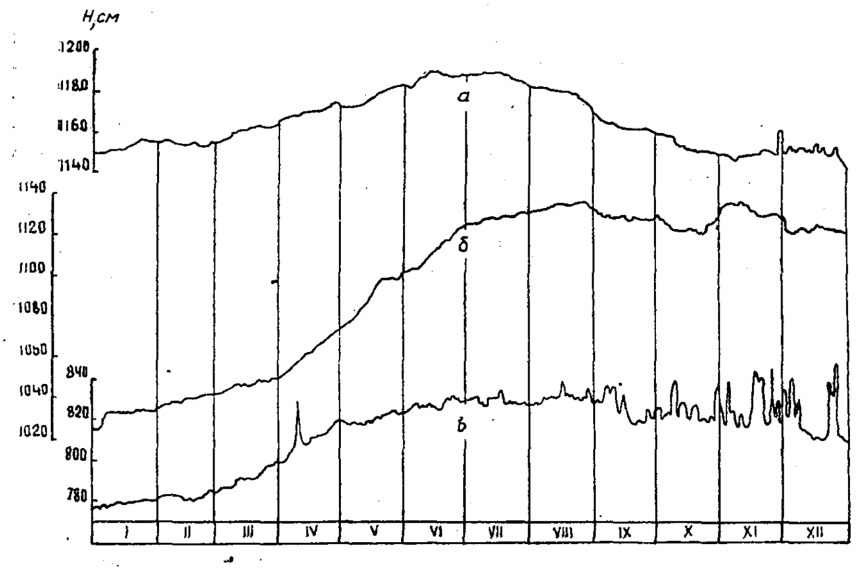


Рис. 5. Ход уровней воды оз. Алаколь за характерные годы: *а* — годовой ход уровня в фазе стабилизации среднегодовых уровней (1960 г.); *б* — интенсивный подъем со стабилизацией в осенне-зимний период в фазе роста среднегодовых уровней (1958 г.); *в* — плавный подъем с относительным спадом в фазе роста среднегодовых уровней (1953 г.).

Годовой ход уровней воды оз. Алаколь существенно меняется в различные годы (рис. 5) в зависимости от фазы многолетних колебаний. В периоды временной стабилизации уровня (1951, 1957, 1961—1963) с марта по июнь—июль наблюдается плавный подъем и с июля—августа по октябрь — ноябрь такой же медленный спад с возвращением уровня примерно в исходное (предвесеннее) положение. Наибольший среднемесячный уровень в такие годы наблюдается в июне (реже июле). Годовая амплитуда колеблется в пределах 30—50 *см*.

В периоды более или менее интенсивного подъема уровня (1952—1956, 1958—1960) картина существенно меняется. С

апреля по июль — август происходит резкий и непрерывный подъем (в 1958—1960 гг. до 70—90 *см*), сменяющийся в сентябре — октябре незначительным спадом (5—15 *см*) со стабилизацией в ноябре — декабре на высоких горизонтах или даже некоторым вторичным подъемом (1950, 1951, 1957, 1958, 1960 гг.). Наибольший среднемесячный уровень в эти годы сдвигается на август, а в отдельные годы — на вторичный (осенне-зимний) подъем (1950 г.), или этот подъем лишь немногим уступает основному (летнему) подъему. Осенне-зимний подъем уровня оз. Алаколь, обычно не наблюдаемый на соседних озерах, по-видимому, объясняется резким сокращением потерь на испарение с водной поверхности в этот период при сохранении достаточно высокого стока воды из озер Кошкарколь и Сасыкколь, накопившейся там в весенне-летний период или даже за ряд предшествующих лет. Наименьший среднемесячный уровень во всех случаях приходится на зимние месяцы: в годы стабилизации и подъема уровня — на январь (реже февраль), в годы спада — на ноябрь — декабрь. Максимальный годовой срочный (т. е. за один из сроков наблюдений) или даже среднесуточный уровень на оз. Алаколь в связи со значительными сгонно-нагонными колебаниями носит случайный характер и может наблюдаться как в месяцы наибольшей водности (VI—VIII), так и в осенне-зимние месяцы (X—XII), когда резко усиливаются ветры, вызывающие нагоны уровня. По высоте максимальный срочный уровень может превышать среднемесячный на 10—20 *см* за счет изменения водности озера внутри месяца, и 30—40 *см* — за счет нагона на посту с. Коктума, 40—80 *см* — на посту с. Рыбачье. Сочетание наибольшей водности с максимальным нагоном мало вероятно, поскольку в летние месяцы сильные ветры на оз. Алаколь обычно не наблюдаются.

Изложенные выше положения полностью относятся и к минимальным срочным годовым уровням, которые наблюдаются в январе, реже в феврале — марте, а в отдельные годы — в апреле (1950), либо в октябре — декабре (1951, 1962—1963) за счет ветровых сгонов.

Анализ внутригодового хода уровня оз. Алаколь в различные годы показывает, что на крупных озерах с многолетними циклическими колебаниями уровня внутригодовой ход уровня воды существенно меняется в зависимости от фазы многолетних колебаний, поэтому его правильнее рассматривать не по осредненным за весь многолетний период наблюдений среднемесячным уровням, которые будут давать чисто условную, редко повторяющуюся в действительности, картину, а дифференцированно, по группам лет одинакового фазового состояния.

На оз. Кошкарколь среднегодовые уровни воды за период фактических наблюдений (1956—1963 гг.) после некоторого спада в 1957 г. повысились в 1958—1960 гг. приблизительно на 50 *см* (данные за 1960 г. неполные), с 1961 г. подъем сменился интенсивным спадом (рис. 6), который составил за три года около 1 *м*. Отмеченный спад (1961—1963 гг.) наблюдался также на озерах Сасыкколь и Джаланашколь. Величина спада составила для оз. Сасыкколь 36 *см*, для оз. Джаланашколь — 18 *см*.

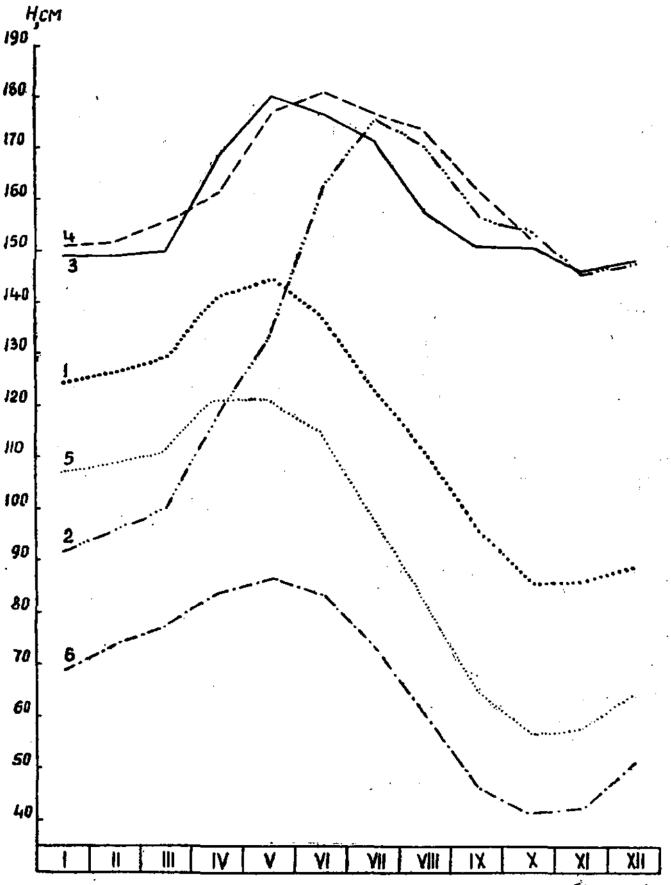


Рис. 6. Ход уровней оз. Кошкарколь за характерные годы: *1* — 1957 г.; *2* — 1958 г., *3* — 1959 г., *4* — 1960 г., *5* — 1962 г., *6* — 1963 г.

Наибольшие среднемесячный и срочный уровни воды на озерах Кошкарколь и Сасыкколь (рис. 7) обычно наблюдаются в мае (реже в июне — июле), т. е. на 1—2 месяца раньше, чем на оз. Алаколь, наименьшие — в ноябре, реже в де-

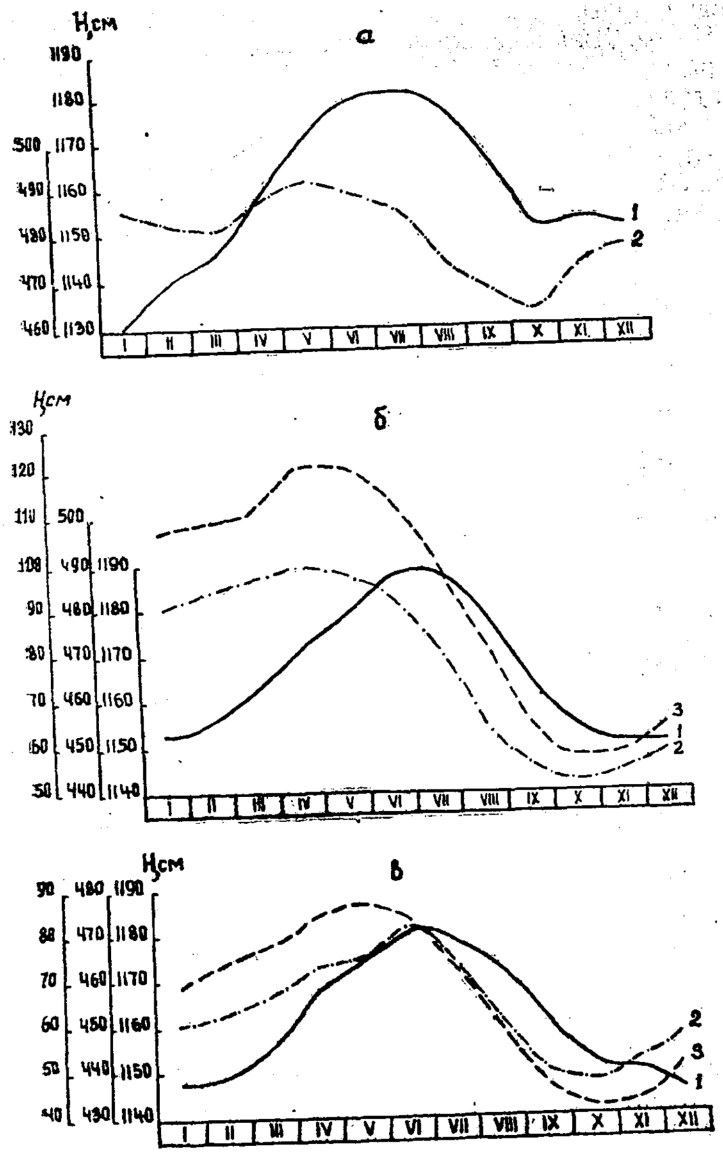


Рис. 7. Ход среднемесячных уровней Алакольских озер: *а* — за 1961 г., *б* — за 1962 г., *в* — за 1963 г.; *1* — оз. Алаколь, *2* — оз. Сасыкколь, *3* — оз. Кошкарколь.

кабре. При образовании ледостава и далее по мере нарастания толщины льда наблюдается небольшой зимний подъем уровня воды.

На оз. Джаланашколь имеет место совершенно иной, чем на рассмотренных озерах, годовой ход уровня. По данным за три года (1961—1963 гг.), на озере отмечается весенний подъем уровня (март), затем резкий и глубокий спад в течение апреля — августа с минимумом в сентябре и значительный осенне-зимний подъем, продолжающийся до весеннего пика. Амплитуда внутригодовых колебаний уровня воды в 1961—1963 гг. составляла 42—89 *см*.

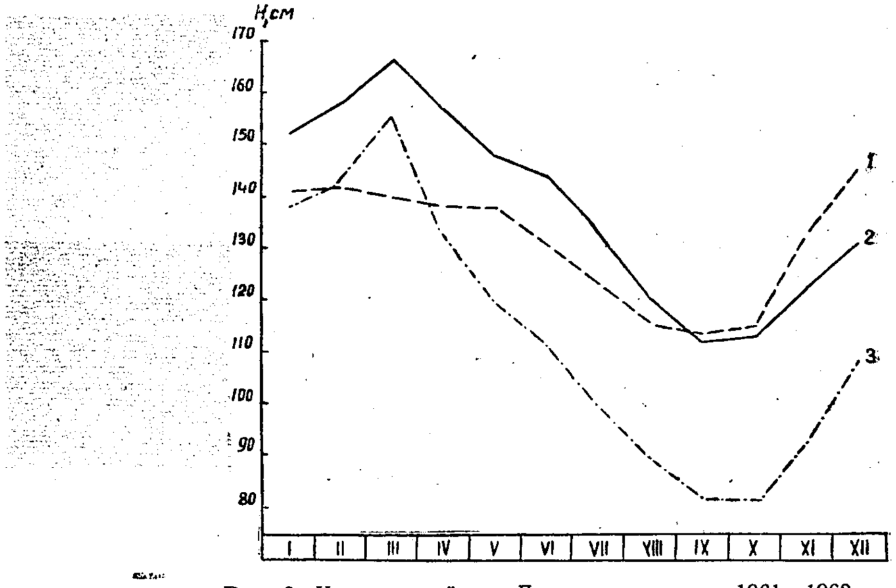


Рис. 8. Ход уровней оз. Джаланашколь за 1961—1963 гг.
1 — 1961 г., *2* — 1962 г., *3* — 1963 г.

Весьма своеобразный режим уровня оз. Джаланашколь (рис. 8) объясняется особенностями питания и водного баланса этого водоема. Озеро не имеет притоков и, в отличие от других озер Алакольской группы, характеризуется преимущественно грунтовым питанием. В весенний период (II—III) определенное пополнение запасов воды в озере происходит за счет поступления талых снеговых вод с прилегающей территории, а также таяния снега в зарослях камыша. Доля атмосферных осадков, выпадающих на водное зеркало, невелика. К расходной части водного баланса, помимо испарения с водной поверхности, относятся фильтрация воды (круглый год) и поверхностный перелив (март — апрель) в р. Жаман-

утколь через волноприбойный вал на северо-западном берегу озера.

В течение зимнего периода, вследствие преобладания грунтового питания над фильтрацией и отсутствия потерь на испарение при ледоставе, в оз. Джаланашколь идет постепенное накопление воды. Уровень водоема достигает своего максимума в феврале — марте, когда к грунтовому питанию присоединяется поступление талых снеговых вод. При наполнении озера происходит прорыв волноприбойного вала[1] и сброс воды в р. Жаманутколь, что приводит к довольно резкому снижению уровня во второй половине марта — апреле. После прекращения поверхностного стока из озера падение уровня в мае—сентябре продолжается за счет преобладания потерь на испарение и фильтрацию над поступлением грунтовых вод. По мере уменьшения в сентябре—октябре величины испарения водный баланс озера вновь становится положительным, и уровень воды после минимума в сентябре начинает расти вплоть до следующей весны.

Наиболее значительных размеров ветровые сгоны и нагоны уровня воды наблюдаются при ветрах юго-восточных и северо-западных направлений на оз. Алаколь, в его мелководной северо-западной части, а также на противоположной оконечности водоема —в заливе Кши-Алаколь. При юго-восточных и южных ветрах происходит сгон в юго-восточной оконечности и нагон в северо-западной части озера. При ветрах западных направлений значительный нагон наблюдается в устье р. Урджар, а также на других участках северо-восточного и восточного побережья, при восточных и юго-восточных ветрах — на северо-западном побережье.

По данным наблюдений за 1960—1963 гг. на посту с. Рыбачье, наибольшая высота подъема уровня воды при нагонах достигает 0,8—1,0 *м*. В 20 час. 24 октября 1960 г. при ЮЮВ ветре «Евгей» со скоростью 30 *м/сек* высота нагона достигла 83 *см*. Максимальный подъем уровня воды, судя по ходу ветра, произошел ночью между вечерним и утренним сроками наблюдений и не был зафиксирован. Скорость ветра к 01 часу 25 октября достигла 42 *м/сек*, в связи с чем следует полагать, что наибольшая высота подъема уровня могла превышать 1 *м*. По визуальной оценке, не меньшей величины достигал нагон летом того же года на северо-западном побережье Алаколя, который привел к затоплению обширных прибрежных пространств и подтоплению полотна железной дороги ст. Актогай—Госграница.

---

[1] По волноприбойному валу проходит автогужевая дорога, и место прорыва вала после половодья ежегодно заделывается.

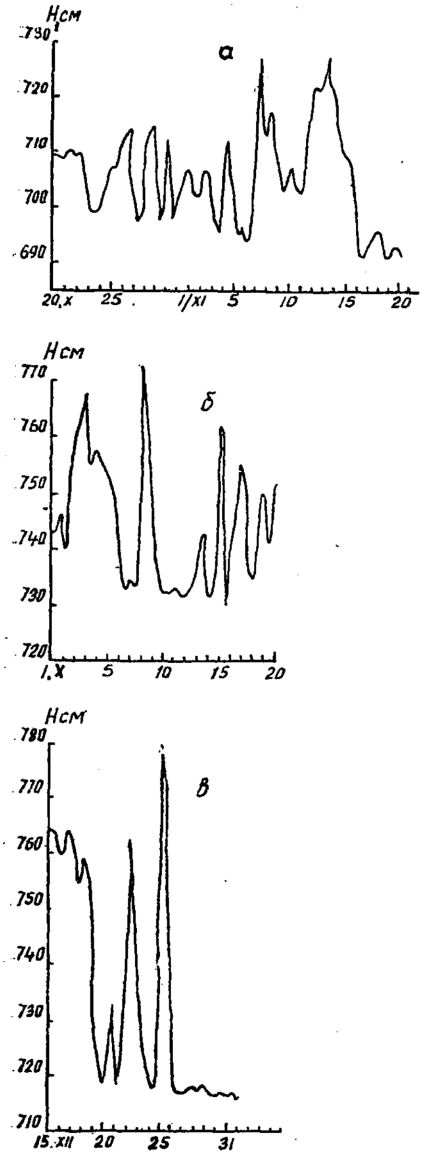


Рис. 9. Сгонно-нагонные колебания уровня оз. Алаколь (с. Қоктума): *а* — 21. X—20. XI 1948 г.; *б* — I—20. IX 1950 г.; *в* — 15—31. XII 1951 г.

Продолжительность нагонов (сгонов) колеблется от нескольких часов до нескольких суток. В отдельных случаях сильный нагон происходит за 3—4 часа. Так, в июле 1962 г., по наблюдениям одного из авторов, при внезапном ЮЮВ ветре порядка 15—20 *м/сек* в течение 1—2 часов уровень поднялся на 40 *см*, что привело к частичному затоплению с. Рыбачье, а затем, при перемене направления ветра на северо-восточное, примерно за такой же срок понизился на 50 *см*. Следует отметить, что в силу частых случаев неодинаковой скорости и направления ветра на различных участках озера (см. статью «Ветровое волнение на Алакольских озерах» в настоящем сборнике), нередко наблюдается несоответствие между знаком и величиной сгонно-нагонных колебаний, скоростью и направлением ветра, регистрируемых на посту.

В районе с. Қоктума, расположенного вблизи оси равновесия уровня озера, при ветрах юго-восточного и северо-западного направлений величина нагонов, вызванных ветрами этих направлений, значительно меньше и составляет, по данным двухсрочных наблюдений за 1949—1963 гг., 61 *см* (24—25 декабря 1951 г.). Следует указать на возможность завышения

высоты уровня в прошлые годы (до 1960 г.) при нагонах на этом посту, что объясняется затрудненностью точного отсчета уровня при сильном волнении, которым сопровождаются здесь нагоны (самописец уровня установлен на посту лишь в 1960 г.).

Ввиду значительных размеров нагонных подъемов уровней воды на оз. Алаколь (1 *м* и более) ветровые нагоны должны обязательно учитываться при проектировании населенных пунктов и других береговых объектов, а также при сооружении защитных дамб и валов на низких затопляемых берегах.

В северо-западной части озера значительные нагоны (сгоны) в соответствии с ветровым режимом чаще наблюдаются в весенний (IV—V) и осенний (X—XI) периоды, в юго-восточной — в октябре — декабре. В осенне-зимний период в районе с. Коктума частые нагоны и сгоны придают уровню воды пилообразный характер (рис. 9). Резкое преобладание ветров определенных направлений в различные сезоны года приводит к тому, что ветровые перекосы уровня могут отражаться и на среднемесячных величинах уровня воды, а иногда и на среднегодовых. По данным за 1961—1962 гг., отклонения в разности среднемесячных уровней от среднегодовой разности уровней над нулем графиков по постам с. Коктума и с. Рыбачье достигали +8—(—6) *см*. Подобная картина наблюдается и на оз. Балхаш, где в течение года преобладают ветры северо-восточного направления. Ввиду короткого ряда использованных данных и отсутствия единого нуля графика на постах, вопрос влияния сгонно-нагонных колебаний на среднемесячные и среднегодовые значения уровня воды оз. Алаколь требует дополнительного изучения.

На оз. Сасыкколь сгонно-нагонные колебания уровня воды, по данным регистрации самописцем на постах с. Жарсуат, с. Сагат (1961—1963 гг.) и с. Аралтобе (1961—1962 гг.), достигают 30 *см* и более. Наибольшая высота нагона (38 *см*) зарегистрирована в июне 1962 г. на посту Аралтобе. В районе с. Жарсуат наибольшая высота нагонов (+32 *см*) наблюдается при ветрах северных румбов (ССЗ, С, ССВ), сгонов (—30 *см*) — при ветрах противоположных направлений. У с. Сагат наиболее сильные нагоны бывают при ветрах восточных и южных направлений (22 *см*). На оз. Кошкарколь сгонно-нагонные колебания уровня воды обычно не превышают 10 *см*.

ЛИТЕРАТУРА

Голубев А. Алакуль. «Записки РГО по общей географии», т. I, 1867.

Коровин В. И. Формирование стока р. Или и его предвычисление. «Тр. КазНИГМИ», вып. 12, 1959.

Коровин В. И. Изменение уровней воды на озерах Балхаш и Алаколь в зависимости от гидрометеорологических условий и колебаний ледников. Сб.: «Гляциологические исследования в период МГГ», вып. III. Алма-Ата, 1963.

Курдюков К. В. О колебаниях оз. Ала-Куль (в историческом и геологическом прошлом). В сб.: «Вопросы географии. Физическая география». М., 1951.

Обручев В. А. Пограничная Джунгария, т. III. Географическое и геологическое описание, вып. 1. Л., 1932.

Сваричевская З. А. Очерки по геоморфологии Казахстана. Л., 1941.

Терлецкий Б. К. Балхаш-Алакольская впадина. «Тр. Главного геологического управления ВСНХ СССР», вып. 105. М.—Л., 1931.

Шнитников А. В. Изменчивость общей увлажненности материалов северного полушария. «Записки Географического общества СССР», т. 16. М.—Л., 1957.

Юнусов Г. Р. Гидрологический режим оз. Балхаш. «Тр. III гидрол. съезда», т. IV, 1959.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

В. И. КОРОВИН

ИССЛЕДОВАНИЯ СВЯЗЕЙ УРОВНЯ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ С ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Уровень воды в Алаколе, как и уровень любого озера, определяется соотношением приходно-расходных компонентов уравнения водного баланса. В связи с тем, что изучаемое озеро является бессточным, колебание горизонта воды в нем будет зависеть от притока воды и испарения с водной поверхности озера, за вычетом выпавших на него атмосферных осадков. Водный баланс оз. Алаколь еще не исследован, однако можно проследить связь многолетних и внутригодовых колебаний уровня воды с основными определяющими его гидрометеорологическими факторами.

Бассейн оз. Алаколь ограничивается в основном отметками 340—2500 *м*. Наибольшая площадь расположена в пределах 340—500 *м*. Затем площади уменьшаются, достигая своего минимума между отметками 2000 и 2500 *м* над уровнем моря (Коровин, 1963). Здесь, как и в бассейне оз. Балхаш, с повышением местности над уровнем моря четко проявляется вертикальная природная зональность, выраженная в смене почв, растительности, климата. Высотные зоны с наибольшими отметками характеризуются лучшей увлажненностью. Исключительная неоднородность водосбора по природно-климатическим условиям, несомненно, оказывает свое влияние на специфику формирования притока воды в оз. Алаколь.

Наиболее полные данные о суммарном стоке рек, впадающих в Алаколь, имеются с 1959 по 1962 г. (табл. 1). Причем сведения о стоке рек Урджар (0,7 *км* ниже устья р. Сарыбулак), Хатынсу (с. Коктал) и Джаманты (колхоз «Красный Октябрь») получены в результате наблюдений на постах УГМС КазССР, а рек Тасты (с. Коктума) и Чогантогай (с. Бахты-Джар-Булак) — на постах Главводхоза.

Таблица 1

Суммарный сток рек ($м^3/сек$), питающих оз. Алаколь за 1959—1962 гг.

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1959	15,6	15,6	21,7	101,0	101,9	70,5	44,8	34,1	28,0	18,4	20,5	20,2
1960	12,7	9,8	10,1	34,2	69,7	65,1	34,9	23,4	19,9	16,8	3,0	14,6
1961	10,8	11,4	23,6	68,0	60,7	30,8	17,0	16,7	14,7	14,5	15,4	14,5
1962	16,2	14,2	21,3	40,7	83,6	37,3	16,7	14,5	14,0	14,6	14,9	12,6

Данные этой таблицы показывают, что максимальный приток воды в озеро наблюдается, в отличие от притока в оз. Балхаш, не в июле, а в мае (иногда —в апреле), что вполне объяснимо, если исходить из абсолютных высот тех зон, где в основном формируется речной сток. О соотношении средних месячных значений уровня в зависимости от комплекса гидрометеорологических факторов можно судить по графику (рис. 1), для построения которого осадки и температура воздуха приняты как средние по восьми пунктам наблюдений: Скотоимпорт, Коктал, Чогантогай, Жарсуат, Алаколь, Коктума, Джаланашколь и Ргайты. Имеющиеся за некоторое время пропуски восстановлены. Сведения об испарении заимствованы у Т. М. Трифоновой (Сектор физической географии АН КазССР). Наибольшее количество атмосферных осадков отмечалось в ноябре — январе, максимальный сток (приток в озеро) — в мае. Максимальная температура воздуха в этом году наступила в июле, а максимум испарения с водной поверхности — в августе. Последнее объясняется тем, что температура воды у с. Коктума в августе была выше (23,4°), чем в июле (21,7°). По Балхашу же (с. Алгазы), наоборот, в июле (23,3°) температура воды в 1962 г. была выше, чем в августе (22,1°).

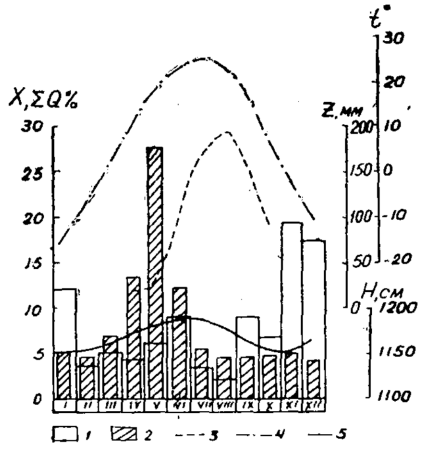


Рис. 1. Совмещенный график гидрометеорологических элементов бассейна оз. Алаколь за 1962 г. *1* — осадки, *2* — суммарный сток, *3* — испарение, *4* — температура воздуха, *5* — уровень воды.

Исследования показали, что для оз. Алаколь (с. Коктума) характерны такие же связи между уровнем воды за последующий и предыдущие периоды, как и для оз. Балхаш (Коровин, 1963). Это можно объяснить регулирующей емкостью Алаколя. Поэтому наличие высоких коэффициентов корреляции цепных связей средних годовых уровней: от 0,96 до 0,65 является неслучайным. Поскольку изменение уровня от месяца к месяцу происходит плавно и годовой ход их почти параллелен годовому ходу в среднем за многолетний период, то вполне закономерны довольно тесные связи для среднего месячного, максимального и минимального уровня, взятого из срочных наблюдений для каждого месяца. Другими словами, для Алаколя справедливо следующее выражение:

$$H_{i+p}=\overline{H}_{i+p}\pm\Delta H_i, \qquad (1)$$

где $\Delta H_i=H_i-\overline{H}_i$

H_i — средний месячный, максимальный или минимальный месячный уровень, *см*;

$\overline{H}_i$ — среднее многолетнее значение соответствующего уровня i-го месяца;

p — заблаговременность прогноза в месяцах;

H_{i+p} — уровень по прогнозу;

$\overline{H}_{i+p}$ — среднее многолетнее значение прогнозируемого уровня.

Кривую спада хода среднего месячного уровня можно охарактеризовать, как и для рек, формулой

$$H=H_0e^{-\alpha t}, \qquad (2)$$

где H — средний месячный уровень i-го месяца;

H_0 — средний месячный начальный уровень;

e — основание натуральных логарифмов;

t — промежуток времени в месяцах между начальным и конечным уровнем;

α — коэффициент, характеризующий спад уровня.

Для получения при расчете более высокой точности принималось $t=1$. При этом $\alpha=-0{,}01$. Эту формулу, характеризующую экспоненциальный закон, можно использовать и для расчета (прогноза) среднего месячного уровня на подъеме — разница заключается в знаке. В результате окончательный вид формулы можно представить в следующем виде:

$$H_t=H_0e^{\pm 0{,}01t}.$$

С января по июнь α надо брать со знаком плюс, а с июля по декабрь — со знаком минус. При отклонениях полученных значений уровня от фактических на 20—23 *см* обеспеченность равна 90%.

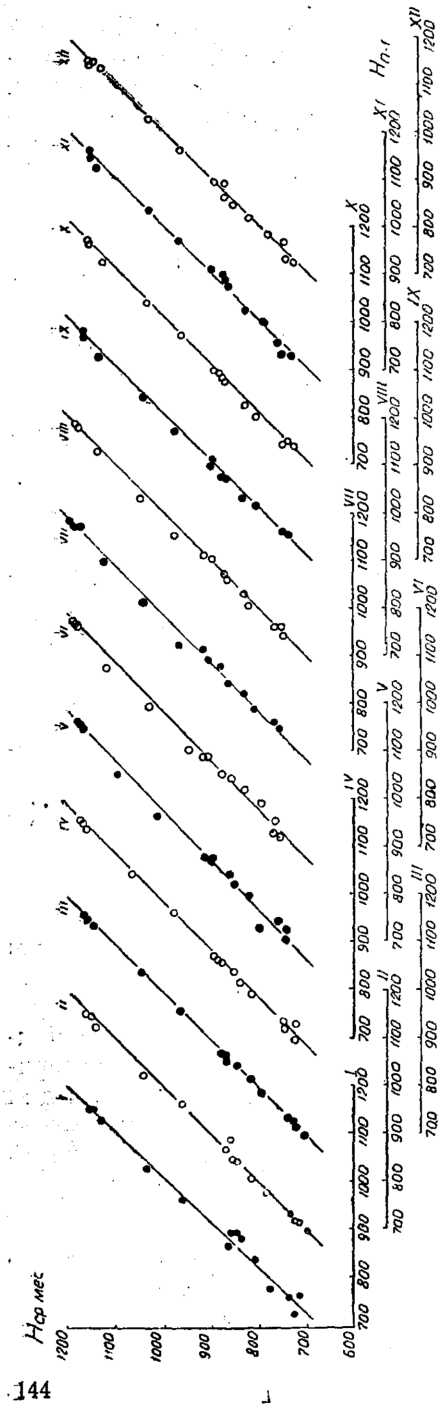


Рис. 2. Связи среднемесячного уровня оз. Алаколь (с. Коктума) с января по декабрь со среднесуточным уровнем на первое число предыдущего месяца.

В целях уменьшения ошибки при расчете (прогнозе) целесообразно пользоваться графиком (рис. 2), где показаны довольно тесные связи среднего месячного уровня воды с января по декабрь со среднесуточными значениями на первое число предыдущего месяца. Недостатком этой связи является короткий ряд наблюдений (1949—1962 гг.)

Выявленные связи между уровнем воды последующих лет и предыдущих (Коровин, 1963) можно использовать для практических целей. В теоретическом отношении они позволяют косвенно констатировать, что колебание среднего годового уровня оз. Алаколь за многолетний период определяется в основном не текущими метеорологическими условиями, а изменением климата в районе исследований. Этот вывод более полно находит свое подтверждение при рассмотрении зависимостей уровня непосредственно, от осадков и температуры воздуха — основных элементов климата.

Уровень Алаколя, как и других больших озер, является своеобразным интегратором

многолетних колебаний гидрометеорологических условий, имеющих место в бассейне озера. Поэтому отдельные отклонения метеорологических явлений от средней многолетней величины не могут вызвать значительных изменений уровня на Алаколе. Только длительные или часто повторяющиеся с одним и тем же знаком отклонения метеорологических условий могут привести к существенным изменениям уровня. Это необходимо иметь в виду при выявлении связи уровня воды с определяющими метеорологическими факторами.

В связи с тем, что тот или иной тип (индекс) циркуляции является одним из важнейших климатообразующих факторов, вместо индексов циркуляции, которые трудно определить, принимаются данные наблюдений за осадками и температурой воздуха. Тогда, исходя из выражения Н. А. Белинского и Г. П. Калинина (1946), связь следует записать в виде

$$H_t = \varphi[\int_0^t (x_i - \bar{x})dt, \int_0^t (\Theta_i - \bar{\Theta})dt], \qquad (3)$$

где H_t — уровень в момент времени t;

$x_i - \bar{x}$ и $\Theta_i - \bar{\Theta}$ — отклонения годовых осадков и средней температуры воздуха от «нормы» с апреля по сентябрь.

Путем интегрирования отклонения осадков и температуры воздуха от «нормы» одновременно учитывается влияние этих элементов за многолетний период. Этим самым принимаются в расчет длительные процессы накопления и расходования влаги в бассейне Алаколя. Поэтому, исходя из указанного выражения, осадки и температура воздуха в отклонениях от «нормы» в интегральной форме определяют в совокупности приращения уровня от года к году и начальный уровень, который на Алаколе является косвенным показателем учета цепных связей. В связи с этим изменение среднего годового уровня оз. Алаколь за многолетний период хорошо согласуется с ходом разностных интегральных кривых модульных коэффициентов годовых осадков и средней температуры воздуха за вегетационный период в отклонених от «нормы», рассчитанных по В. Г. Андреянову (1957). Связи уровня с осадками и температурой в отклонениях от среднего многолетнего значения в дифференциальной форме отсутствуют. Для оценки изменения среднего годового уровня (H_t) на много лет вперед в общем виде можно записать выражение

$$H_t = f(\sum_n^{n+i-p} \Delta x, \sum_n^{n+i-p} \Delta\Theta), \qquad (4)$$

где p — заблаговременность прогноза;

n — начало периода (год);

i — продолжительность принятого периода лет наблюдений;

$\Sigma\Delta x$, $\Sigma\Delta\Theta$ — последовательная сумма отклонений годовых осадков и средней температуры воздуха с апреля по сентябрь за предыдущие годы.

Таблица 2

Средние годовые и максимальные (из средних месячных) уровни воды в оз. Алаколь (с. Коктума), годовые осадки и средняя температура воздуха за апрель — сентябрь

Годы	Уровни, *см*		Осадки, *мм*			Температура		
	средние годовые	макс. средние месячные	x	Δx	$\Sigma\Delta x$	θ	$\Delta\theta$	$\Sigma\Delta\theta$
1936	854	857	684	— 24	— 24	4,5	—0,7	—0,7
1937	856	870	735	27	3	4,5	—0,7	—1,4
1938	836	861	648	— 60	— 57	5,8	0,6	—0,8
1939	796	817	561	—147	—204	5,8	0,6	—0,2
1940	780	806	743	35	—169	5,4	0,2	0,0
1941	782	815	871	163	— 6	6,4	1,2	1,2
1942	819	862	627	— 81	— 87	5,4	0,2	1,4
1943	828	881	457	—251	—338	5,6	0,4	1,8
1944	794	820	445	—263	—601	6,3	1,1	2,9
1945	744	762	617	— 91	—692	6,2	1,0	3,9
1946	696	765	872	164	—528	5,6	0,4	4,3
1947	761	778	781	73	—455	5,5	0,3	4,6
1948	756	774	541	—167	—622	5,5	0,3	4,9
1949	760	765	782	74	—548	5,1	—0,1	4,8
1950	741	756	655	— 53	—601	5,8	0,6	5,4
1951	747	762	721	13	—588	5,5	0,3	5,7
1952	774	(814)	727	19	—569	5,8	0,6	6,3
1953	814	831	819	111	—458	6,0	0,8	7,1
1954	846	868	808	100	—358	5,0	—0,2	6,9
1955	862	876	694	— 14	—372	5,2	0,0	6,9
1956	887	914	703	— 5	- 377	6,3	1,1	8,0
1957	879	902	695	— 13	—390	4,3	—0,9	7,1
1958	929	973	934	226	—164	5,0	—0,2	6,9
1959	1010	1044	773	65	— 99	5,8	0,6	7,5
1960	1097	1134	815	107	8	4,6	—0,6	6,9
1961	1159	1182	704	— 4	4	6,4	1,2	8,1

Примечание. Осадки осреднены по пунктам: Б. Алматинское озеро, Мынжилки и Андреевка, а температура — по первым двум станциям. Уровни оз. Алаколь до 1949 г. восстановлены автором по связям с уровнями оз. Балхаш (см. статью «Уровенный режим Алакольских озер» в настоящем сборнике).

Наилучшие связи получаются, если указанные данные брать по станциям Большое Алматинское озеро, Мынжилки и Андреевка. Непосредственно в бассейне оз. Алаколь горных станций нет, а имеющиеся предгорные дают худшие результаты. Сходство физико-географических условий, особенно верхних зон, позволяет использовать станции, находящиеся

за пределами бассейна. При исследовании связей среднего годового и максимального среднего месячного уровня, атмосферные осадки брались как средняя величина по этим станциям. Температура воздуха осреднялась по двум станциям — Мынжилки и Большое Алматинское озеро (наблюдения на посту Андреевка прекращены). Следует отметить, что для оз. Алаколь (с. Коктума) связь значений среднего годового с максимальным (из средних месячных) уровнем довольно тесная (рис. 3). Поэтому осадки и температура воздуха, приня-

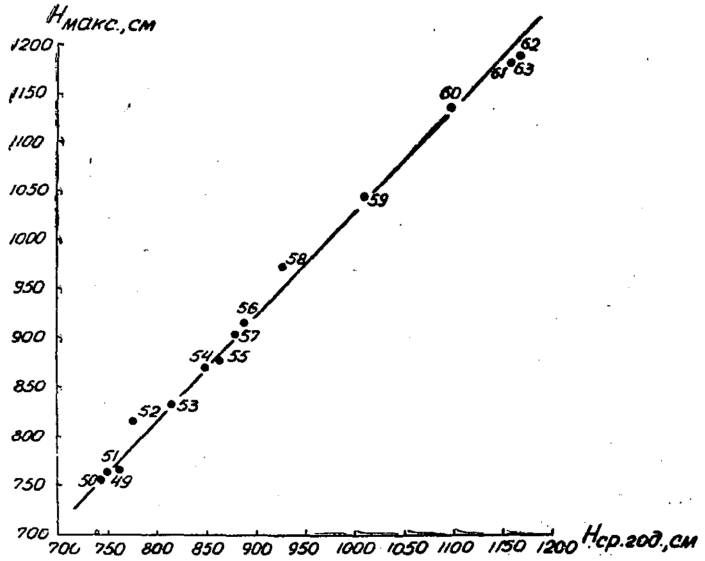


Рис. 3. Зависимость максимального среднемесячного уровня оз. Алаколь (с. Коктума) от среднегодового.

тые при расчете максимального уровня, взяты те же, что и для среднего годового (см. табл. 2). В качестве примера приводится график (рис. 4).

Для расчета (прогноза) уровня целесообразно пользоваться уравнениями линий связи (табл. 3).

Выявленные связи между уровнем воды в оз. Алаколь и гидрометеорологическими факторами представляют не только теоретический, но и практический интерес. Поэтому целесообразно оценить достоверность связей аналитически.

Связь между исследуемыми величинами считается доказанной, если $r \pm 4E$ сохраняет знак коэффициента корреляции (Лебедев, 1961). Чем меньше величина предельной ошибки ($4E$) коэффициента корреляции (r) в сравнении с r, тем связь более тесная. Величина E обозначает вероятную ошибку коэф-

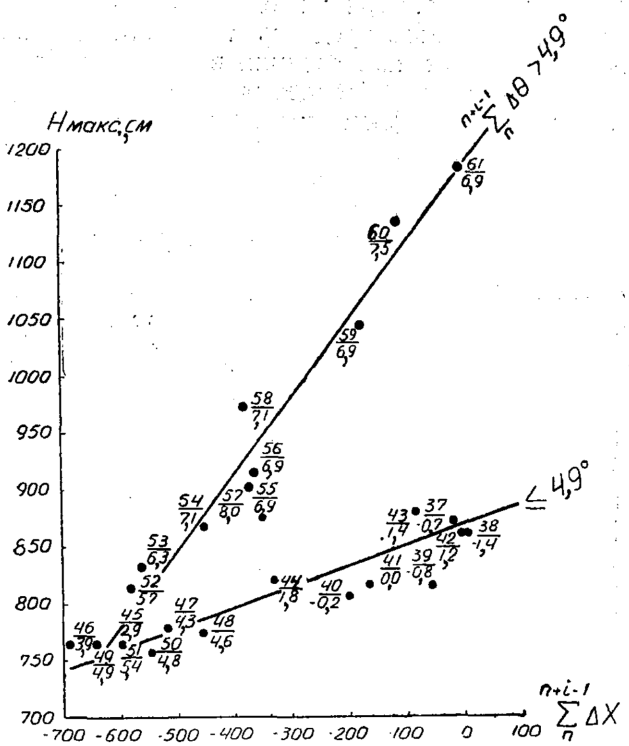


Рис. 4. Зависимость максимального (из среднемесячных) уровня оз. Алаколь (с. Коктума) от годовых осадков и средней температуры воздуха с апреля по сентябрь в отклонениях от «нормы» в интегральном виде для прогноза с заблаговременностью один год.

фициента корреляции. В теории корреляции также известно (Лукомский, 1958), что достоверность зависимости определяется выражением

$$r \geqslant K_{\text{г}} \sigma_r, \tag{5}$$

где σ_r — средняя квадратическая ошибка коэффициента корреляции;

$K_{\text{г}}$ — гарантийный коэффициент.

Значение $K_{\text{г}}$ определяется по таблице нормального закона распределения в зависимости от уровня гарантийной вероятности. В качестве уровня гарантийной вероятности принимают чаще всего одно из следующих чисел: 0,9973; 0,990; 0,950. При гарантийной вероятности 0,9973, принятой автором, $K_{\text{г}} = 3$. Выражение для оценки достоверности связи ($r \geqslant 3\sigma_r$) обычно рекомендуется в статистических исчислениях гидрологических

Таблица 3

Уравнения линий связи для прогноза уровня оз. Алаколь (с. Коктума)

$\Sigma\Delta\theta$	Заблаговременность прогноза, год	Уравнения
	Среднегодовой уровень	
⩽4,9	1	$H=0,17\ \Sigma\Delta x+840$
>4,9	1	$H=0,62\ \Sigma\Delta x+1140$
⩽4,9	2	$H=0,14\ \Sigma\Delta x+822$
>4,9	2	$H=0,77\ \Sigma\Delta x+1240$
⩽1,8	3	$H=0,47\ \Sigma\Delta x+842$
>1,8	3	$H=1,10\ \Sigma\Delta x+1410$
	Максимальный уровень (из средних месячных)	
⩽4,9	1	$H=0,18\ \Sigma\Delta x+870$
>4,9	1	$H=0,69\ \Sigma\Delta x+1190$
⩽4,9	2	$H=0,14\ \Sigma\Delta x+845$
>4,9	2	$H=0,76\ \Sigma\Delta x+1270$
⩽1,8	3	$H=0,52\ \Sigma\Delta x+895$
>1,8	3	$H=1,12\ \Sigma\Delta x+1450$

Таблица 4

Оценка достоверности связей для прогноза среднего месячного уровня оз. Алаколь (с. Коктума)

Зависимость	Коэффициент корреляции, r	Вероятная ошибка коэффициента корреляции, $\pm E$	Предельная ошибка коэффициента корреляций, $\pm 4E$	Средняя квадратическая погрешность коэффициента корреляции, σ_r	$3\sigma_r$
$H_{I}=f(H_{I/XII})$	0,979	0,0075	0,030	0,0111	0,0333
$H_{II}=f(H_{I/I})$	0,998	0,0007	0,0028	0,0011	0,0033
$H_{III}=f(H_{I/II})$	0,999	0,0004	0,0016	0,0005	0,0015
$H_{IV}=f(H_{I/III})$	0,998	0,0007	0,0028	0,0011	0,0033
$H_{V}=f(H_{I/IV})$	0,994	0,0022	0,0088	0,0032	0,0096
$H_{VI}=f(H_{I/V})$	0,997	0,0011	0,0044	0,0016	0,0048
$H_{VII}=f(H_{I/VI})$	0,997	0,0011	0,0044	0,0016	0,0048
$H_{VIII}=f(H_{I/VII})$	0,999	0,0004	0,0016	0,0005	0,0015
$H_{IX}=f(H_{I/VIII})$	0,999	0,0004	0,0016	0,0005	0,0015
$H_{X}=f(H_{I/IX})$	0,999	0,0004	0,0016	0,0005	0,0015
$H_{XI}=f(H_{I/X})$	0,997	0,0011	0,0044	0,0016	0,0048
$H_{XII}=f(H_{I/XI})$	0,998	0,0007	0,0028	0,0011	0,0033

Примечание. $H_I=f(H_{I/XII})$ — зависимость среднего месячного уровня за январь от уровня на первое число предыдущего месяца (декабря).

Таблица 5

Оценка достоверности связей для прогноза среднего годового и максимального уровня оз. Алаколь (с. Коктума)

Уровень	Заблаговременность прогноза, годы	Коэффициент корреляции, r	Вероятная ошибка коэффициента корреляции, $\pm E$	Предельная ошибка коэффициента корреляции, $\pm 4E$	Средняя квадратическая погрешность коэффициента корреляции, σ_r	$3\sigma_r$
Средний годовой	1	0,87	0,03	0,12	0,05	0,15
	2	0,85	0,04	0,16	0,06	0,18
	3	0,74	0,06	0,24	0,09	0,27
Максимальный	1	0,87	0,03	0,12	0,05	0,15
	2	0,84	0,04	0,16	0,06	0,18
	3	0,73	0,07	0,28	0,10	0,30

параметров (Ивановская, 1955). Произведенные расчеты показали, что связи для прогноза среднего месячного (табл. 4), среднего годового и максимального (табл. 5) уровня достоверны. Эти связи, согласно «Наставлению по службе прогнозов» (раздел 3, часть 1. Л., 1962), также оцениваются положительно.

Таким образом, выполненные проработки подтвердили высказывания многих ученых, что многолетнее колебание уровня больших бессточных озер (таких, как Алаколь) зависит не от текущей метеорологической обстановки, а от изменения климата. Действие климата на колебание уровня оз. Алаколь необходимо выражать отклонением осадков и температуры воздуха от «нормы» не в дифференциальной, а в интегральной форме. Выявленные зависимости позволяют определять характер последующих изменений уровня озера.

ЛИТЕРАТУРА

Андреянов В. Г. Гидрологические расчеты при проектировании малых и средних гидроэлектростанций. Л., 1957.

Белинский Н. А. и Калинин Г. П. О прогнозе колебаний уровня Каспийского моря. «Труды НИУ», серия IV, вып. 37. Л., 1946.

Ивановская К. М. Техника статистических исчислений гидрологических параметров рек. М.—Л., 1955.

Коровин В. И. Изменение уровней воды на озерах Балхаш и Алаколь в зависимости от гидрометеорологических условий и колебания ледников. Сб.: «Гляциологические исследования в период МГГ», вып. III. Алма-Ата, 1963.

Лебедев В. В. Гидрология и гидрометрия в задачах. Л., 1961.

Лукомский Я. И. Теория корреляции и ее применение к анализу производства. М., 1958.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Р. Д. КУРДИН

ВЕТРОВОЕ ВОЛНЕНИЕ НА АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕРАХ

Ветроволновой режим Алакольских озер почти не изучен. До 1960 г. на озерах Алаколь (с. Коктума) и Кошкарколь (с. Алаколь) проводились лишь визуальные береговые наблюдения за высотой волны. С 1960 г. на указанных постах, а также на вновь организованных постах на озерах Сасыкколь (с. Жарсуат и Сагат) и Джаланашколь организованы инструментальные наблюдения (по волномерным вехам) за высотой и периодом волн, а также скоростью и направлением ветра (по флюгеру). Наблюдения производятся по стандартной методике.

В 1962—1964 гг. Алакольской экспедицией Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории были организованы наблюдения за максимальной высотой волны (точнее за максимальной разностью волновых горизонтов за период шторма) непосредственно в открытой области оз. Алаколь. Наблюдения проводились с помощью максимально минимальных волномерных вех конструкции ГГИ, установленных на заякоренных буях в шести характерных пунктах озера (рис. 1).

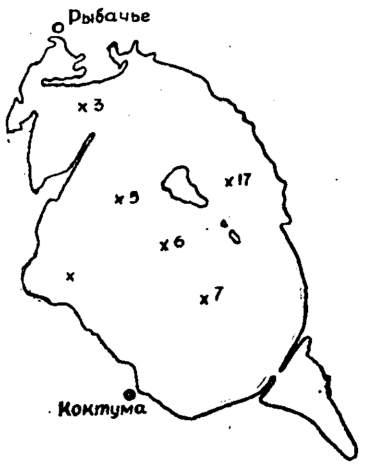


Рис. 1. Схема расположения максимально-минимальных волномерных вех на оз. Алаколь (1962—1963 гг.).

Вехи устанавливались в мае и снимались, как правило, во второй половине октября во избежание вмерзания в лед (более позднее снятие затруднено штормовыми условиями и ограниченной мореходностью использовавшегося судна). Снятие показаний вех производилось, по возможности, после каждого сильного шторма. На основе анализа метеоданных показания вехи относились к дню с наиболее сильным ветром за период между отсчетами. По показаниям береговых метеостанций принималась вероятная скорость и направление этого ветра. Длина разгона волны для ветра принятого направления снималась с батиметрической карты озера.

Высота волны в условиях озерных водоемов, помимо скорости и продолжительности ветра, зависит от длины разгона волны и глубины водоема. В прибрежной зоне, особенно в заливах и бухтах, высота волны зависит также от степени открытости данного берегового пункта для ветров и волн различных направлений, наличия препятствий (мысы, косы, острова, мели) и конфигурации дна. Указанные факторы определяют весьма сложный характер распределения высоты волны в различных водоемах и их частях (особенно в прибрежной зоне).

Алакольские озера весьма различны как в отношении их глубины, размеров и конфигурации, так и в отношении ветрового режима.

Ветровой режим Алакольской впадины отличается исключительной сложностью и своеобразием, а также резкими различиями в разных частях этой впадины. Его особенности объясняются орографией района (рис. 2), которая определяет

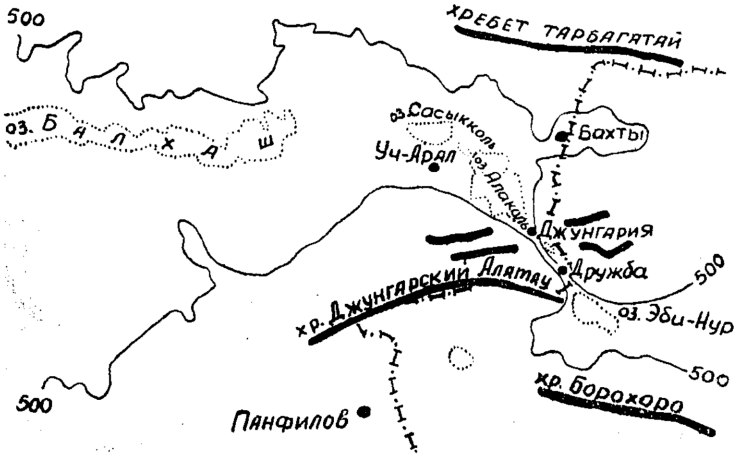


Рис. 2. Орографическая схема района Алакольских озер и размещения метеостанций.

сложную трансформацию ветров, обусловленных общими синоптическими процессами, и возникновение местных ветров.

В районе Алакольской впадины имеются лишь три метеостанции: Уч-Арал, Джаланашколь (ранее Джунгария) и — Бахты (рис. 2). Метеорологических станций непосредственно на побережье озер нет. Двухсрочные наблюдения за скоростью и направлением ветра по флюгеру в 1961—1964 гг. производились на шести озерных постах Алакольской экспедиции Алма-Атинской ГМО. Для характеристики ветра в районе оз. Джаланашколь и юго-восточной части оз. Алаколь может быть использована ст. Джунгария, для северо-западной половины оз. Алаколь, а также озер Кошкарколь и Сасыкколь — ст. Уч-Арал.

В юго-восточной оконечности Алакольской впадины, в районе Джунгарских ворот, находится один из «полюсов ветра» нашей страны, известный частыми ветрами ураганной силы. На ст. Джунгария 28 января 1958 г. зарегистрирована скорость ветра 70,5 *м/сек*. Скорости ветра порядка 30—40 *м* наблюдаются здесь ежегодно. Чрезвычайное усиление ветра в Джунгарских воротах обусловлено сжатием (резким умень-

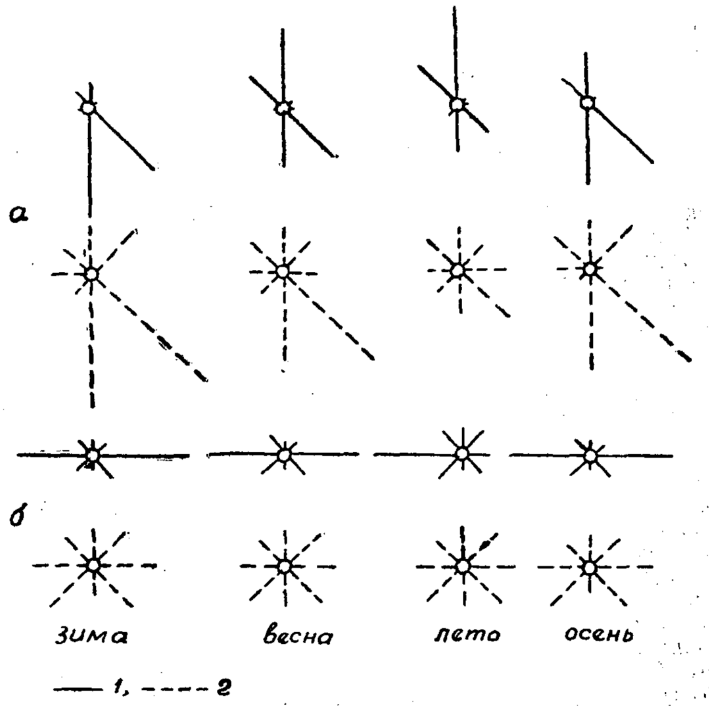


Рис. 3. Розы ветров в различные сезоны года: *а* — ст. Джунгария, *б* — ст. Уч-Арал; *1* — повторяемость ветра по направлениям, *2* — скорость ветра по направлениям.

шением сечения) воздушного потока в межгорном проходе, влекущим за собой увеличение его скорости, согласно известному закону Бернулли, и резкий перепад барических градиентов (Фетисов, 1956, 1960).

На ст. Джунгария, расположенной у северного выхода Джунгарских ворот, в силу орографических условий (см. рис. 2), наблюдаются главным образом ветры северо-западных (северных) и юго-восточных (южных) направлений (рис. 3, *а*). Среднегодовая скорость ветра здесь составляет 6,5 *м/сек,* в том числе юго-восточного направления — 10,5 *м/сек.* Наибольшая среднемесячная скорость наблюдается в январе (11,6 *м/сек*), наименьшая — в июне (3,0 *м/сек*). Среднее число дней в году со штормовым ветром (>15 *м/сек*) — 84. Наибольшей силы здесь достигают ветры юго-восточных направлений («Евгей») — 50—70 *м/сек.*

На рассматриваемой станции четко прослеживается годовой ход направления и скорости ветра (рис. 3, *а* и 4, *1*). В ве-

Таблица 1

Основные характеристики ветра за навигационный период (IV—XII)

Характеристика ветра	Месяцы									Сезон (IV—XII)
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ст. Джунгария (1956—1960 гг.)										
Скорость, *м/сек*										
средняя	5,4	4,6	3,0	3,1	3,2	4,4	7,1	8,8	9,5	5,4
наибольшая	39,0*	24,0	14,0	16,0	18,0	36,0	47,5*	51	44,5*	47,5*
Преобладающее направление	С,ЮВ	С	С	С	С	Ю	Ю	ЮВ,Ю	Ю,ЮВ	С,ЮВ,Ю
Число дней с сильным ветром (>15 *м/сек*)	6	5	0,4	0,2	1	4	10	11	14	51,6
ст. Уч-Арал (1936—1960 гг.)										
Скорость, *м/сек*										
средняя	3,9	3,7	3,2	2,9	2,7	2,8	3,2	3,1	3,0	2,8
наибольшая	21,0	21,0	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	20,0	21,0	21,0
Преобладающее направление	З,В	З,В	З	З	З	З,В	З,В	З,В	З,В	З,В
Число дней с сильным ветром (>15 *м/сек*)	3	2	1	1	1	2	2	2	2	16

* По данным регистрации анемографом Суражского.

сенне-летний период преобладают ветры северных направлений, при заметном уменьшении скорости, в осенне-зимний — южных и юго-восточных направлений, скорость ветра при этом резко возрастает. В период ноябрь—февраль среднемесячные скорости достигают 9—11 *м/сек*, а в отдельные годы они значительно больше. Летом (V—IX) скорость ветра уменьшается до 3—4 *м/сек*. Средняя продолжительность штормовых ветров в большинстве случаев (71%) не превышает одних суток, однако иногда достигает 2—3 и даже 6—7 суток (Есеркепова, 1963).

Совершено иная картина наблюдается на ст. Уч-Арал, расположенной в 110 *км* к СЗ от ст. Джунгария. Среднегодовая (3,1 *м/сек*) и максимальная (34 *м/сек*)[1] скорости ветра здесь снижаются более чем вдвое, амплитуда среднемесячных скоростей (IV—3,9 *м/сек;* XII—3,0 *м/сек*) — с 8,1 до 0,9 *м/сек*, или в 9 раз. На протяжении всего года здесь преобладают ветры западных и восточных направлений (рис. 3, *2*), однако доля сильных ветров противоположных направлений близка (а летом примерно равна) доле ветров преобладающих направлений. В отличие от ст. Джунгария здесь отсутствует зимний максимум скорости ветра и прослеживается два сравнительно слабо выраженных максимума (рис. 4, *1*) — весенний (IV—V) и несколько меньший — осенний (X—XI).

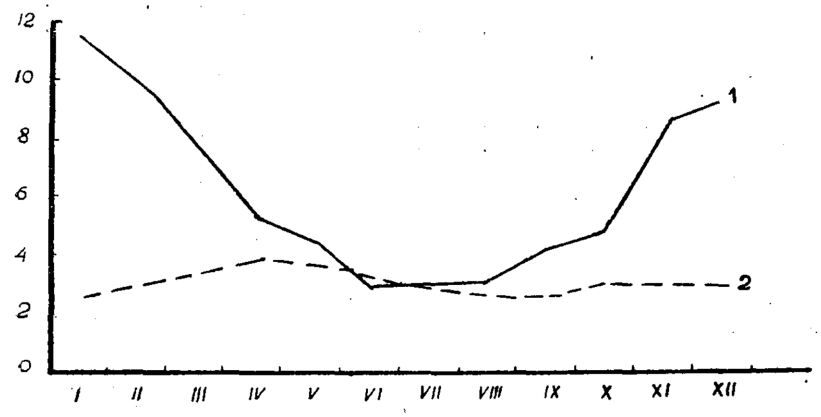


Рис. 4. Годовой ход среднемесячных скоростей ветра: *1* — ст. Джунгария, *2* — ст. Уч-Арал.

Основные характеристики ветра за навигационный период приведены в таблицах 1—3. Из данных этих таблиц видно, что в районе оз. Джаланашколь и юго-восточной оконечности

[1] Из-за отсутствия флюгера с тяжелой доской скорость ветра более 20 *м/сек* до июня 1957 г. на ст. Уч-Арал не регистрировалась.

Таблица 2

Повторяемость скорости ветра (%) различных градаций по месяцам за навигационный период

Градация скоростей ветра, *м/сек*	Месяцы									За сезон (IV—XII)
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
ст. Джунгария (1956—1960 гг.)										
0—7	72,7	80,2	92,5	93,4	91,6	82,1	64,0	50,3	46,5	74,7
8—9	7,0	5,5	3,4	2,3	3,9	2,9	5,9	7,0	5,1	4,8
10—12	10,0	7,8	3,3	3,7	3,1	8,3	11,4	16,0	15,1	8,8
13—15	5,3	3,3	0,8	0,3	0,9	3,2	6,0	6,2	9,2	3,9
16—20	4,6	3,2	—	0,3	0,5	2,5	8,4	13,6	16,8	5,6
21—30	0,4	—	—	—	—	0,8	3,1	5,5	6,8	1,8
31—40	—	—	—	—	—	0,2	1,0	1,0	0,5	0,3
>40	—	—	—	—	—	—	0,2	0,4	—	0,05
⩾10	20,3	14,3	4,1	4,3	4,5	15,0	30,1	42,7	48,4	20,4
>15	5,0	3,2	—	0,3	0,5	3,5	12,7	20,5	24,1	7,8
>30	—	—	—	—	—	0,2	1,2	1,4	0,5	0,4
>40	—	—	—	—	—	—	0,2	0,4	—	0,05
ст. Уч-Арал (1936—1960 гг.)										
0—7	86,0	90,3	94,8	94,6	95,2	93,1	89,2	89,8	90,2	91,4
8—9	6,7	6,2	2,7	2,9	3,0	3,3	4,7	5,1	3,9	4,3
10—12	4,8	2,3	2,1	1,9	1,5	2,4	4,1	3,6	3,5	2,9
13—15	0,7	0,4	0,1	0,2	0,1	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4
16—20	1,7	0,7	0,3	0,4	0,2	0,7	1,4	1,0	1,7	0,9
21—30	0,1	0,1	—	—	—	—	0,1	—	0,1	0,05
31—40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
>40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⩾10	7,3	3,5	2,5	2,5	1,8	3,6	6,1	5,1	5,9	4,3
>15	2,5	0,8	0,3	0,4	0,2	0,7	1,5	1,0	1,8	1,0
>30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
>40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

оз. Алаколь число дней со штормами составляет за период 51,6, с максимумом в октябре—декабре (10—14), в северо-западной половине впадины — всего лишь 16, с максимумом в апреле — мае (2—3) и сентябре—декабре (2). Максимальные скорости ветра в первом районе достигают в октябре—декабре 40—50 *м/сек*, в апреле и сентябре — 30—40 *м/сек*, летом (VI—VIII) они снижаются до 14—18 *м/сек*. Во втором районе в течение всего навигационного периода максимальные скорости ветра не превышают 20—21 *м/сек*.

Ограниченность данных фактических наблюдений за ветром непосредственно на озерах исключает в настоящее время возможность произвести сколько-нибудь обоснованную оценку силы и распределения поля ветров над водоемами. Наибольший интерес с точки зрения волнения представляет распреде-

Таблица 3

Повторяемость скорости ветра (%) различных направлений по градациям скоростей за навигационный период (IV—XII)

Градация скоростей ветра (*м/сек*)	Направление ветра							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
ст. Джунгария (1956—1960 гг.)								
0—7	28,5	1,9	0,3	9,0	15,3	2,1	1,4	16,2
8—9	0,9	0,2	0,04	1,6	1,4	—	0,03	0,6
10—12	0,6	0,1	—	4,7	3,1	0,02	—	0,3
13—15	0,1	0,02	—	2,5	1,3	—	—	0,02
16—20	0,05	—	—	3,4	2,1	—	—	0,05
21—30	0,01	—	—	1,0	0,8	—	—	0,01
31—40	—	—	—	0,1	0,2	—	—	—
>40	—	—	—	0,02	0,03	—	—	—
Всех градаций	30,16	2,23	0,34	22,32	24,23	2,12	1,43	17,18
⩾10	0,76	0,12	—	11,72	7,53	0,02	—	0,38
>15	0,06	—	—	4,52	3,13	—	—	0,06
>30	—	—	—	0,12	0,23	—	—	—
>40	—	—	—	0,02	0,03	—	—	—
ст. Уч-Арал (1936—1960 гг.)								
0—7	4,6	7,1	19,2	8,1	3,6	10,8	29,0	9,0
8—9	0,02	0,04	1,1	0,1	0,02	1,0	1,8	0,2
10—12	0,01	0,01	0,8	0,1	0,03	0,7	1,2	0,07
13—15	—	0,004	0,15	0,03	—	0,07	0,16	0,01
16—20	0,004	0,004	0,39	0,04	0,01	0,11	0,36	0,01
21—30	—	—	0,02	0,01	—	0,004	0,001	0,004
31—40	—	—	—	—	—	—	—	—
>40	—	—	—	—	—	—	—	—
Всех градаций	4,61	7,16	21,66	8,37	3,66	12,68	32,52	9,29
⩾10	0,01	0,02	1,3	0,2	0,04	0,9	1,7	0,19
>15	0,004	0,004	0,4	0,05	0,01	0,1	0,4	0,01
>30	—	—	—	—	—	—	—	—
>40	—	—	—	—	—	—	—	—

ление над озерами наиболее сильных юго-восточных и южных ветров («Евгей»).

На основе анализа данных ближайших метеостанций и двухсрочных наблюдений за ветром на экспедиционных постах (1960—1963 гг.), визуальных наблюдений и опросных данных, а также на основании общих закономерностей движения воздушного потока в определенных орографических условиях можно сделать предварительную оценку распространения сильных ветров над Алакольской впадиной.

«Евгей» вырывается из Джунгарских ворот мощной и сравнительно узкой струей (шнуром), которая постепенно расширяется с непрерывной потерей скорости (по известному закону Бернулли для движения жидкости и газа), т. е. зона

особо высоких скоростей ветра захватывает оз. Джаланашколь и юго-восточную часть оз. Алаколь. В район северо-западной оконечности оз. Алаколь и озер Кошкарколь и Сасыкколь ветры «Евгей» доходят уже заметно ослабленными, достигая, впрочем, иногда и здесь если не ураганной, то штормовой силы. Еще более резко уменьшается скорость ветра по обе стороны от ветрового шнура при выходе на равнину. По мере «растекания потока» градиенты скоростей быстро падают.

Имея при выходе из ущелья юг—юго-восточное направление, под влиянием хребта Тарбагатай и дующих вдоль него местных ветров восточного направления «Евгей» приобретает над озерами восточную составляющую и постепенно меняет направление на ЮВ или даже на В (над северной половиной впадины). Положение оси штормовой струи непостоянно: оно колеблется, смещаясь то на запад, то на восток. При западном положении «Евгей» своей периферийной частью захватывает ст. Уч-Арал и Коктума (Есеркепова, 1965).

Распространение ветров «Евгей» над юго-восточной половиной оз. Алаколь в виде четко очерченного шнура шириной от нескольких до нескольких десятков километров подтверждается многочисленными случаями наблюдений значительного или сильного волнения на посту Коктума при слабом ветре или даже штилевой погоде (мертвая зыбь), а также визуальными судовыми наблюдениями. Например, в дневное время летом 1962 г. с катера Алакольской экспедиции Алма-Атинской ГМО, стоявшего на гидрологической вертикали на траверзе островов Улькен Аралтобе и Кишкене Аралтобе, во время штиля на расстоянии 5—6 *км* к З и ЮЗ от судна была замечена широкая полоса белой пены, простирающаяся с ЮВ на СЗ вдоль продольной оси озера. Через некоторое время катер оказался, при сохранении штиля, в зоне сильного волнения, пришедшего со стороны белой полосы, что заставило его сняться с якоря и укрыться близ островов.

Анализ картографического материала и данных наблюдений за ветром на постах (Т. А. Есеркепова, 1965), показал, что при восточном положении штормовой струи, значительном усилении ветра в северной части Джунгарских ворот (20 *м/сек* и более) и циклонической кривизне изобар над озерами на ст. Коктума и Уч-Арал, расположенных западнее струи, наблюдается подток воздуха в сторону струи (эффект Бернулли). Таким образом, сильный юго-восточный ветер при выходе в Алакольскую впадину переходит в восточный над северными районами и западный на ст. Коктума и Уч-Арал, что в ряде случаев приводит к образованию циклонического вихря над северной половиной впадины. Этот орографический

циклон сохраняется до тех пор, пока наблюдается сильный ветер. Местоположение и площадь, охватываемая циклоном, меняются в зависимости от синоптической обстановки.

В других случаях ослабевший над северной частью озер поток «Евгея» усиливается местным ветром восточного направления — «Бахтинским» и соответственно меняет свое направление. Из сказанного видно, что над Алакольскими озерами (в том числе в различных пунктах оз. Алаколь) в одно и то же время могут наблюдаться ветры не только разной силы, но и разного (в том числе противоположного) направления. Например, при юго-восточном ветре над центральной частью оз. Алаколь, на северном его побережье, может наблюдаться ветер восточного направления, а в районе ст. Коктума — ст. Уч-Арал — западного. Это означает, что ветровое волнение (сгон, нагон), наблюдаемое в том или ином пункте побережья или открытой области озера, может вызываться не тем ветром, который фиксируется в данном пункте (или на ближайшей метеостанции), а ветром, который преобладает на основной акватории, либо сложением ветров в различных частях водоема. Это положение должно обязательно учитываться при анализе данных наблюдений за волнением и сгонно-нагонными явлениями.

При оценке возможной скорости ветра непосредственно над озерами необходимо учитывать существенное возрастание его скорости над открытой водной поверхностью из-за резкого уменьшения шероховатости подстилающей поверхности (Гандин, 1952; Лайхтман, 1947). На хорошо исследованном оз. Валдай, например, над центром водоема площадью всего в 30 $км^2$ скорости ветра в среднем на 80% выше, чем на берегу (Константинов и Федорова, 1960). В степных районах поправочные коэффициенты для приведения скорости ветра по береговой метеостанции к открытой водной поверхности обычно принимаются в пределах 1,3—1,8 («Методич. указание», 1957).

Очевидно, что отмеченное возрастание скорости будет особенно заметно сказываться на ветрах северо-западного направления, а также ветрах боковых к продольной оси Алакольской впадины. Для ветров юго-восточного направления («Евгей») влияние водной поверхности должно затушевываться ослаблением ветра по мере расширения воздушного потока.

На основе приведенных данных по метеостанциям (табл. 1—3), с учетом затухания скорости ветра «Евгей» по мере его движения, а также ориентировочных поправок на усиление ветров над водной поверхностью представляется возможным ориентировочно принять следующие пределы (порядок) максимальных скоростей ветра (примерно 5% обеспеченности)

над акваторией Алакольских озер: для оз. Джаланашколь и юго-восточной части оз. Алаколь — 50—60 *м/сек* при ветрах «Евгей», 30—40 *м/сек* — для ветров северных направлений и 15—20 *м/сек* — для ветров западных и восточных направлений; для северо-западной половины оз. Алаколь, озер Кошкарколь и Сасыкколь — 30—40 *м/сек* при западных, восточных и юго-восточных ветрах и несколько меньшее — при ветрах остальных направлений.

Специфический характер ветрового режима обусловливает и весьма пеструю картину волнения на акватории оз. Алаколь. По данным береговых наблюдений у с. Коктума, расположенного в слабо выраженном заливе глубоководной части озера, с приглубым берегом (глубина у волномерной вехи 6,21 *м*), максимальная высота волны в октябре — ноябре достигает 2,5 *м*, или 5 баллов (1961 г.), в летний период (V—IX) — 1—1,2 *м*.

Наибольшая высота волны (2—2,5 *м*) с длиной разгона 32,4 *км* наблюдается при ветрах восточных направлений. Скорость ветров этого направления при указанных зафиксированных высотах волн не превышала (на посту) 10—15 *м/сек*. При значительно более сильных ветрах юго-восточного и северо-западного направлений вследствие основного направления волнения вдоль берега и малой длины разгона (0,2—2,1 *км*) наибольшая высота волны несколько меньше (2—2,4 *м*). Средний период волн колеблется в пределах 2—5 *сек* без определенной зависимости от направления ветра и высоты волны.

Наиболее частое и сильное волнение наблюдается в период октябрь — декабрь. Число дней с волнением 3 балла (0,75—1,25 *м*) в ноябре — декабре достигает 30—50% и более. Продолжительность непрерывного волнения силою в 4—5 баллов (1,25—2,5 *м*) в отдельные годы может достигать 4—5 суток.

Результаты наблюдений за наибольшей высотой волны в открытой области приведены в таблице 4 (место установки вех см. на рис. 1). Наибольшая высота волны (3,4 *м*) зарегистрирована в октябре 1962 г., восточнее острова Улькен Аралтобе. В таблице приводятся наибольшие зарегистрированные высоты волн, которые дают представление лишь о волнах, возможных на данных участках озера при указанных скоростях и направлениях ветра. Эти высоты не могут рассматриваться как действительно максимальные из-за короткого ряда наблюдений (2 года), а главным образом по той причине, что эти наблюдения не охватывали второй половины октября — декабря, когда по ветровым условиям и данным береговых наблюдений должны в действительности наблюдаться максимальные высоты волн.

Для оценки возможной максимальной высоты волны особый интерес представляют наибольшие зарегистрированные высоты волн на вертикалях № 3 (2,7 *м*) и 17 (3,4 *м*).

Таблица 4

Наибольшая высота волны в открытой части оз. Алаколь, зарегистрированная по максимально-минимальным волномерным вехам (1962—1963 гг.)

Место установки вехи	Глубина места установки, *м*	Время наблюдения	Максимальная разность волновых горизонтов	Принятая скорость ветра		Длина разгона волны при принятом направлении ветра
				скорость, *м/сек*	направление	
Вертикаль № 3	13	13—25.VI 1962 г.	2,70	12—18	СЗ	5,1
„ № 5	33	13—25.VI 1962 г.	3,30	12—18	СЗ	23,7
„ № 6	45	14—27.VI 1962 г.	2,55	12—18	СЗ	24,9
„ № 7	52	18—20 VII 1962 г.	2,20	14—22	ЮЮВ	20,0
„ № 17	16	8.IX—23 X 1963 г.	3,40	16—24	Ю	38,2
В 8 *км* к СЗ от 13 разъезда	20—25	1—22.VII 1963 г.	1,85	12—18	ССЗ	32,0

Данные таблицы показывают, что даже в мелководной и суженной северо-восточной части оз. Алаколь высота волны достигает 5 баллов. По условиям наибольших возможных скоростей ветра, длины разгона волны, средней глубины и нахождения на оси ветров «Евгей», максимальную высоту волны в пределах водоема следует ожидать в районе, расположенном примерно в 10—15 *км* к западу от острова Улькен Аралтобе при ветрах «Евгей» (вертикали № 6 и 7). Если в сравнительно мелководном (16 *м*) и полуизолированном островами районе вертикали № 17 при ветре порядка 16—24 *м/сек* зафиксирована высота волны 3,4 *м*, то в районе ожидаемой максимальной высоты волны при ветрах «Евгей» 30—40 *м/сек* она может достигать, по-видимому, 4—5 *м* и более (6 баллов).

Так как данных фактических наблюдений недостаточно, под руководством автора был выполнен расчет высоты волны для всей акватории оз. Алаколь при ветрах различного направления и скорости. Расчет производился по методике ГГИ (Селюк, 1961; «Методич. указания», 1957) для восьми основных румбов ветра скоростью 5, 10, 20 и 30 *м/сек*. Эта методика основана на использовании расчетной формулы и номограмм,

предложенных А. П. Браславским для условий установившегося волнения. Расчетная формула основана на том положении, что ветровая волна на водоемах формируется в основном под действием ветра и зависит от глубины водоема и длины разгона волны, причем высота волны в каждом рассматриваемом пункте определяется совокупностью условий на всем предшествующем пути ее движения. Высота волны, получаемая по номограммам А. П. Браславского, соответствует скорости ветра на высоте 10 *м* над поверхностью воды.

Расчет производился по профилям, пересекающим все озеро от подветренного до наветренного берега (для каждого направления ветра через 2 *км)* по картографическим материалам (1962). При расчете скорость ветра принималась одинаковой для всей акватории озера. Результаты расчета для основных направлений ветра при скорости 20 и 30 *м/сек* приведены на рисунках 5—8. Полученные значения высоты волны имеют среднюю обеспеченность 5%, т. е. соответствуют высоте наибольшей из каждых 20 волн при установившемся волнении и ветре соответствующей силы и направления. Для приближенного определения высоты волны 1% обеспеченности (1 из 100 волн) или 0,1% (1 из 1000 волн) приведенные значения необходимо умножить на переходные коэффициенты, соответственно 1,20 и 1,38.

Как показал опыт расчета волнения на ряде водохранилищ, методика А. П. Браславского и Е. М. Селюк (Селюк, 1961; «Методич. указания», 1957) обеспечивает достаточно надежные результаты для открытой области водоемов с правильной формой озерной котловины (что в основном характерно для оз. Алаколь). В изрезанной прибрежной части и в зоне «ветровой тени» островов в силу сложного характера распространения волнения, дифракции и рефракции волн при наличии различного рода препятствий (мысы, косы, острова, мели) данные расчета следует рассматривать как сугубо ориентировочные и требующие для конкретных участков берега корректировки по фактическим наблюдениям.

При пользовании приведенными картограммами волнения следует иметь в виду, что при их составлении скорость ветра данного направления условно принималась одинаковой для всех участков оз. Алаколь. В действительности, как это отмечалось выше при характеристике ветрового режима, ветер над различными частями озера обычно неодинаков ни только по скорости, но и по направлению, в связи с чем картограммы нельзя рассматривать как карты волнения на определенный момент при указанной скорости и направлении ветра, наблюдаемого в том или ином пункте.

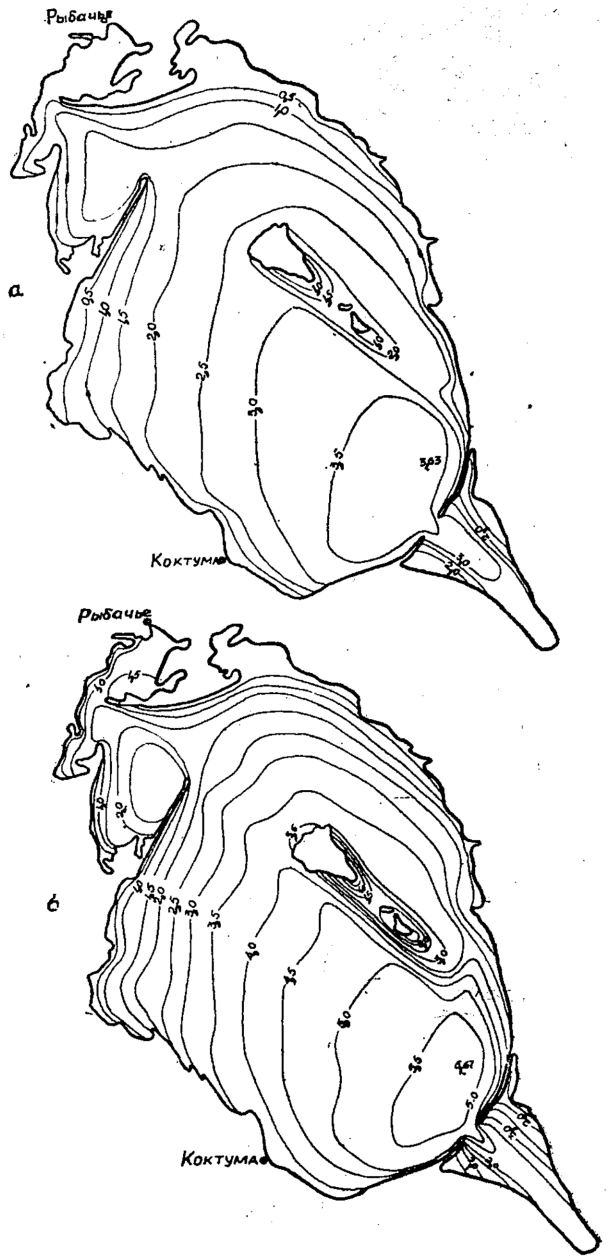


Рис. 5. Картограмма волнения на оз. Алаколь (высота волн в *м*) для ветра северо-западного направления: *а* — при скорости ветра 20 *м/сек*, *б* — при скорости ветра 30 *м/сек*.

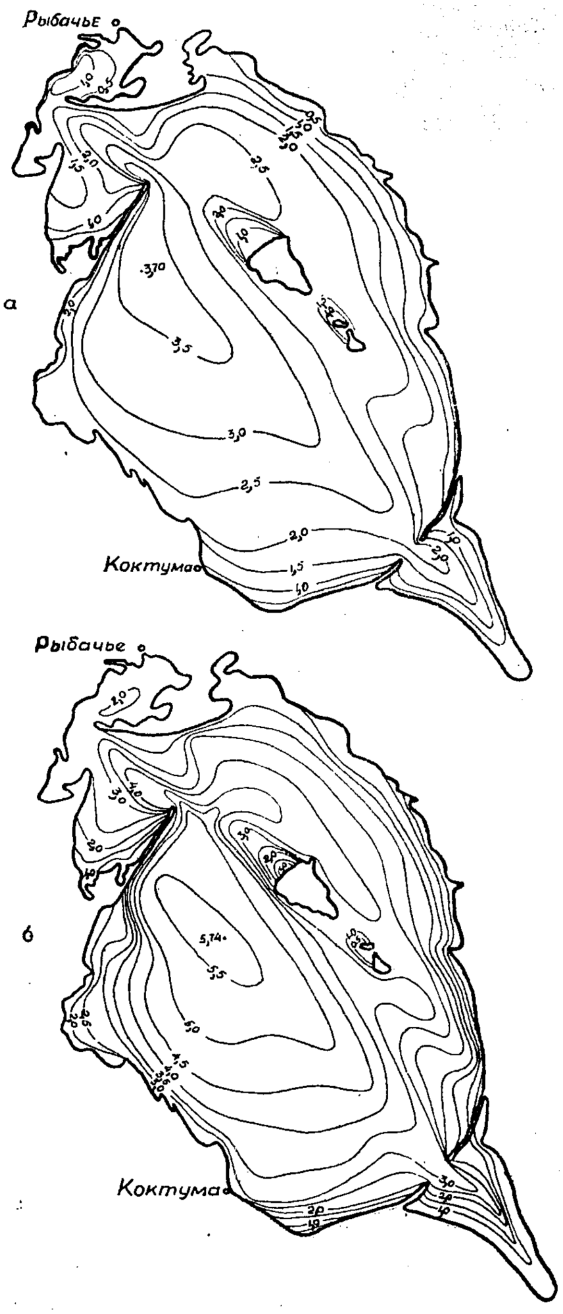


Рис. 6. Картограмма волнения на оз. Алаколь (высота волн в *м*) для ветра юго-восточного направления: *а* — при скорости ветра 20 *м/сек*, *б* — при скорости ветра 30 *м/сек*.

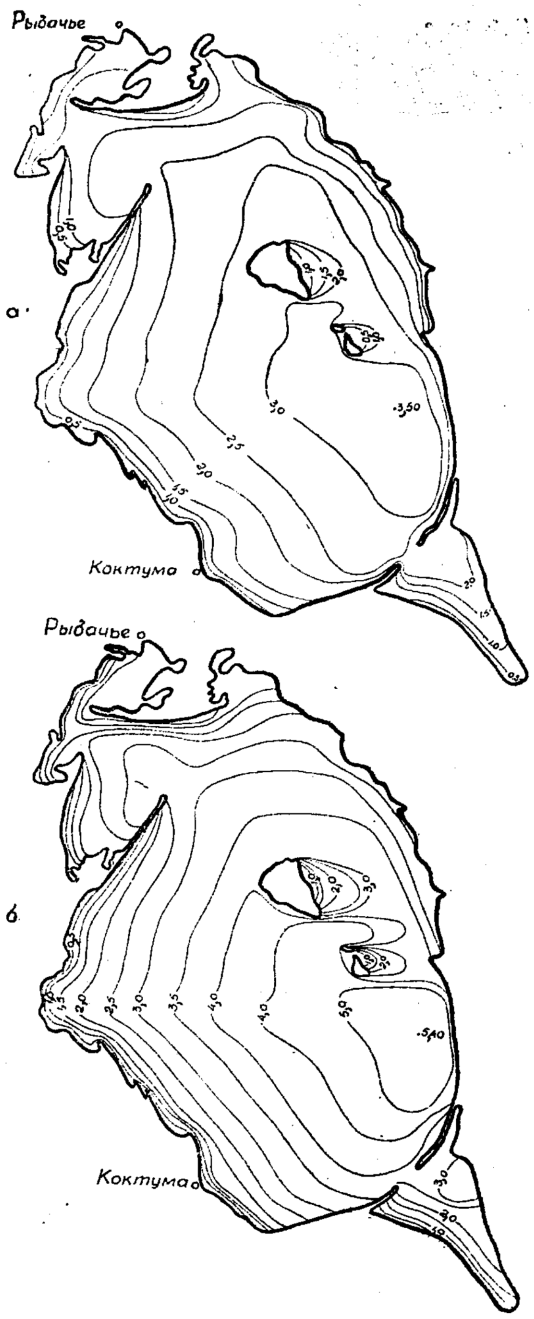


Рис. 7. Картограмма волнения на оз. Алаколь (высота волн в *м*) для ветров западного направления: *а* — при скорости ветра 20 *м/сек*, *б* — при скорости ветра 30 *м/сек*.

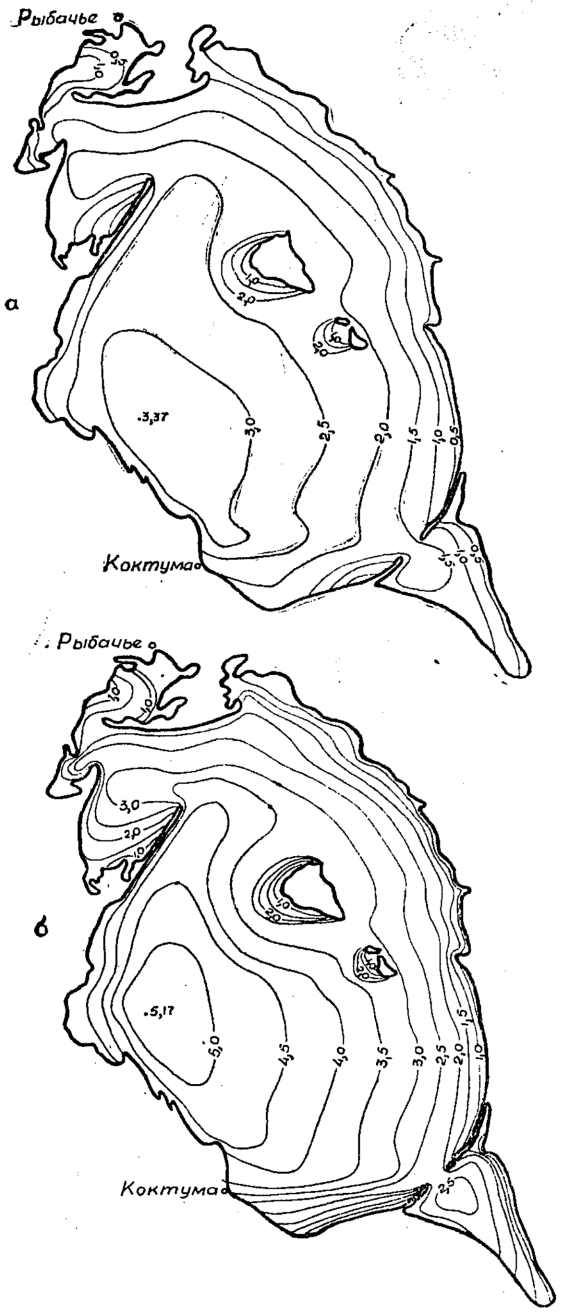


Рис. 8. Картограмма волнения на оз. Алаколь (высота волн в *м*) для ветра восточного направления: *а* — при скорости ветра 20 *м/сек*, *б* — при скорости ветра 30 *м/сек*.

Поэтому при наблюдаемом, например, на ст. Джаланашколь или Уч-Арал, ветре, указанных в картограмме скорости и направления, высота волны на одних участках озера будет ниже расчетной, а на других выше, т. е. изолинии высот волн в действительности будут располагаться по-иному, чем на картограмме, даже в случае идеально точного расчета для условий одинакового над всем озером ветра. Тем не менее картограммы волнения, полученные расчетным путем, позволяют ориентировочно оценивать возможную высоту волны при различных направлениях и скоростях ветра для любого пункта, что весьма важно для выбора типа судов, проектирования портов-убежищ и береговых сооружений, разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность плавания судов и лова рыбы.

Полученные картограммы волнения при наличии достаточно надежных прогнозов ветра позволяют быстро определять ожидаемую при этом ветре высоту волны для того или иного участка озера или судового хода, т. е. прогнозировать высоту волны для оперативных целей.

В реальных условиях распространения наиболее опасных ветров «Евгей» следует ожидать существенных коррективов к составленным картограммам для ветра юго-восточного направления. Струя «Евгея», как уже отмечалась выше, по мере расширения долины и уменьшения барических градиентов, теряет скорость, причем на определенном отрезке пути над оз. Алаколь эти потери скорости должны в той или иной мере компенсироваться уменьшением шероховатости подстилающей поверхности. В целом скорость ветра по мере движения струи над озером может уменьшиться для северной половины в 1,5—2 или более раза против юго-восточной части водоема, либо вообще сойти на нет (для данного направления) из-за изменения направления ветра на восточное или его затухания.

Это означает, что для ветра, наблюдаемого на юго-восточной оконечности озера, значения высоты волны в юго-восточной части водоема на оси струи «Евгея» будут близки к расчетным для ветра данной скорости и направления, а в остальных районах озера ниже расчетных. При этом фактическая высота волны на участках открытой области озера, подверженных действию уже ослабленной ветровой струи или вообще не захваченных струей, благодаря распространению сильных волновых колебаний на значительные расстояния, будет выше расчетных для фактически наблюдаемых в этих районах скоростей ветра. В силу изложенных факторов фактическая зона наибольшей высоты волны оз. Алаколь при ветрах «Ев-

гей» в большинстве случаев будет в той или иной мере сдвинута к юго-востоку против указанной на картограммах.

Таблица 5

Высота волн (*м*) на различных участках открытой области оз. Алаколь при различных направлениях и скорости ветра (по расчетным данным)

Районы озера	Скорость ветра, *м/сек*	Направление ветра			
		С	В	Ю	З
Северная часть	10	0,4—1,0	0,6—1,2	0,8—1,4	0,6—1,0
	20	1,0—2,0	1,5—2,5	1,5—3,5	1,0—2,0
	30	1,5—3,0	2,0—4,0	2,0—5,0	1,5—3,0
Центральная	10	1,2—1,4	1,0—1,4	1,2—1,6	0,8—1,2
	20	2,0—3,0	2,5—3,4	3,0—3,7	1,5—3,0
	30	3,0—5,0	4,5—5,2	4,0—5,7	2,0—4,5
Юго-западная	10	1,4—1,6	0,6—1,2	0,6—1,2	0,6—1,2
	20	3,0—3,6	2,0—3,0	1,5—3,0	1,5—3,0
	30	4,0—5,7	2,5—4,5	2,0—5,0	2,0—4,5
Восточная	10	0,8—1,2	0,4—1,0	0,6—1,0	1,0—1,4
	20	1,5—2,5	1,0—2,0	1,0—2,0	2,0—3,5
	30	2,5—3,5	1,5—3,0	1,5—3,5	3,0—5,5

Как показывают данные расчета, область наибольшей высоты волны, как и следовало ожидать, в основном совпадает с глубоководной зоной оз. Алаколь, существенно смещаясь в зависимости от направления ветра к наветренному берегу, т. е. по направлению длины разгона волны (см. рис. 5—8). При ветрах южных направлений (ЮЗ, Ю, ЮВ) эта область располагается к западу от острова Улькен Аралтобе и захватывает трассу судового хода с. Рыбачье — 13-ый разъезд. При ветрах северных направлений она смещается в юго-западную часть озера. При ветрах западных и восточных направлений область наибольшей высоты волны размещается соответственно у восточного побережья, южнее острова Кишкене Аралтобе, и у западного побережья, севернее 13-го разъезда, т. е. захватывает судовой ход с. Рыбачье — 13-ый разъезд.

При ветрах 10 *м/сек* высота волны в открытой области не превышает 3 баллов (0,75—1,25 *м*), исключая центральную и юго-западную части озера, где при южных («Евгей») и северных ветрах она достигает 1,4—1,6 *м* (4 балла). При скорости ветра 15 *м/сек* высота волны уже достигает 2—2,5 *м* (5 баллов), т. е. становится опасной для рыболовецких и транспортных судов мореходностью 3—4 балла. При 30 *м/сек*

высота волны в центральной и юго-западной частях озера увеличивается до 5—5,5 *м*, а местами почти до 6 *м* (6 баллов). Высота волны для четырех основных районов озера при различном направлении и скорости ветра приведена в таблице 5.

Наибольшая высота волны (5,7—5,8 *м*) получена для района, расположенного западнее острова Кишкене Аралтобе, при ветрах 30 *м/сек* юго-восточного направления и для юго-западной части озера при ветрах северо-западного направления («Евгей»). Следует подчеркнуть, что приведенная наибольшая высота волны, полученная для скорости ветра 30 *м/сек*, не является предельной для оз. Алаколь. Очевидно, что при скорости ветра «Евгей» порядка 40 *м/сек* и более высота волны в указанных районах может существенно превысить 6 *м*, т. е. достичь 7 баллов.

Повторяемость волнения различной силы в навигационный период можно оценить по данным о повторяемости ветра (см. табл. 2 и 3). Для юго-западной части озера повторяемость волнения в 3 балла и выше составляет около 20%, 5 баллов и выше — около 8%. Число дней с волнением в 5 баллов и выше достигает в среднем 51, из которых 35 приходится на осенне-зимние месяцы (X—XII). Для северной половины озера эти цифры, по-видимому, следует существенно уменьшить. Наиболее благоприятны условия для плавания судов и лова рыбы на всем озере — в летний период (VI—VIII), когда число дней со штормовым ветром и волнением уменьшается до 1 в месяц. Однако и в этот период в отдельные годы наблюдаются случаи волнения до 6 баллов.

Рассмотренные данные показывают, что оз. Алаколь — совершенно уникальный для своих размеров водоем в отношении повторяемости сильного ветрового волнения. По высоте волн оно намного превосходит значительно более обширные внутренние водоемы (оз. Балхаш, Иссык-Куль, Ладожское, Онежское и др.) и крупные водохранилища. Эта особенность оз. Алаколь объясняется сочетанием необычно сильных ветров со сравнительно большой глубиной водоема, а также его вытянутостью вдоль оси наиболее сильных ветров.

Указанные особенности ветрового и ветроволнового режима оз. Алаколь являются весьма неблагоприятными для лова рыбы и судоходства в открытой области озера (особенно в осенне-зимний период) и должны обязательно учитываться при выборе типа судов, организации лова и перевозок рыбы, выборе места и проектировании портовых сооружений. Безопасность плавания в этой области может быть обеспечена только при условии применения судов мореходностью не ниже 6 баллов, наличия хорошо налаженной штормовой синоптической службы и достаточного числа портов-убежищ.

На озерах Сасыкколь и Қошкарколь из-за их мелководности (3—5 *м*), меньшей длины разгона волны, а также значительно менее сильных ветров высота волн намного меньше, чем на оз. Алаколь. В отличие от оз. Алаколь здесь не наблюдается резкого увеличения высоты волны в осенне-зимний период.

В прибрежной зоне оз. Сасыкколь наибольшая высота волны, по данным береговых наблюдений за 3 года (1961—1963), не превышает 1 *м*. На посту Жарсуат в мае 1962 г. зафиксирована высота волны 1,0 *м* при ССЗ ветре 10 *м/сек* и длине разгона волны 18 *км*. Наиболее сильное волнение здесь наблюдается при ветрах северных румбов, реже восточных. На посту Аралтобе отмечена наибольшая высота волны 0,80 *м* при ЮЗ ветре 12,8 *м/сек* и длине разгона 4,8 *км*. Средний период волн в Жарсуате составляет 1,5—3,0 *сек*, в Арал-Тюбе — 1,4—1,6 *сек*.

На оз. Қошкарколь (с. Алаколь) наибольшая наблюденная высота волны составляет 1,3 *м* при северном ветре 20 *м/сек* и длине разгона волны 17,1 *км*. Средний период волн составляет здесь 2—3 *сек*. Наибольшая высота волны, зафиксированная на оз. Қошкарколь, дает достаточно верное представление о порядке возможной высоты волн в прибрежной зоне северного берега, поскольку эта величина (1,3 *м*) отмечена при сильном штормовом ветре, совпадающем по направлению с продольной осью озера (т. е. при наибольшей возможной длине разгона волны). На оз. Сасыкколь наибольшие высоты волн зафиксированы не при особо сильных ветрах и не при наибольшей возможной длине разгона волны, что позволяет сделать вывод о том, что действительная наибольшая высота волн может быть существенно большей.

Наблюдения за волнением в открытой области озер Сасыкколь и Қошкарколь не проводились. По аналогии с мелководными районами Западного Балхаша, имеющими такие же глубины, и учитывая данные береговых наблюдений, максимальную высоту волны в центральной части оз. Сасыкколь можно ориентировочно оценить в 1,5—2,0 *м* (4 балла), на оз. Қошкарколь — в 1,5—1,7 *м* (4 балла). Учитывая редкую повторяемость сильных штормов и близкие расстояния от центра озера до портов-убежищ, в открытой части этих озер могут эксплуатироваться суда мореходностью 4 балла.

Данных наблюдений за волнением на оз. Джаланашколь не имеется. Несмотря на мелководность водоема (преобладающая глубина около 2—3 *м*), в связи с имеющими здесь место ураганными юго-восточными ветрами (50 *м/сек* и более) при длине разгона волны порядка 8—9 *км*, высота волны в северо-западной части озера может достигать, по всей вероятности,

величин порядка 1,5 *м* и более. О сильной волновой деятельности свидетельствует наличие на северо-западном берегу озера мощного волноприбойного вала, в образовании которого, по-видимому, принимают участие и ветровые навалы льда при вскрытии и замерзании озера.

ЛИТЕРАТУРА

Гандин Л. С. К вопросу о трансформации профиля ветра. «Тр. ГГО», вып. 33, 1952.

Есеркепова Т. А. Синоптико-метеорологические условия образования сильного ветра в Джунгарских воротах. «Тр. Каз. НИГМИ», вып. 20, 1963.

Есеркепова Т. А. Сильные ветры Центрального и Восточного Казахстана. «Тр. Каз. НИГМИ», вып. 23, 1965.

Константинов А. Р. и Федорова Т. Г. Термический режим Валдайского озера и распределение метеоэлементов над его поверхностью. «Тр. ГГИ», вып. 76, 1960.

Лайхтман Д. Л. Трансформация воздушной массы под влиянием подстилающей поверхности. «Метеорология и гидрология», 1947, № 1.

Селюк Е. М. Исследование, расчеты и прогнозы ветрового волнения на водохранилищах. Л, 1961.

Фетисов К. В. Локальные изменения давления воздуха, обусловленные местными изменениями скорости ветра. «Тр. Каз. НИГМИ», вып. 6, 1956.

Фетисов К. В. Местный ветер и локальное давление в районе метеорологической станции Май-Тюбе. «Тр. Ср.-Аз. НИГМИ», вып. 1 (16), 1960.

Методические указания по составлению картограмм волнения и использованию их для прогноза высоты волны на водохранилищах. ГГИ, 1957.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Т. М. ТРИФОНОВА

ПОТЕРИ ВОДЫ НА ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

В течение 1960—1962 гг. экспедиция Отдела географии совместно с УГМС КазССР занималась комплексным изучением бессточного оз. Алаколь. Приходная часть его водного баланса, состоящая из стока впадающих в него шести рек и выпадающих на его зеркало осадков, практически расходуется на испарение. Площадь зеркала озера превышает 2650 *км*^{2}, что при значительных скоростях ветра, наблюдающихся в данном районе, способствует интенсивному испарению воды.

Испарение с поверхности озера колеблется в довольно больших пределах. Изучение его проводилось в экспедиционный период 1961—1962 гг. с помощью плавучей и наземной (береговой) установок, располагавшихся на юго-западном берегу озера. Постоянный пункт работал в 1961 г. с 15 июня по 31 октября, а в 1962 г. — с 1 июня по 31 октября.

Плот с установленным на нем испарителем ГГИ-3000 находился в бухте Малый Балгын, на расстоянии 100 *м* от берега и 20—25 *м* от косы. Глубина озера в этом месте 7—8 *м*. Опасаясь, что сильные ветры могут унести плот в открытое озеро, в 1962 г. его передвинули в глубь бухты. Наземный испаритель ГГИ-3000 в 1961 г. был установлен на метеорологической площадке, расположенной в 100 *м* от уреза воды, а в 1962 г. — на косе, отделяющей озеро от бухты Малый Балгын.

Кроме этого, производились наблюдения за температурой, влажностью воздуха и скоростью ветра, данные которых использовались при расчете испарения по различным формулам, а также наблюдения, необходимые для расчета испарения по методу теплового баланса: актинометрические — над водой и сушей, термические разрезы для определения теплозапаса — в воде озера.

Для определения коэффициента шероховатости над водной поверхностью, применяемого в формулах для расчета испарения (при выводе этих формул используется уравнение турбулентной диффузии), в 1961 г. на косе отделяющей бухту Малый Балгын от озера, была установлена градиентная мачта с анемометрами на высотах от 0,5 до 7 *м*. Градиентные наблюдения проводились также и над поверхностью воды на актинометрическом плоту. Эпизодические наблюдения за гидрометеорологическими элементами в 1962 г. проводились также на косе Қындаралкум (северо-западная часть озера). Эти исследования необходимы для оценки особенностей испарения на противоположном берегу озера. В результате были вычислены величины испарения в прибрежной зоне озера.

При определении же величины испарения с поверхности всего озера, в частности для расчета ее по эмпирическим формулам, необходимо предварительное вычисление элементов, определяющих испарение с водной поверхности для всей акватории. К числу таких элементов относятся скорость ветра, температура и влажность воздуха над водной поверхностью и температура воды.

В настоящее время нет единого метода для расчета гидрометеорологических элементов над озером по данным наблюдений континентальных станций, расположенных в районе водоема. Наиболее обоснованная и обобщенная схема расчета была разработана А. П. Браславским и З. А. Викулиной (1954, 1963).

Используя эту схему, мы предварительно рассчитали, для поверхности всего водоема, скорость ветра, температуру и абсолютную влажность воздуха по данным континентальной метеорологической станции Уч-Арал, расположенной к западу от оз. Алаколь на расстоянии 60 *км,* но в пределах той же ландшафтной зоны.

Для расчета испарения различными методами необходимо также надежное определение температуры поверхности воды. Измерение ее на оз. Алаколь в экспедиционный период 1961—1962 гг. проводилось, в бухте Малый Балгын на плавучей испарительной установке, а также во время градиентных наблюдений. Систематическое измерение температуры поверхности воды в прибрежной зоне велось Управлением гидрометслужбы КазССР на постах Коктума (1948—1962 гг.) и Рыбачье (1960—1962). Но данные многолетних измерений, производившихся только в районе с. Коктума, не характерны не только для всего водоема, но и для прибрежной полосы вследствие выхода здесь грунтовых вод. В бухте же Малый Балгын, где также имеются выходы грунтовых вод, температура поверхности воды измерялась с июня по октябрь

1961—1962 гг. Соответствующие сопоставления показали, что она на водомерном посту Коктума на 0,3° выше, чем в бухте Малый Балгын.

Для определения средней температуры поверхности воды для всего озера послужили материалы систематических наблюдений в бухте Малый Балгын, а также данные периодических наблюдений в различных точках акватории озера — рейдовые вертикали, суточные станции и гидрологические разрезы: четыре — в 1961 г. и два — в 1962 г. (рис. 1).

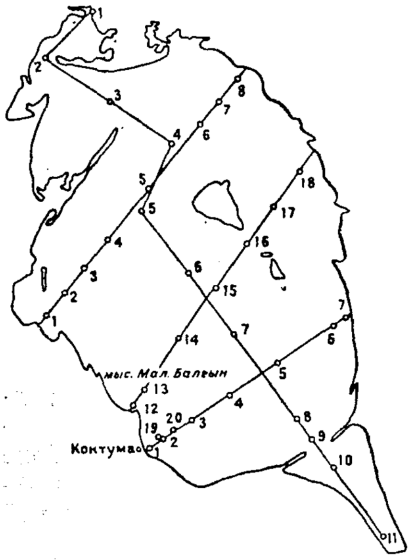


Рис. 1. Гидрологические разрезы, на которых производилось измерение температуры поверхности воды и по глубинам.

Средняя температура поверхности воды по всему водоему определялась следующим образом. Сопоставляя синхронно измеренные температуры в открытом озере и бухте Малый Балгын, вычисляли их разности (Δt), которые затем осреднялись в пределах месяца. Таким образом, устанавливалась зависимость этих разностей от времени (рис. 2). На рисунке 2 показан сезонный ход разностей температур поверхности воды, средний для всего водоема и в бухте Малый Балгын. Как видно из рисунка, разность температур уменьшается от весны к осени. Пользуясь данными, указанными на рисунке 2, вычис-

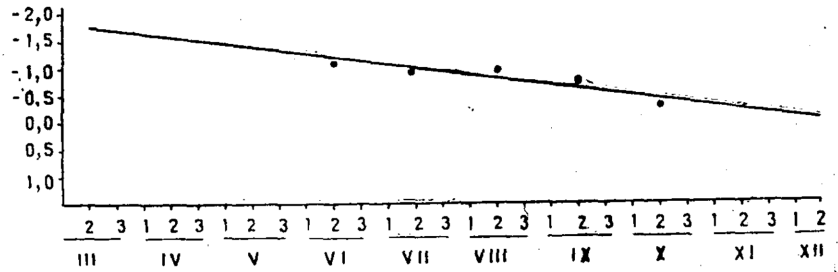


Рис. 2. График изменения разностей температуры поверхности воды в открытом озере и на ст. Разъезд 13 (актинометрический плот).

ляли среднюю температуру поверхности воды всего озера путем прибавления осредненных значений этих поправок к среднемесячной температуре воды в бухте Малый Балгын. При вычислении же средней температуры поверхности воды за многолетний период и за 1961—1962 гг., когда не производились термические разрезы, пользовались данными водомерного поста Коктума. При этом учитывалась отмеченная выше разность температуры воды (0,3°) в бухте Малый Балгын и на водомерном посту Коктума.

Величина испарения с водной поверхности оз. Алаколь за экспедиционный период 1960—1962 гг. получена различными методами: методом теплового баланса, с помощью плавучих испарителей ГГИ-3000, а также путем расчета по формулам Б. Д. Зайкова, А. П. Браславского и З. А. Викулиной.

Для расчета испарения методом теплового баланса пользовались уравнением теплового баланса водной массы озера, применяемым при расчете испарения на Кенгирском водохранилище (Браславский, Шергина, 1965):

$$E = \frac{[R - B_{гр.} - B_1 + B_2] \cdot 10^4}{600\left(1 + 0{,}64\frac{\Delta t}{\Delta e}\right)} \text{ мм, период,}$$

где R — радиационный баланс поверхности воды;

$B_{гр.}$ — теплообмен с грунтом дна;

B_1 — изменение запаса тепла в водной массе водоема;

B_2 — количество тепла, уходящего при различного рода изъятиях воды из водоема;

$\frac{\Delta t}{\Delta e}$ — отношение разности температуры воздуха к разности абсолютной влажности на двух высотах над водной поверхностью, причем Δt выражено в °С, Δe — в *мб*. Все слагаемые теплового баланса, показанные в числителе формулы, имеют размерность *ккал* за период.

Для того чтобы охарактеризовать испарение с поверхности озера по показаниям плавучего испарителя, установленного в бухте Малый Балгын, необходимо произвести их пересчет, поскольку гидрометеорологические условия над озером и в бухте Малый Балгын различны (Браславский, Шергина, 1965). Такой пересчет можно сделать, применяя переходные коэффициенты:

$$\text{на ветер } K_v = \frac{(1+0{,}72\ V_2)\ \text{водоем}}{(1+0{,}72\ V_2)\ \text{испаритель}};$$

$$\text{на влажность } K_{\Delta e} = \frac{(e_0 - e_2)\ \text{водоем}}{(e_0 - e_2)\ \text{испаритель}}.$$

Испарение за многолетний период, как уже упоминалось, вычислялось также по формулам. Для этой цели использовались формулы: Б. Д. Зайкова

$$E=0{,}15n(e_0-e_2)\ (1+0{,}72V_2),\ мм/мес.;$$

А. П. Браславского и З. А. Викулиной (отличается от первой коэффициентом 0,13) —

$$E=0{,}13n(e_0-e_2)\ (1+0{,}72V_2),\ мм/мес.$$

В этих формулах:

e_0 — максимальная упругость водяного пара при температуре поверхности воды (T_0), *мб;*

e_2 — упругость водяного пара на высоте 2 *м*, *мб*;

V_2 — скорость ветра на высоте 2 *м*, *м/сек*;

E — испарение, *мм;*

n — число дней в месяце.

В таблице 1 приведены исходные, средние для всего водоема, данные за 1960—1962 гг. для расчета величины испарения воды с поверхности озера, а также результаты расчета по формулам Б. Д. Зайкова, А. П. Браславского и З. А. Викулиной. Сделано также сопоставление полученных величин с величинами испарения, определенными по тепловому балансу и с помощью плавучего испарителя ГГИ-3000, приведенного к условиям водоема.

Сравнение величин испарения, определенных различными методами за один и тот же промежуток времени, с величинами, определенными с помощью испарителя ГГИ-3000, показало, что средние величины испарения, рассчитанные по формуле Б. Д. Зайкова, на 2,5% больше определенных с помощью испарителя ГГИ-3000. Величина же испарения, рассчитанная по формуле А. П. Браславского и З. А. Викулиной, на 10,2% меньше. Метод теплового баланса систематически преуменьшает испарение на 23%.

Следовательно, при расчете нормы испарения за многолетний период следует пользоваться формулой Б. Д. Зайкова, так как она дает наибольшую сходимость с показаниями плавучего испарителя, приведенного к гидрометеорологическим условиям водоема.

Для вычисления многолетней нормы испарения с поверхности оз. Алаколь использованы данные метеорологических наблюдений континентальной станции Уч-Арал за период 1935—1961 гг. и наблюдения за температурой поверхности воды у с. Коктума за 1948—1961 гг.

Таблица 1

Расчет испарения по методу теплового баланса, формулам Б. Д. Зайкова, А. П. Браславского и З. А. Викулиной и с помощью испарителя ГГИ-3000, приведенного к средним условиям водоема

Год	Месяц	t, °С	e_{200}, *мб*	e^1_{200}, *мб*	V_{200}, *м/сек*	Скорость ветра на м. ст. Уч-Арал (h 10*м*), *м/сек*	e_0, *мб*	e, *мм*	E_1, *мм*	e_0-e_{200} *мм*	$1+0{,}72\,V_{200}$	Испарение по формуле, *мм*	
												Б. Д. Зайкова	А. П. Браславского
1960	V	8,1	8,2	7,9	6,2	4,4	10,8	—	—	2,6	5,5	66,5	57,7
	VI	17,1	13,7	12,4	3,8	3,5	19,5	—	—	5,8	3,7	96,6	83,7
	VII	20,9	16,4	14,0	3,8	3,5	24,7	—	—	8,3	3,8	146,7	127,1
	VIII	21,7	15,7	12,0	3,3	3,0	26,0	—	—	10,3	3,4	162,8	141,1
	IX	17,5	11,8	8,8	4,2	3,0	20,0	—	—	8,2	4,0	147,7	127,9
	X	10,1	7,3	5,4	6,2	4,4	12,4	—	—	5,1	5,5	130,4	113,1
	XI	4,5	5,1	3,9	4,7	3,3	8,4	—	—	3,3	4,4	65,3	56,6
	XII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	816,0	707,2
1961	IV	4,9	6,8	6,7	5,4	3,8	8,7	—	—	1,9	4,9	41,9	36,3
	V	12,0	9,2	7,8	7,2	5,1	14,0	—	—	4,8	6,2	138,4	120,0
	VI	15,7	11,5	9,6	4,8	4,4	17,8	—	73,9 (III д.)	6,3	4,5	127,8	110,5
	VII	22,4	16,5	12,9	4,5	4,1	27,1	—	208,9	10,6	4,2	207,0	179,5
	VIII	22,7	15,6	10,9	3,7	3,4	27,6	177	199,2	12,0	3,7	206,3	179,0
	IX	18,1	11,8	8,3	5,6	4,0	20,8	87(I—19IX)	188,8	9,0	5,0	201,3	175,8
	X	10,5	7,6	5,8	5,1	3,6	12,7	—	—	5,1	4,7	111,6	96,6
	XI	6,7	6,3	5,2	3,4	2,4	9,8	—	—	3,5	3,4	53,6	46,3
	XII	1,4	3,9	2,8	3,1	2,2	6,8	—	—	2,9	3,2	43,2	37,4
												1131,1	981,4
1962	IV	4,3	6,1	5,7	6,5	4,6	8,3	—	—	2,2	5,7	56,4	48,9
	V	11,7	10,9	10,5	5,4	3,8	13,8	—	—	2,9	4,9	66,1	57,3
	VI	18,3	13,4	11,0	4,1	3,8	21,0	70(15—30VI)	114,0 (II,III, д.)	7,6	4,0	136,8	118,6
	VII	22,9	16,0	11,4	4,3	3,9	27,9	167	219,1	11,9	4,1	226,9	196,5
	VIII	23,2	15,1	9,5	3,5	3,2	28,5	170	283,7	13,4	3,5	218,1	189,2
	IX	19,1	12,0	8,0	4,8	3,4	22,1	154	186,2	10,1	4,4	200,0	173,4
	X	12,0	8,3	6,2	4,5	3,2	14,0	—	106,4	5,7	4,2	111,3	96,4
	XI	6,9	5,8	4,2	5,6	4,0	10,0	—	—	4,2	5,0	94,5	81,9
	XII	2,1	4,2	3,1	6,2	4,4	7,1	—	—	2,9	5,5	74,2	64,3
												1184,3	1026,5

Примечание. e_{200} — абсолютная влажность воздуха, средняя для всего озера; e^1_{200} — абсолютная влажность воздуха по м. ст. Уч-Арал; V_{200} — скорость ветра, средняя для всего озера; e_0 — максимальная упругость водяного пара по t-поверхности воды; E — величина испарения по тепловому балансу; e^1 — величина испарения по плавучему испарителю ГГИ-3000, приведенному к условиям водоема.

Для установления продолжительности периода, в течение которого происходит испарение с водной поверхности, необходимо располагать сведениями о средних сроках вскрытия и замерзания озера.

Для оз. Алаколь характерно наличие ежегодного устойчивого ледостава. По данным УГМС КазССР, процесс ледообразования на озере зависит, помимо температуры воздуха, от интенсивности ветровой деятельности и повышенной минерализации воды.

Ледостав обычно наступает во второй половине ноября (в северной части озера). Но под воздействием сильных ветров лед часто взламывается и образует гряды торосов высотой до 1 *м*. Устойчивый ледостав устанавливается в конце декабря — начале февраля.

Вскрытие озера начинается с третьей декады марта со стороны залива Кши-Алаколь. Под воздействием ветра «Евгей» («Эби») лед постепенно взламывается по направлению к северному побережью. В течение второй, иногда и третьей, декады апреля, после разрушения ледяного покрова, наблюдается дрейф крупно- и мелкобитого льда вдоль оси господствующих ветров. Полное очищение озера от льда происходит в конце третьей декады апреля.

Средние метеорологические данные за период 1935—1961 гг. приняты за норму. Температура поверхности воды, данные о которой имеются только за 13 лет (1948—1961 гг.), приведена к ней путем сравнения средней температуры воздуха, наблюденной на метеорологической станции Уч-Арал за этот же период, с нормой. Затем эта разность температур введена как поправка к температуре поверхности воды оз. Алаколь.

Расчет многолетней нормы испарения произведен по формуле Б. Д. Зайкова. Для этого предварительно вычислялись средние для всего озера скорость ветра, абсолютная влажность воздуха на высоте 2 *м* и температура поверхности воды. Указанные расчеты, а также вычисленные величины испарения сведены в таблицу 2.

В таблице 3 показано сопоставление величин испарения за 1960—1962 гг. с нормой. Из таблицы видно, что в 1960 г. испарение с поверхности водоема было значительно меньше нормы (на 12,5%). В 1961 и 1962 гг. испарение, наоборот, значительно превышало норму.

Сравнивая норму испарения с поверхности озер Алаколь и Балхаш, легко заметить, что эти величины довольно близки (табл. 4).

Таблица 2

Расчет средней многолетней величины испарения с водной поверхности оз. Алаколь по формуле Б. Д. Зайкова, А. П. Браславского и З. А. Викулиной

Месяц	e'_{200}, *мб*	t, °С	Δt	t_1, °С	V_{1000}	V_{200}	e_0	Средняя длина пробега воздуха над водоемом	$Б$, ср.	e_{200}	$e_0 - e_{200}$	E, *мм*
IV	6,5	5,5	0,3	5,8	3,9	5,5	9,2	41	0,42	6,9	2,3	50,9
V	8,8	9,9	0,5	10,4	3,7	5,2	12,6	41	0,42	9,3	3,3	72,8
VI	11,8	17,6	0,6	18,2	3,2	3,5	20,9	41	0,42	13,8	7,1	112,5
VII	13,0	21,4	0,5	21,9	3,0	3,3	26,3	41	0,42	16,4	9,9	115,4
VIII	11,5	21,8	—0,1	21,7	2,7	2,9	26,0	41	0,42	15,4	10,6	151,2
IX	8,3	18,0	—0,5	17,5	2,8	3,9	20,0	41	0,42	11,5	8,5	146,6
X	6,3	11,2	0,5	11,7	3,2	4,5	13,8	41	0,42	8,3	5,5	108,4
XI	4,1	6,3	0,4	6,7	3,1	4,4	9,8	41	0,42	5,7	4,1	76,8
XII	2,7	2,1	—0,3	1,8	3,0	4,2	7,0	41	0,42	3,9	3,1	58,0
											Итого	932,6

Примечание. e'_{200} — абсолютная влажность воздуха по м. ст. Уч-Арал; t, °С — средняя месячная температура поверхности воды озера, вычисленная по водомерному посту Коктума; t_1, °С — средняя температура поверхности воды для всего озера; V_{1000} — скорость ветра на м. ст. Уч-Арал; V_{200} — средняя скорость ветра над озером; e_0 — максимальная упругость водяного пара, определенная по t поверхности воды; e_{200} — средняя влажность над водоемом; E — испарение по формуле Б. Д. Зайкова.

Таблица 3

Сравнение наблюдаемых величин испарения с поверхности оз. Алаколь за 1960—1962 гг. с нормой

Месяцы	Испарение по Б. Д. Зайкову			
	Норма	1960 г.	1961 г.	1962 г.
IV	50,9	—	41,9	56,4
V	72,8	66,5	138,4	66,1
VI	112,5	96,6	127,8	136,8
VII	155,4	146,7	207,0	226,9
VIII	151,2	162,8	206,3	218,1
IX	146,6	147,7	201,3	200,0
X	108,4	130,4	111,6	111,3
XI	76,8	65,3	53,6	94,5
XII	58,0	—	43,2	74,2
Итого	932,6	816,0	1131,1	1184,3

Таблица 4

Испарение за многолетний период с поверхности озер Алаколь и Балхаш

Озеро	Месяцы									За безледоставный период
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Алаколь	50,9	72,8	112,5	155,4	151,2	146,6	108,4	76,8	58,0	932,6
Балхаш, западная часть	81	141	171	206	180	119	53	18	—	969
Балхаш, восточная часть	76	133	166	176	181	120	51	15	—	918

Расчет нормы испарения на оз. Балхаш произведен Т. А. Огневой (1958) по средним многолетним данным по формуле:

$$LE = 0{,}34K_1(e_0 - e_2),\ кал/см^2мин,$$

где K_1 — величина коэффициента турбулентности на высоте 1 *м*;

e_0 — максимальная упругость водяного пара при температуре поверхности воды *(мб)*;

e_2 — упругость водяного пара на высоте 2 *м*;

L — скрытая теплота парообразования.

Несмотря на разные методы определения испарения на обоих водоемах, различие величин испарения за многолетний период невелико. Сравнение величин испарения в переходные сезоны показывает, что на Алаколе в осенний период испарение гораздо больше, чем в весенний, а на Балхаше, наоборот. Это объясняется большой глубиной водоема.

Выводы

1. Из всех применявшихся расчетных методов наибольшую сходимость с показателями плавучего испарителя, приведенного к гидрометеорологическим условиям водоема, дали расчеты гидрометеорологическим методом с применением формулы Б. Д. Зайкова. Эта формула положена в основу расчета многолетней нормы испарения с поверхности оз. Алаколь.

2. Средняя многолетняя величина испарения, вычисленная по формуле Б. Д. Зайкова, составляет 933 *мм*.

3. Наибольшие величины испарения падают на летние месяцы (июль—август), но и в осенний период испарение также еще значительно.

4. Сравнение наблюденных величин испарения с нормой показало, что в 1960 г. испарение было значительно меньше нормы, а в 1961—1962 гг., наоборот, превышало ее.

ЛИТЕРАТУРА

Браславский А. П. и З. А. Викулина. Нормы испарения с поверхности водохранилищ. Л., 1954.

Браславский А. П. К вопросу о расчете изменения влажности и температуры воздуха при движении воздушного потока над водной поверхностью. В сб.: «Проблемы гидроэнергетики и водного хозяйства», вып. I. Алма-Ата, 1963.

Браславский А. П., Шергина К. Е. Потери воды на испарение с водохранилищ засушливой зоны Казахстана. Алма-Ата, 1965.

Зайков Б. Д. Испарение с водной поверхности прудов и малых водохранилищ на территории СССР. «Труды Государственного Гидрологического института». вып. 21, М., 1949.

Огнева Т. А. Расчет испарения с поверхности воды и теплообмена с воздухом озера Балхаш. «Труды Главной геофизической обсерватории», вып. 78. Л., 1958.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Р. Д. КУРДИН

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Термический режим оз. Алаколь и остальных озер Алакольской группы (Сасыкколь, Кошкарколь и Джаланашколь) существенно различается. Регулярные наблюдения за температурой воды у берега (в слое 0,1—0,5 *м*) производятся на постах Гидрометслужбы КазССР на оз. Алаколь (с. Коктума) с 1948 г., на оз. Кошкарколь (с. Алаколь) с 1956 г., на оз. Сасыкколь (п. Жарсуат, п. Сагат) с 1960 г. и на оз. Джаланашколь (ж.-д. ст. Джаланашколь) с 1961 г. Отдельные измерения температуры воды в открытой области на различных глубинах выполнялись в различные годы попутно с гидрохимическими и гидробиологическими исследованиями экспедициями химического факультета КазГУ (1955, 1958, 1959), отдела географии АН КазССР (1960—1962 гг.) и другими.

Наиболее детальные исследования термического режима всех четырех основных озер Алакольской группы были выполнены в 1960—1964 гг. экспедицией Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории. В состав этих исследований входили наблюдения за температурой воды (на поверхности и по глубине) на постоянных рейдовых вертикалях (ежедекадно) и гидрологических разрезах (ежемесячно, при ледоставе 1—2 раза за зиму), на суточных станциях (2—3 раза за летний сезон), а также на термических профилях (температура водной поверхности). Наблюдения проводились по стандартной методике, принятой в Гидрометслужбе СССР. В летнее время наблюдения на гидрологических разрезах производились с судов, зимой с помощью вертолета МИ-4 (с посадкой на лед) на сокращенном числе вертикалей.

Рейдовые вертикали были не ближе 2—3 *км* от берега, по одной на каждом озере (кроме оз. Джаланашколь). Гидро-

логические разрезы размещались в виде продольника и поперечника на каждом озере (на оз. Сасыкколь 1 продольник и 3 поперечника) с числом вертикалей от 5 до 11, охватывающих как прибрежные зоны, так и область наибольших глубин, а также крупные заливы. Суточные станции назначались на одной из вертикалей разреза в глубоководной части озер Алаколь и Сасыкколь. Общая схема гидрологических разрезов и рейдовых вертикалей представлена на рисунке 1.

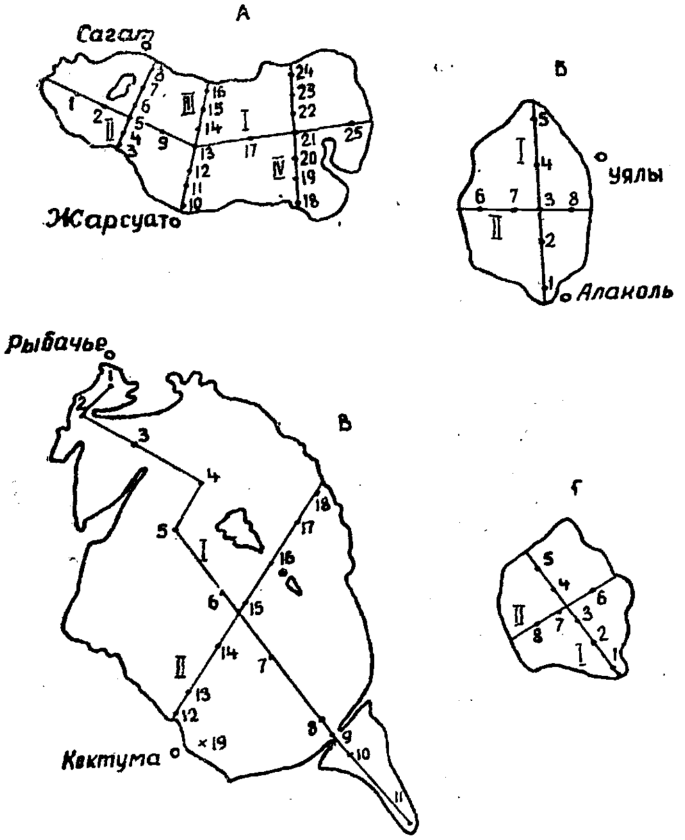


Рис. 1. Схема расположения гидрологических разрезов и рейдовых вертикалей на Алакольских озерах (1960—1964 гг.). *А* — оз. Сасыкколь, *Б* — оз. Кошкарколь, *В* — оз. Алаколь, *Г* — оз. Джаланашколь.

Оз. Алаколь имеет термический режим, характерный для глубоководных озер. В этом отношении оно отличается от остальных (мелководных) озер Алакольской группы, а также от оз. Балхаш, расположенного в той же впадине, и всех других озер равнинного Казахстана. Основными отличительными

Таблица 1

Температура воды Алакольских озер (у берега)

а) Глубоководные озера

оз. Алаколь (с. Коктума)

Годы наблюдений	Дата перехода температ. воды через			Средняя месячная температура												Дата перехода температ. воды через			Наибольшая температура воды по срочным наблюдениям	
	0°,2	4°	10°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	10°	4°	0°,2	t°	Дата
	весной															осенью				
1948—1963	—	14. IV	26. V	1,8	2,6	4,2	4,5	9,1	17,1	20,9	21,2	17,6	11,2	6,6	2,3	25. X	6.XII	—	25°,1	25. VII

б) Мелководные озера

Годы наблюдений	Дата перехода температ. воды через			Средняя декадная			Температура воды							Средняя декадная			Дата перехода температ. воды через			Наибольшая температура воды по срочным наблюдениям	
	0,°2	4°	10°	III			средняя месячная							XI			10°	4°	0°,2		
	весной			1	2	3	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	1	2	3	осенью			t°	Дата
оз. Кошкарколь (с. Алаколь)																					
1956—1963	—	—	—	—			2,6	6,9	14,8	20,2	23,1	22,7	17,3	8,8	3,8	2,6	1,4	16.X	8.XI	—	28,4	29.VII
оз. Сасыкколь (с. Жарсуат)																					
1961	—	—	29.IV	—	—	—	—	16,4	19,9	22,4	21,2	16,2	4,9	2,7	2,1	0,0	—	15.XI	16.XI	25,3	24.VII
1962	7.IV	21.IV	26.IV	—	1,6	1,6	7,1	17,8	21,7	23,5	22,2	15,9	7,6	1,9	0,9	0,1	19.X	11.XI	22.XI	28,6	29.VII
1963	12.III	18.III	24.IV	—	2,3	5,7	6,9	16,1	21,6	23,0	20,7	14,3	9,6	3,3	2,7	1,8	9.X	3.XI	1.XII	28,2	21.VI
оз. Джаланашколь (с. Джаланашколь)																					
1961	—	28.III	28.IV	—	—	—	7,1	14,1	16,7	22,1	20,4	15,8	5,5	2,7	—	—	3. X	25.X	18.XI	25,3	5.VII
1962	25.III	11.IV	30.IV	—	—	1,6	6,6	16,8	21,5	23,4	21,6	16,0	8,3	1,6	0,7	0,8	18. X	3.XI	22.XI	25,3	20.VII
1963	28.II	18.III	2.V	0,2	2,3	6,0	5,4	14,9	20,7	22,7	20,4	14,0	8,7	4,9	4,5	1,7	29.IX	12.XI	29.XI	24,5	19.VII

чертами термического режима оз. Алаколь является наличие четко выраженной прямой температурной стратификации и слоя температурного скачка в летний период (июнь — сентябрь). Специфической особенностью оз. Алаколь является также необычно сильное для озер ветровое перемешивание водной массы, особенно в осенний период, в результате бурной штормовой деятельности (ветры «Евгей» и «Сайкан»).

Благодаря своей глубоководности и соответственно значительно большей удельной водной массе на единицу площади оз. Алаколь значительно медленнее прогревается в весенне-летний период и охлаждается в осенний, чем остальные озера Алакольской группы. Дата наибольшей летней температуры на оз. Алаколь наблюдается обычно на 2—3, а дата установления ледостава на 7—8 недель позже (табл. 1).

Годовой ход температуры поверхностного слоя воды (0,10—0,40 *м*) и температуры воздуха на озерах Алаколь и

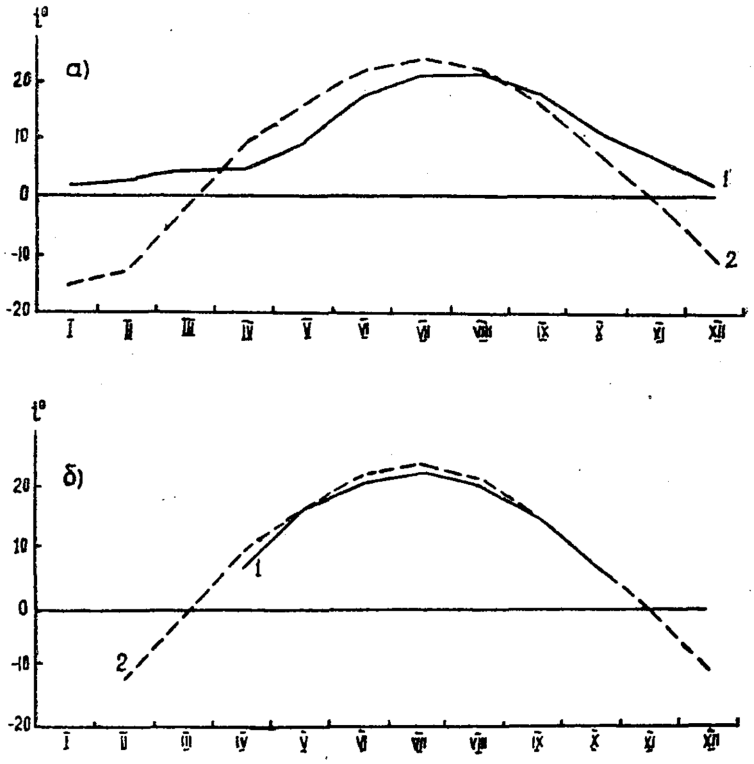


Рис. 2. Годовой ход среднемесячных температур воды (у берега) и воздуха за 1961—1962 гг. *а* — оз. Алаколь (с. Коктума); *б* — оз. Сасыкколь (с. Жарсуат). *1* — температура воды, *2* — температура воздуха.

Таблица 2

Вертикальное распределение температуры воды на оз. Алаколь (данные наблюдений на гидрологических разрезах с. Рыбачье — протока Джаманатколь № 1 за 1961—1963 гг.)

Год наблюдений	Дата начала наблюдений	Температура воды, °С											
		Глубина, *м*										Более 40	Дно
		Поверхность	2	3	5	10	15	20	25	30	35		
1961	2.III	—0,4—(0,2)	—0,4—(0,4)	—0,4—(0,5)	—0,4—(—2)	—0,3	—0,3	—0,3	—0,3	—0,2	—0,2	—0,2	—0,3—(0,7)
1961	3.VII	19,9—22,6	—	20,4—21,3	17,2—20,7	15,8—19,8	13,0—14,9	10,2—13,5	13,4	7,6	7,5	4,6	4,6—21,3
1961	21.VII	21,4—23,2	21,8	—	21,0—21,3	14,6—20,8	16,6—20,8	10,7—20,8	10,2—20,8	12,9	7,2	—	5,6—21,5
1962	1.III	—0,3—(0,5)	0,2	0,5	—0,3	—	—0,3	—	—0,2	—	—	—	—0,4—(2,0)
1962	19.V	13,4—21,3	11,5—15,9	9,2—16,7	7,2—14,2	5,2—10,8	3,6—9,9	3,3—4,8	3,5—3,6	3,1	3,4	—	2,8—13,4
1962	1.VII	19,1—22,4	19,0—20,3	19,6	16,0—20,0	14,8—17,4	12,9—16,7	6,2—10,4	3,6—6,0	3,8	3,6	—	3,3—19,3
1962	2.VIII	24,8—27,6	—	—	—	16,6—21,4	11,1—17,2	4,7—14,0	4,1—6,9	3,6	—	3,4	3,5—25,1
1962	1.IX	22,1—23,4	21,1	—	20,9	19,8	10,3—20,5	6,5—18,2	3,5—8,8	3,5—7,7	3,5—3,8	—	3,5—23,0
1962	5.X	12,4—15,4	—	—	—	—	14,4—14,8	14,7	12,0—14,7	11,7—12,2	6,7—9,3	—	4,2—14,9
1962	24.X	10,3—11,7	—	—	10,9—11,7	10,3—11,6	10,8—11,6	10,6—11,5	10,1—10,9	10,2	10,2	—	6,9—11,4
1963	9.II	—0,3—0,0	1,7	—	—0,3	—0,3	—0,3—(1,3)	—0,3—(—0,1)	—0,3	—	—0,3	—	—0,3—(2,4)
1963	9.III	—0,2—(0,6)	1,6	—	0,1	—0,2—(0,1)	—0,3	—0,3	0,1	—0,3	—0,3	—	0,0—1,5
1963	8.V	6,3—14,3	—	—	5,7—9,1	4,4—7,0	4,1—5,3	4,1	2,5—3,9	—	2,3	—	2,1—12,7
1963	26.V	14,0—17,8	14,4—15,1	10,1—16,8	9,1—12,9	6,8—8,8	5,8—7,4	4,9—5,5	5,0—5,3	—	4,3	—	3,6—13,2
1963	28.VI	19,2—23,4	18,4—23,5	20,2—22,3	17,1—21,0	11,9—20,7	10,9—16,4	5,2—12,5	5,0—6,7	4,8—5,2	—	4,3	4,3—23,4
1963	25.VII	20,9—25,8	21,2	21,0—24,5	20,7—23,6	21,0—22,5	14,5—21,1	8,3—14,8	5,2—6,6	4,8	4,8	4,4	4,4—23,2
1963	4.IX	19,1—22,0	18,4—19,0	17,5	17,0—20,8	16,6—20,1	17,6—19,8	9,9—18,7	7,5—8,9	5,3	4,6	—	4,6—20,6
1963	12.X	10,8—13,1	—	—	12,2	12,1—12,5	—	12,1—12,3	12,2	11,9	10,7—12,0	8,6	8,0—12,3
1963	20.XI	3,6—8,2	—	—	7,3—8,0	7,3—8,2	—	7,3	8,2	—	—	8,0	3,2—8,2

Сасыкколь представлен на рисунке 2. На оз. Сасыкколь, характерном для всех мелководных озер Алакольской группы, ход среднемесячной температуры воды очень близко повторяет ход среднемесячной температуры воздуха. На оз. Алаколь четко прослеживается существенное смещение (запаздывание) хода температуры воды по отношению к температуре воздуха, а также к ходу температуры воды на мелководных озерах. Водообмен между поверхностными и глубинными слоями воды в оз. Алаколь приводит к необходимости затраты значительно большего времени на прогрев поверхностного слоя (т. е. практически на прогрев почти всей толщи воды) в весенне-летний и на охлаждение в осенне-зимний период. Еще большие различия наблюдаются в термическом режиме глубоких слоев воды и вертикальном распределении температуры воды (табл. 2). Существенные различия наблюдаются также в зимнем термическом режиме оз. Алаколь и мелководных озер.

В безледоставный период водная масса озера находится под непосредственным воздействием метеорологических факторов. Основное тепло, поступающее в этот период в водоем от солнечной радиации и турбулентного теплообмена с атмосферой, первоначально накапливается в поверхностных слоях озера, откуда распространяется вглубь путем турбулентного (ветрового) перемешивания и конвекции (Зайков, 1955; Константинов, 1960). Годовой цикл термического режима оз. Алаколь, как и других озер, четко подразделяется на четыре периода: весенний, летний, осенний и зимний.

Весенний период продолжается с начала весеннего поверхностного прогрева воды и вскрытия озера (III—IV) до установления резко выраженной и устойчивой температурной стратификации (V). Повышение температуры воды весной (в слое 0—5 *м*) начинается в марте за счет непосредственного проникновения солнечной радиации под лед, снежный покров на котором к этому времени обычно сходит. После очищения озера от льда вода начинает прогреваться более интенсивно. Наиболее быстро прогреваются прибрежная зона и, особенно, мелководные северо-западная и юго-восточная (залив Кши-Алаколь) оконечности озера. В центральной части озера прогрев поверхностных слоев происходит значительно медленнее из-за теплообмена с холодными глубинными слоями при ветровом перемешивании.

В целом для весеннего периода характерно постепенно нарастающее прогревание водной массы и вертикальное распределение температуры воды с медленным убыванием от поверхности к дну (рис. 3), которое при отсутствии сильных ветров может сменяться образованием временного слоя температур-

ного скачка в слое 0—10 *м*. Температура воды в этот период, по данным экспедиционных наблюдений Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории (1960—1963 гг.), постепенно возрастает от 1—2 до 10—12° в поверхностном слое и от 0,2—0,5 до 3—4° в слое глубже 10—15 *м* (рис. 3). В мелководных районах озера этот процесс идет значительно быстрее.

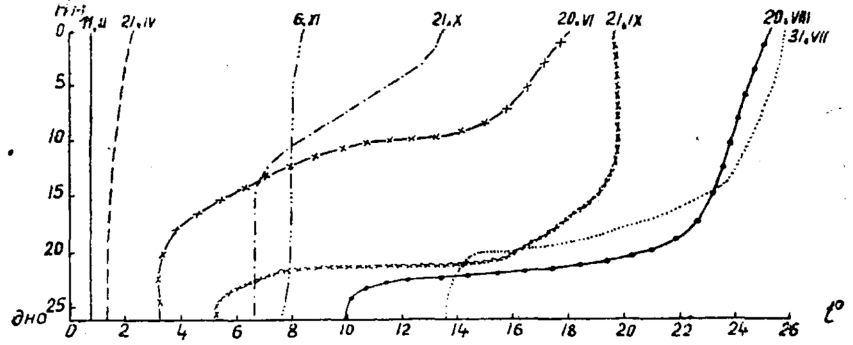


Рис. 3. Вертикальное распределение температуры воды на оз. Алаколь в различные сезоны года по наблюдениям на рейдовой вертикали у с. Коктума (1962 г.).

Летний период продолжается от установления температурного скачка до осеннего охлаждения и установления изотермии. Образование в результате интенсивного прогрева резко выраженной температурной стратификации приводит к повышению устойчивости слоев водной толщи, которая в свою очередь обусловливает неравномерную аккумуляцию тепла и возникновение температурного скачка. Температурный скачок первоначально появляется в слое 0—10, 0—15 *м* при повышении дневной температуры воздуха до 20—25° и маловетреной погоде (менее 3 *м/сек*), которая определяет замедленный отток тепла от поверхностного слоя вглубь. Последующее ветровое перемешивание, выравнивая температуру в поверхностном слое, увеличивает температурный контраст в нижележащем слое и приводит к опусканию слоя скачка.

Максимальный прогрев озера наблюдается в первой половине августа. Температура поверхности воды в этот период достигает в глубоководной части озера 24—26°, в слое скачка — 8—20° и ниже этого слоя (т. е. на глубинах 30—50 *м*) — 4—6° (см. табл. 2). Слой скачка в июле—августе обычно залегает на глубине 15—25 *м*, опускаясь в сентябре до 20—30 *м* (см. рис. 3 и 4). Общий перепад температур в слое скачка достигает в различные месяцы от 6 до 12°, с вертикальным градиентом до 1—2°. Верхняя граница слоя скачка определяется

глубиной волнового перемешивания (10—15 *м*, увеличивающегося в осенний период. Нижняя граница в течение лета, по мере прогрева водной массы, постепенно опускается, достигая максимальной глубины около 30 *м*.

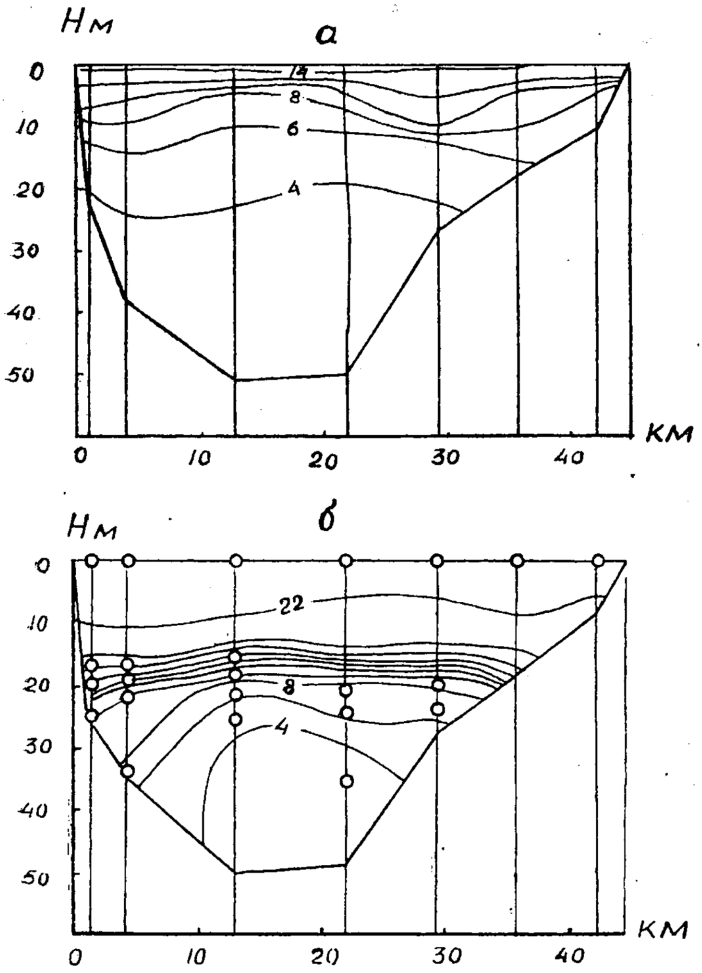


Рис. 4. Распределение температуры воды по глубине на оз. Алаколь по наблюдениям на гидрологическом разрезе мыс. Қызылагаш — устье р. Эмель. *а* — 21 мая 1962 г., *б* — 3 сентября 1962 г.

Выше слоя скачка наблюдается слабая прямая температурная стратификация, нарушаемая при каждом значительном шторме и постепенно восстанавливающаяся в тихую погоду. Вертикальный градиент температуры составляет здесь 0,2—0,4°. Ниже слоя скачка температура воды отличается

большим постоянством, изменяясь в течение всего летнего периода (V—IX) лишь в пределах 3—6°, что объясняется отсутствием конвекции при наличии устойчивой стратификации, отсутствием на этой глубине прямого нагрева солнечными лучами и турбулентного перемешивания, а также малой молекулярной теплопроводностью воды.

Иная картина наблюдается в мелководной прибрежной зоне (литорали) с глубинами менее 10—15 *м*. В этой зоне вода при сильных ветрах перемешивается до дна, в связи с чем устойчивая стратификация здесь отсутствует. Перепад температур от поверхности до дна в маловетреную погоду достигает здесь обычно не более 2—4°. При сочетании интенсивного нагрева с сравнительно длительным периодом штилевой погоды возникает временный слой скачка в слое 0—5 *м*. Температура поверхности воды и средняя температура слоя летом в прибрежной зоне на 1—2, а в мелководных защищенных заливах (устье р. Урджар, залив Кши-Алаколь) на 3—4° и более выше, чем в центральной части озера. Исключение составляют лишь участки обильных выходов грунтовых вод (например, в районе с. Коктума), где температура на 2—3° ниже, чем в центральной зоне водоема.

Суточный ход температуры воды в центральной части озера, по данным специальных суточных станций (1962—1963 гг.), весьма незначителен и составляет в слое 0—20 *м* 1—2°, в отдельных случаях — до 3—4° (в поверхностном слое). Глубже 20 *м* суточные колебания температуры измеряются десятыми долями градуса.

Охлаждение водной массы, начинающееся в сентябре, приводит к уменьшению ее устойчивости и усилению турбулентного перемешивания, что в свою очередь обусловливает уменьшение вертикальных температурных градиентов и заметное опускание слоя скачка. Дальнейшее беспрерывное уменьшение теплозапасов в сочетании с усиливающейся штормовой деятельностью вызывает быстрое опускание слоя скачка и разрушение термической стратификации. Во второй половине октября—ноябре устанавливается осенняя изотермия с температурой воды 8—10°, непрерывно понижающейся к началу ледостава (см. рис. 3).

Зимний термический режим озера характеризуется состоянием, близким к изотермии, и температурами порядка —0,2—0,3° (см. табл. 2). На отдельных участках озера наблюдается слабо выраженная обратная термическая стратификация с повышением температуры в придонном слое до +0,2 +1,0° (в отдельных случаях до +2,4), что объясняется, по-видимому, притоком более теплых грунтовых вод и теплоотдачей дна. Положительная температура воды в прибрежных районах от-

мечается зимой в местах впадения рек (например, район с. Рыбачье, где впадает р. Урджар) и вдоль юго-западного побережья озера, где имеются обильные выходы грунтовых вод. О положительных температурах свидетельствует наличие на этом побережье незамерзающих в течение всей зимы закраин, а также данные непосредственных измерений на рейдовой вертикали в районе с. Коктума, где температура зимой во всех слоях не опускается ниже +2°.

Зимний период в термическом режиме совпадает с периодом ледостава. Ледяной покров нарушает прямую связь водной массы озер с атмосферой, вследствие чего тепловой баланс и температурный режим любого озера в зимний период определяются начальным (к моменту ледостава) теплозапасом водной массы, приходом тепла от дна водоема и расходом тепла на теплообмен с атмосферой через ледяной покров, а также соотношением объема водной массы с площадью прихода и расхода тепла, которое зависит от средней глубины и формы водоема.

Вследствие большой разницы в теплопроводности грунта и ледяного покрова, а также площади контакта с водной массой приход тепла от дна обычно значительно превышает его расход на теплообмен с атмосферой (Константинов, 1960; Крицкий, Менкель и Россинский, 1947), что, во-первых, обусловливает характерную для зимы обратную стратификацию температуры воды (т. е. у дна температура выше, чем у поверхности) и, во-вторых, постепенное нагревание водной массы в течение зимы.

Указанные закономерности отмечены у многих озер, в том числе и у таких сопоставимых по глубоководности с оз. Алаколь, как оз. Валдай (Константинов и Федорова, 1960), средняя глубина которого составляет 10—15 *м*, наибольшая — 60. Эти закономерности выявлены автором и для озер Кошкарколь и Сасыкколь. Однако в зимнем термическом режиме оз. Алаколь рассмотренные закономерности, судя по имеющимся весьма ограниченным данным, не находят сколько-нибудь четкого выражения.

Основными особенностями термического режима оз. Алаколь в этот период, согласно приведенным выше данным, являются:

1. Переохлаждение всей толщи воды до дна (исключая отдельные участки).

2. Отсутствие заметного нагревания водной массы в течение зимы.

Эти особенности можно в значительной мере объяснить, помимо глубоководности водоема и повышенной минерализации воды, специфическими условиями замерзания оз. Алаколь.

Вследствие исключительно сильной штормовой деятельности в осенне-зимний период и больших глубин центральная часть озера замерзает значительно позже мелководных и даже глубоководных озер данной климатической зоны (декабрь—январь) и соответственно дольше подвергается воздействию холодных воздушных масс в условиях интенсивного турбулентного (ветрового) перемешивания. Сохраняющиеся почти в течение всей зимы разводья и закраины на юго-западном побережье играют ту же роль. Сплошной устойчивый ледяной покров (за исключением закраин на участках выхода грунтовых вод) устанавливается лишь во второй половине зимы, когда приток тепла от дна постепенно истощается (Крицкий и др., 1947).

Перемешивание водных масс различной плотности за счет речного стока и выхода грунтовых вод в сочетании с охлаждением поверхностных слоев на незамерзших участках озера и ветровым перемешиванием практически сводят на нет влияние прихода тепла от дна. Определенную роль здесь может играть и иная (меньшая) величина соотношения площади прихода тепла (т. е. площади дна) и объема водной массы, чем, например, у оз. Валдай, а также различия в условиях плотностного перемешивания в связи с резко различной степенью минерализации воды.

Мелководные озера Алакольской группы — Сасыкколь, Кошкарколь и Джаланашколь — имеют в общем одинаковый тип термического режима, резко отличный от термического режима оз. Алаколь. Ввиду мелководности этих водоемов водная масса перемешивается здесь ветром до дна и резко выраженная устойчивая температурная стратификация воды в безледоставный период соответственно отсутствует.

Максимальные летние температуры воды обычно наблюдаются во второй половине июля (т. е. на 2—3 недели раньше, чем на глубоководном оз. Алаколь) и достигают на поверхности воды в озерах Кошкарколь и Сасыкколь 28—30° (см. табл. 1, рис. 2). На оз. Джаланашколь, расположенном значительно южнее, максимальная температура достигает лишь 25—26°, что может быть объяснено преимущественно грунтовым питанием этого водоема.

После вскрытия и очищения от льда на этих озерах наблюдается весенняя изотермия. Позднее при маловетреной погоде устанавливается слабо выраженная летняя прямая термическая стратификация с перепадом температур от поверхности к дну в 2—3° (см. рис. 5, табл. 3), нарушаемая при каждом сильном ветре. В периоды штилевой погоды с интенсивным нагревом в слое 1,5—2,5 *м* наблюдается временный температурный скачок.

Таблица 3

Вертикальное распределение температуры воды на мелководных озерах (данные наблюдений на гидрологических разрезах за 1961—1963 гг.)

Разрез	Год наблюдений	Дата начала наблюдений	Температура воды, °С			
			Глубина, *м*			
			Поверхность	1,0	2,0	Дно
1	2	3	4	5	6	7
оз. Сасыкколь						
Пр. Кутмал—р. Дженишкесу (1)	1961	21.II	0,3—1,7	1,2—3,4	—	3,8—4,0
»	1961	26.VIII	21,3—24,8	21,0—22,0	20,4—20,6	20,2—21,9
»	1961	22.XII	0,5—2,2	—	—	0,6—2,5
»	1962	30.I	0,8—1,9	—	—	2,9—4,2
»	1962	28.IV	12,0—17,2	9,9—10,3	9.3—11,7	9,0—11,1
»	1962	1.VI	20,7—25,8	19,8—23,5	—	18,2—19,7
»	1962	10.VII	23,6—24,8	—	—	22,6—23,2
»	1962	1.VIII	26,1—30,3	26,1—27,2	—	24.9—26,3
»	1962	1.IX	20,8—23,7	20,2—21,8	—	19,6—21,2
»	1962	15.XI	1,4—2,3	—	—	1,3—2,2
»	1962	28.XII	0,2—0,9	1,2—2,0	—	1,0—4,0
»	1963	29.I	0,5—1,0	—	—	3,0—4,9
»	1963	8.III	1,0—1,2	4,2—4,4	—	4,4—4,5
»	1963	11.V	14,1—16,0	13,2—15,2	—	12,8—13,4
»	1963	29.V	20,3—21.1	—	—	18,1—20,2
»	1963	1.VII	22,9—24,9	—	—	22,2—22,7
»	1963	28.VII	23,6—24,2	—	—	23.6—24,1
»	1963	30.VIII	19,1—20,3	17,8—19,4	—	17,4—18,6
»	1963	20.XI	2,7	—	—	2,7—2,9
оз. Кошкарколь						
с. Алаколь—оз. Курушбай (1)	1961	26.XII	0,8— 1,5	—	1,3	1,2— 2,0
»	1962	9.II	0,6— 1,1	—	1,6	1,9— 4,3
»	1962	18.IV	9,7—10,8	9,6	9,8	9,3—10,6
»	1962	6.VI	24,2—27,5	23,5—26,0	25,1	18,1—18,9
»	1962	30.VII	25,0—27,9	25,2—26.1	24,8—25,1	24,6—25,4
»	1962	31.VIII	22,2—23,6	20,2—21,8	19,6—20,0	19,3—20,2
»	1962	5.X	11,5—12,8	—	11,6	11,1—11,4
»	1962	15.XI	2,0— 2,8	—	—	1,9— 2,1
»	1963	3 I	0,2— 0,6	—	1,3	2,3— 3,4
»	1963	31.I	0,4— 0,6	—	—	1,7— 2,8
»	1963	8.III	0,7— 1,9	—	—	3,8— 4,4
»	1963	9.IV	4,1— 5,1	—	4,4	3.7— 4,2
»	1963	29.IV	9,3—10,3	—		9,6—10,2
»	1963	30.V	19,9—20,7	—	—	19,8—20,1
»	1963	28.VI	24,4—25,0	—	—	23,9—24,6
»	1963	3.VIII	23,7—24,5	—	—	23.4—24,0
»	1963	3.IX	20,2—20,6	18,3—19,3	—	17,7—18,2
»	1963	30.IX	12,7—13,6	—	—	12,5—12,8
»	1963	4.XI	5,5— 5,6	—	—	5,5— 5,6
»	1963	3.XII	1,2— 1,3	—	—	1,8— 2,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
оз. Джаланашколь						
Юго-восточная оконечность озера—пр. Жаманутколь (1)	1962	25.VIII	21,4—22.0	—	—	21,4—22,0
»	1963	23.I	0,2—0,5	—	—	0,6— 2,8
»	1963	1.VI	20,7—21,2	—	—	20,6—21,1
»	1963	30.VI	22,0—22,5	—	—	22,1—22,5
»	1963	16.VIII	22,9—24,0	—	—	22,8—24,0
»	1963	6.IX	19,4—19,6	—	—	19,2—19,6
»	1963	30.X	6,9— 7,0	—	—	6,9— 7.0
»	1963	27.XI	1,5	—	—	1,3— 1,4

С октября и до ледостава озера находятся в состоянии осенней изотермии, которая сохраняется и в первые дни после образования устойчивого ледяного покрова. В последующие недели устанавливается обратная температурная стратификация с увеличением температуры от поверхности к дну, сохраняющаяся в течение всей зимы с постепенным общим прогревом под влиянием теплоотдачи дна водоема (рис. 5).

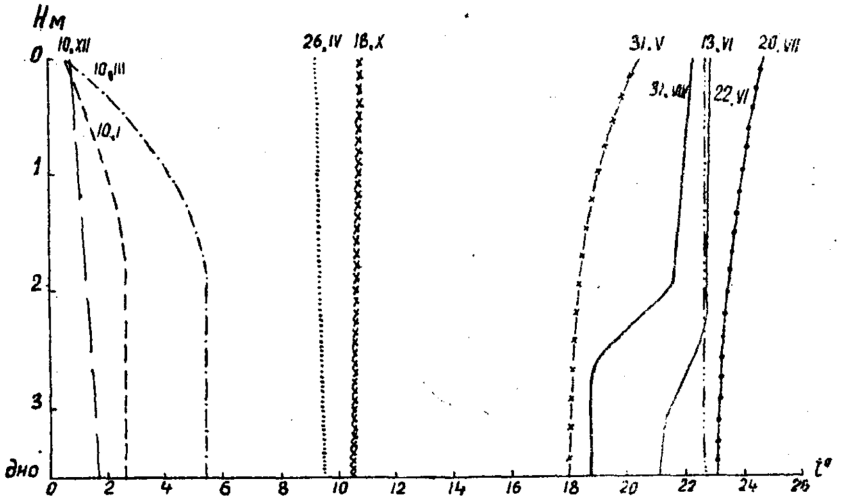


Рис. 5. Вертикальное распределение температуры воды на оз. Сасыкколь в различные сезоны года по наблюдениям на рейдовой вертикали у с. Жарсуат (1962 г.).

В декабре на глубине 1 *м* температура воды составляет около 0,5°, у дна 1—1,5°, в январе — уже соответственно 1—2 и 3—4°, в феврале — марте 2—3 и 4—5°. Указанная стратификация распространяется в январе—марте примерно до глу-

бины 2 *м*. Ниже температура не меняется до дна. Как видно из приведенных данных, во второй половине зимы прогрев воды несколько замедляется вследствие истощения теплозапасов дна. В то же время в марте начинается нагрев воды прямой солнечной радиацией, проникающей через ледяной покров.

ЛИТЕРАТУРА

Бейлинсон М. М. Режим осеннего ледообразования на оз. Алаколь и его прогноз. «Тр. Каз. НИГМИ», вып. 23, 1965.

Зайков Б. Д. Очерки по озероведению. Л., 1955.

Константинов А. Р. и Федорова Т. Г. Термический режим Валдайского озера и распределение метеоэлементов над его поверхностью. «Тр. ГГИ», вып. 76, 1960.

Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. и Россинский К. И. Зимний термический режим водохранилищ, рек и каналов. М—Л., 1947.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Р. Д. КУРДИН

ЛЕДОВОЙ РЕЖИМ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Регулярные наблюдения за толщиной льда и ледовыми явлениями в прибрежной зоне Алакольских озер начаты на постах Гидрометслужбы КазССР одновременно с наблюдениями за уровнями воды (см. статью «Уровенный режим Алакольских озер» в настоящем сборнике), однако процессы замерзания и вскрытия озер и толщина льда в открытой их области оставались до последнего времени совершенно неосвещенными.

В 1960—1964 гг. экспедицией Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории проведены исследования ледового режима Алакольских озер по широкой программе. Наблюдения за ледовой обстановкой, ходом замерзания, вскрытия и очищения озер от льда производились путем периодического аэровизуального картирования в переходные периоды (на оз. Алаколь и зимой до установления сплошного ледостава) с самолета или вертолета, а также путем береговых наблюдений на всех шести постах экспедиции.

Наблюдения за толщиной льда и высотой снега на льду производились в прибрежной зоне на всех постах и рейдовых вертикалях (ежедекадно) по стандартной методике, а также 1—3 раза за зиму — на вертикалях гидрологических разрезов с помощью вертолета (ледовые разрезы).

Ледовый режим Алакольских озер неодинаков. Наиболее близки по характеристикам ледового режима озера Сасыкколь и Кошкарколь. Несколько отличается от них, главным образом сроками наступления ледовых явлений, наиболее южное из озер Алакольской группы — Джаланашколь. Весьма своеобразный и сложный ледовый режим имеет оз. Алаколь.

Первые ледовые образования (забереги, сало), по данным многолетних наблюдений на постах, появляются на оз. Кошкарколь в среднем в третьей декаде ноября (табл. 1), на оз. Алаколь значительно позднее — во второй декаде декабря. Ледостав устанавливается соответственно в первой и третьей декадах декабря. Образование заберегов происходит при различной средней температуре воды, которая на глубине 0,40 *м* (стандартная глубина измерения до 1961 г.), как правило, выше 0° (Бейлинсон, 1962, 1965) и для оз. Алаколь изменяется в день наступления ледовых явлений в довольно широких пределах: 0° до +5° (с. Коктума). В среднем при образовании устойчивых заберегов температура воды для оз. Алаколь составляет +1,1°, при образовании ледостава +0,9° (Бейлинсон, 1965).

Появление ледовых образований при относительно высокой температуре воды наблюдается при резком похолодании в штилевую погоду, когда отсутствие турбулентного перемешивания делает возможным переохлаждение поверхностного микрослоя воды и образование больших температурных градиентов на глубине до 0,05—0,10 *м*. Рассматриваемое явление может быть объяснено также тем, что температура воды непосредственно у берега, где возникают забереги, понижается быстрее и может быть ниже, чем в месте стандартных наблюдений над температурой воды на постах. Кроме того, непосредственно в момент появления первых ледовых явлений (забереги, сало), образующихся между сроками наблюдений (8 и 20 часов местного времени), температура воды может быть ниже, чем в последний срок наблюдений.

Продолжительность периода от появления первых ледовых явлений до установления ледостава колеблется в зависимости от метеорологических условий в самых широких пределах: от 1—2 до 23—25 дней. На оз. Алаколь отмечен случай (1948 г.), когда весь процесс замерзания прошел между двумя сроками наблюдений. Влияние хода температур воздуха на замерзание озера можно проследить на примере 1962 г. (рис. 1).

Появление ледовых образований на оз. Алаколь наблюдается в среднем через 40 дней после средней даты осеннего перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° на ст. Уч-Арал (8.XI), начало ледостава — через 51 день. На оз. Кошкарколь эти фазы ледового режима наступают соответственно через 16 и 25 дней.

Процесс замерзания водоема, особенно крупного, весьма сложный физический процесс, ход и интенсивность которого зависит от многих факторов — начальных теплозапасов водной массы, метеорологических условий (интенсивность, продолжительность и устойчивость похолодания, ветер), глубины

Таблица 1

Сроки наступления и продолжительность ледовых явлений на Алакольских озерах

Годы наблюдений и характерные даты	Осенние и зимние ледовые явления				Вскрытие водоема			Период, в течение которого водоем свободен от льда, дни
	Появление осенних ледовых образований	Начало ледостава	Продолжительность, дни		Подвижка льда или появление закраин	очищение от льда	Продолжительность таяния льда, дни	
			осенних ледовых явлений	ледостава				
оз. Алаколь — с. Коктума								
1948—1963								
Средняя	18.XII	29.XII	11	95	27.III	26.IV	31	236
Ранняя (наибольшая)	4.XII 1952	12.XII 1950	23	123	11.I 1963	1.IV 1950	94	258
Поздняя (наименьшая)	2.I 1958	23.I 1958	0	53	15.IV 1960	15.V 1960	0	211
оз. Кошкарколь — с. Алаколь								
1956—1963								
Средняя	24.XI	3.XII	9	121	27.III	10.IV	14	229
Ранняя (наибольшая)	11.XI 1959	17.XI 1959	25	152	1.I.I 1963	24.III 1963	23	256
Поздняя (наименьшая)	5.XII 1963	16.XII 1958	1	98	17.IV 1960	29.IV 1960	9	218
оз. Сасыкколь — с. Жарсуат								
1960—1961					19.III	9.IV	21	222
1961—1962	17.XI	26.XI	9	112	8.III	6.IV	29	209
1962—1963	1.XI	24.XI	23	122	15.III	6.IV	22	240
оз. Джаланашколь — с. Джаланашколь								
1960—1961					18.III	28.III	10	234
1961—1962	17.XI	17.XI	0	127	21.III	28.III	7	221
1962—1963	4.XI	25.XI	21	91	24.II	17.III	21	263

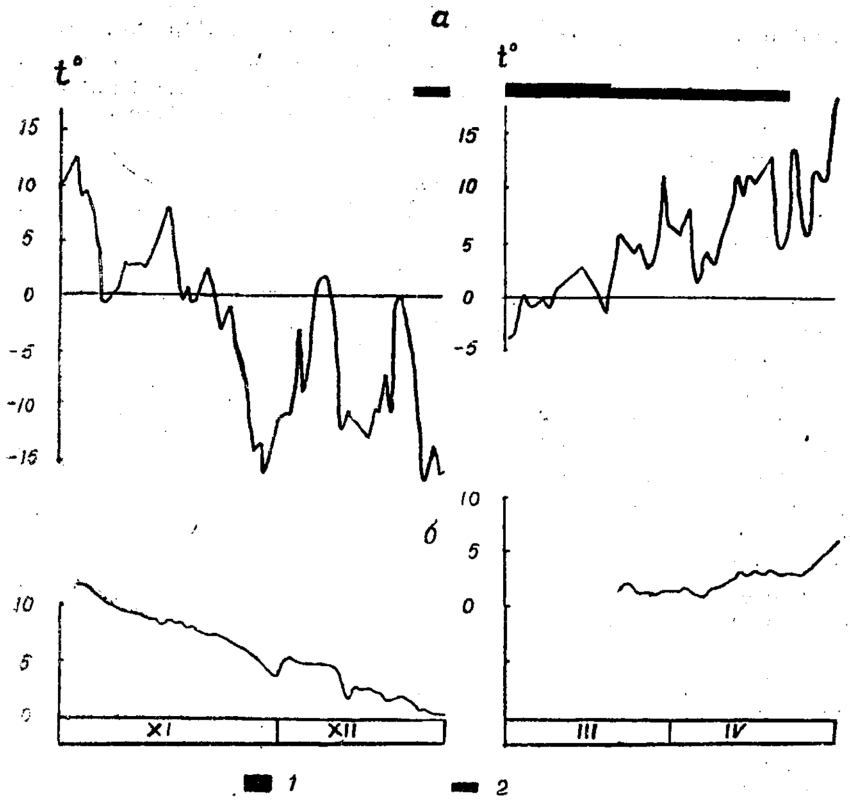


Рис. 1. Ход температуры воды и воздуха в период замерзания и вскрытия оз. Алаколь у с. Коктума (1962 г.): *а* — температура воздуха, *б* — температура воды; *1* — ледостав, *2* — ледоход.

водоема и длины ветрового разгона, определяющих высоту возможного при данном ветре волнения, минерализации воды.

Частые и интенсивные вторжения холода приводят к раннему и дружному замерзанию озер. Возвраты тепла и усиленная ветровая деятельность прерывают начавшийся процесс замерзания и значительно затягивают его. При ветреной погоде и сильном волнении потребная сумма отрицательных температур воздуха для установления ледостава на глубоких озерах намного увеличивается. Кроме того, сильные штормы могут взламывать уже установившийся ледяной покров и затруднять вторичное замерзание.

По данным авиаразведок (1960—1963 гг.), замерзание оз. Алаколь начинается с образования в конце ноября ледяного покрова в более пресноводной и мелководной северо-за-

падной части озера (район устья р. Урджар). Раннему образованию льда здесь способствуют мало минерализованная вода, быстрое охлаждение воды до дна и отсутствие значительного волнения на мелководье. Одновременно образуются и развиваются быстро расширяющиеся полосы заберегов на западном (севернее мыса Б. Балгын) и восточном побережье, а также у берегов залива Кши-Алаколь. В открытой области отмечаются сало и шуга.

Из указанных районов ледяной покров постепенно распространяется все дальше в открытую область. Вновь образующийся лед в той или иной мере разбивается частыми в осенне-зимний период штормами и накапливается широкой полосой вдоль кромки припая в виде мелко- и крупнобитого льда, который под действием ветра постепенно заполняет северо-западную половину озера, а также залив Кши-Алаколь. При дальнейшем похолодании (в сочетании с ветровым затишьем) битый лед вместе с припаем за 1—2 дня относительно маловетреной погоды смерзается и образует ледяной покров на преобладающей части водоема, исключая его юго-западную, а иногда и юго-восточную часть, где ледостав образуется значительно позднее.

Образовавшийся ледяной покров нередко взламывается в южной половине озера ураганным юго-восточным ветром «Евгей». На освободившейся от сплошного ледяного покрова части озера происходит интенсивный дрейф битого льда. Вторичное замерзание этого района озера может происходить в зависимости от метеорологических условий в срок от нескольких дней до 2—3 недель. Частое взламывание, дрейф и смерзание льда приводят к широкому образованию торосов высотой до 1—2 *м* и более. Взломанный лед нередко выбрасывается на берег, образуя мощные навалы.

Сплошной устойчивый ледяной покров при описанном ходе замерзания устанавливается на оз. Алаколь лишь в конце декабря — январе. В годы с сильным устойчивым похолоданием сплошной ледостав образуется в декабре по всему озеру через 1—2 недели после появления ледостава в северо-западной оконечности озера (1962 г.).

Наглядное представление о ходе замерзания и вскрытия оз. Алаколь дают карты-схемы ледовой обстановки за 1961—1962 гг. (рис. 2), составленные по данным авиаразведки.

В юго-западной части оз. Алаколь забереги образуются очень редко (1948 г.), что объясняется притоком грунтовых вод. Характерными осенними ледовыми явлениями здесь является ледоход, а в отдельные годы шуга, образующая целые поля. Эти скопления шуги обычно выбрасываются на берег. Так, 1—4 декабря 1952 г. выброшенная шуговая масса в

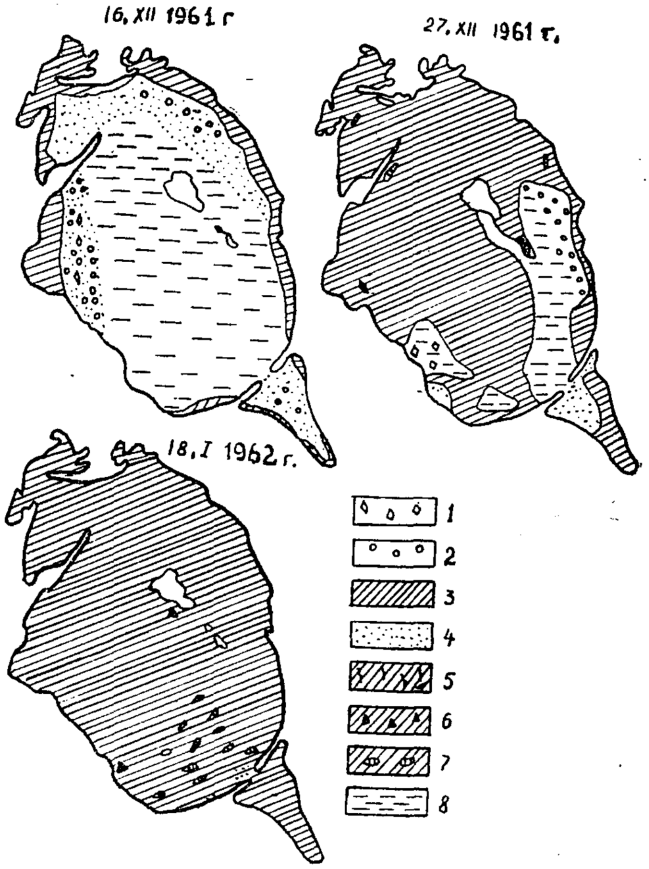


Рис. 2. Ледовая обстановка на оз. Алаколь в период замерзания (по данным авиаразведок): *1* — ледяные поля, *2* — битый лед, *3* — ледостав, *4* — сало, шуга, *5* — трещины, *6* — торосы, *7* — полыньи или разводья, *8* — чистая вода.

районе с. Коктума образовала ледяные валы высотой до 3 *м*. Первые ледовые явления в юго-западной части озера обычно отмечаются в конце декабря при накоплении суммы отрицательных среднесуточных температур воздуха (с дня перехода через 0°) порядка — 285°, ледостав — 365° (Бейлинсон, 1965). Средняя продолжительность ледохода составляет 6 дней.

Ледостав в этой части озера в большинстве случаев устанавливается на 3—4 недели позже, чем в районе северо-восточного побережья. В 1958—1959 гг., например, северо-во-

сточная часть озера покрылась льдом 17 ноября, юго-западная — 6 января; в 1960—1961 гг. — соответственно 22 ноября и 23 декабря; в 1962—1963 гг. — приблизительно в эти же сроки. В 1963—1964 гг. юго-западная часть озера (к В от с. Коктума) замерзла лишь в конце января — начале февраля. Значительное запаздывание ледостава в юго-западной части озера объясняется значительно большими теплозапасами глубоководной части озера, значительно более высокой минерализацией воды, и, особенно, обильными выходами грунтовых вод и более сильными в этой части озера юго-восточными ветрами и волнением, взламывающим лед. Благодаря выходу грунтовых вод у юго-западного побережья озера (район с. Коктумы, бухта М. Балгын) в течение всей зимы сохраняются закраины шириной 5—10 *м*, отдельные полыньи.

На озерах Кошкарколь, Сасыкколь и Джаланашколь замерзание носит менее продолжительный и более спокойный характер (рис. 3). Случаи взламывания ветром и дрейфа льда здесь наблюдаются значительно реже. Ледяной покров сплошной.

Продолжительность ледостава на оз. Алаколь составляет в среднем около 90 дней, на озерах Кошкарколь и Сасыкколь — 121 день (см. табл. 1), на оз. Джаланашколь, судя по данным за 3 года, несколько меньше. Наиболее быстро толщина льда увеличивается в первой половине зимы, когда максимальный прирост мощности льда за декаду достигает 12—14 *см* (рис. 4 и 5). Ледяной покров достигает достаточной для движения автогужевого транспорта толщины (20 *см*) и прочности в первой декаде января (включая северо-западную половину оз. Алаколь).

Наибольшая толщина льда наблюдается на озерах Кошкарколь, Сасыкколь и Джаланашколь во второй — третьей декаде февраля, на оз. Алаколь — в третьей декаде февраля—первой декаде марта (табл. 2). Позднее, еще до наступления положительных температур воздуха, толщина льда начинает уменьшаться за счет подтаивания снизу в результате повышения температуры воды и действия прямой солнечной радиации. По данным многолетних прибрежных наблюдений на оз. Алаколь (с. Коктума), максимальная толщина льда колеблется в различные годы от 40 до 66 *см*, на оз. Кошкарколь — от 48 до 79 *см*. В открытой области, по данным наблюдений на гидрологических разрезах (1960—1963), в конце зимы толщина льда на всех четырех озерах достигает 80—100 *см*.

Ход температуры воздуха и нарастания толщины льда на озерах в характерные зимы представлен на рисунках 4 и 5. Для исследования закономерности нарастания толщины льда были построены графики связи толщины льда озер Алаколь

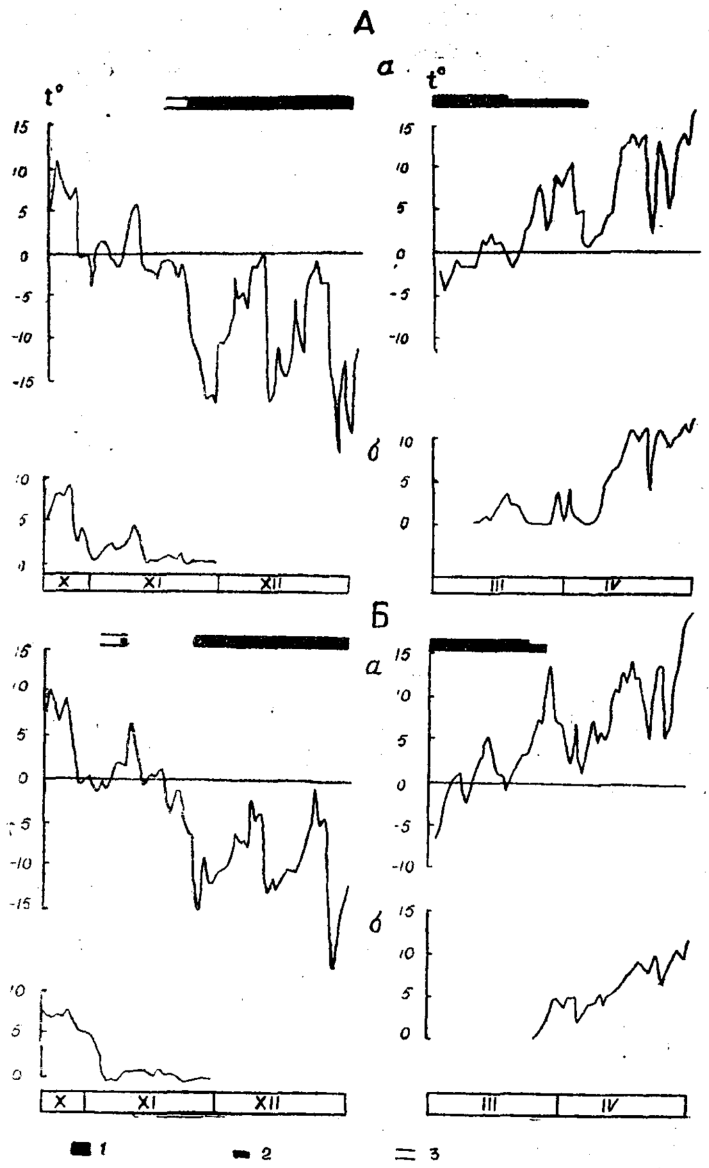


Рис. 3. Ход температуры воды и воздуха в период замерзания и вскрытия мелководных озер (1962 г.): *А* — оз. Сасыкколь — с. Жарсуат, *Б* — оз. Джаланашколь — ст. Джаланашколь; *а* — температура воздуха, *б* — температура воды; *1* — ледостав, *2* — ледоход, *3* — забереги.

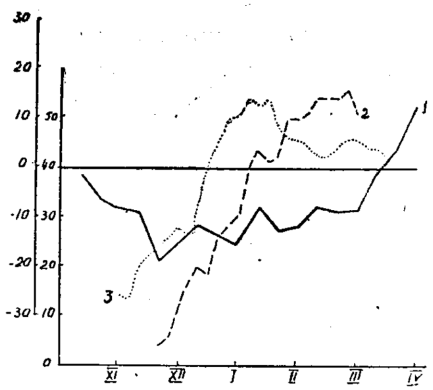


Рис. 4. Ход среднедекадных температур воздуха и нарастания толщины льда на озерах Алаколь и Кошкарколь в холодную зиму (1959—1960 гг.). *1* — температура воздуха на ст. Уч-Арал, *2* — толщина льда на оз. Алаколь, *3* — толщина льда на оз. Кошкарколь.

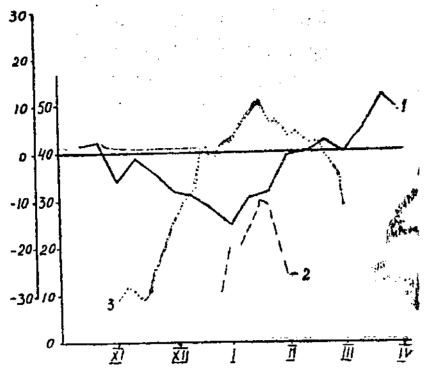


Рис. 5. Ход среднедекадных температур воздуха и нарастания толщины льда на озерах Алаколь и Кошкарколь в теплую зиму (1957—1958 гг.): *1* — температура воздуха на ст. Уч-Арал, *2* — толщина льда на оз. Алаколь, *3* — толщина льда на оз. Кошкарколь.

Таблица 2

Толщина льда на озерах Алаколь и Кошкарколь за характерные годы

Начало ледостава	XI	XII			I			II			III			Начало весеннего ледохода
	30	10	20	31	10	20	31	10	20	28	10	20	31	
оз. Алаколь														
Средняя														
29.XII					24	31	36	45	46	46	54	52		27.III
Зима 1950/1951 г. (холодная)														
12.XII			34	40	45	46	50	55	60	62	65	60	—	14.IV
Зима 1957/1958 г. (теплая)														
23.I							20	24	29	14	—			17.III
оз. Кошкарколь														
Средняя														
3.XII				19	24	38	46	48	58	59	57	57	57	27.III
Зима 1960/1961 г. (холодная)														
13.XI			29	33	60	62	67	78	79	79	79	77		4.IV
Зима 1957/1958 г. (теплая)														
23.XI	9	10	16	26	32	38	42	48	46	43	42	38	28	1.IV

(с. Коктума) и Кошкарколь (с. Алаколь), по которым имеются данные многолетних наблюдений, с суммой отрицательных температур воздуха по ближайшей метеостанции Уч-Арал. Суммы средних суточных температур воздуха (градусодней) определялись подекадно нарастающим итогом, начиная с установления ледостава. Как видно из рисунков 6 и 7, полученные связи достаточно тесные. С помощью этих графиков, зная ожидаемые по долгосрочному прогнозу температуры воздуха, можно ориентировочно рассчитать ожидаемую на ту или иную дату толщину льда, а также оценить возможную толщину льда при отсутствии измерений.

В центральной и южной части оз. Алаколь ледяной покров обычно неровный, местами торосистый и трещиноватый, в северо-западной части — более ровный. Снег на льду озер Алаколь и Джаланашколь под воздействием сильных и частых ветров сдувается к берегам и к местам, где образовались торосы, вследствие чего снежный покров здесь неравномерный, с сугробами и оголенными местами. На озерах Кошкарколь и Сасыкколь ледяной покров обычно ровный, лед кристаллический, прозрачный. Снежный покров неравномерный, с обширными оголенными участками. Высота его колеблется в январе—феврале от 0 до 0,60 *м*. Значительная часть снега сдувается к наветренному берегу.

Начиная с третьей декады февраля — первой декады марта, мощность ледяного покрова начинает уменьшаться за счет подтаивания снизу и сверху. По мере весеннего потепления и усиления прямой солнечной радиации лед начинает терять свою прочность и постепенно разрушаться (см. рис. 1 и 3). Первые весенние ледовые явления — интенсивное расширение имеющихся и появление новых закраин, полыней, подвижка льда (на оз. Алаколь) — наблюдаются в третьей декаде марта — первой декаде апреля, в отдельные годы на 1—2 декады раньше или позже. Перед вскрытием увеличивается число и размеры трещин и полыней. Ширина закраин достигает 500 и более метров.

Вскрытие и очищение от льда оз. Алаколь происходит начиная с юго-восточной оконечности озера, т. е. в направлении, прямо противоположном замерзанию (рис. 8). Это объясняется более высокими (благодаря выходам грунтовых вод) зимними температурами воды, отсутствием из-за сильных ветров снежного покрова на льду в этой части озера, что приводит к более быстрому прогреву воды и разрушению льда, а также интенсивными ветрами, взламывающими подтаявший лед. Под действием ветров «Евгей» и продолжающегося потепления кромка льда взламывается и сравнительно быстро отступает на северо-запад.

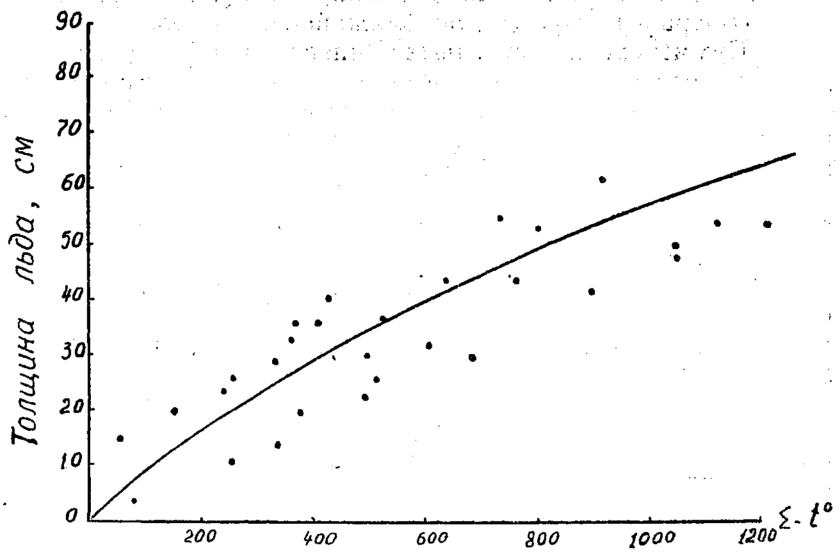


Рис. 6. Связь нарастания толщины льда (с. Коктума) с суммой холода (ст. Уч-Арал) на оз. Алаколь.

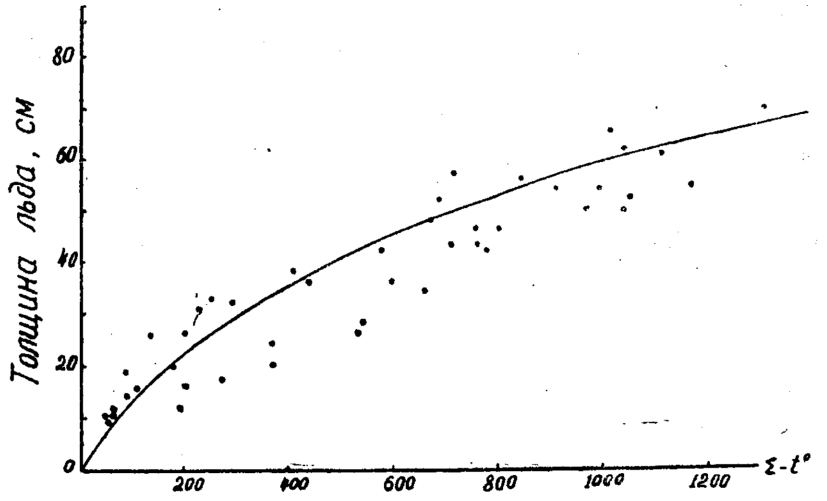


Рис. 7. Связь нарастания толщины льда (с. Алаколь) с суммой холода (ст. Уч-Арал) на оз. Кошкарколь.

В северо-западной половине озера раньше других очищаются от льда участки, прилегающие к устьям рек. Вдоль побережья и островов образуются закраины, в открытой части — полыньи. Ветровые подвижки льда приводят к раскалыванию его многочисленными трещинами, а на кромке ледяного покрова и в разводьях — к образованию крупно- и мелкобитого льда, а также ледяных полей. Вскрытие озера сопровождается длительным ледоходом. Ледяные поля и битый лед дрейфуют под действием ветра, скапливаясь преимущественно у северо-западного и восточного берега, а также в средней части озера и у островов, постепенно тают и разрушаются под действием волнения. Изложенный ход вскрытия и очищения озера может в отдельные годы с ранним вскрытием нарушаться и задерживаться возвратами холода, что приводит к вре-

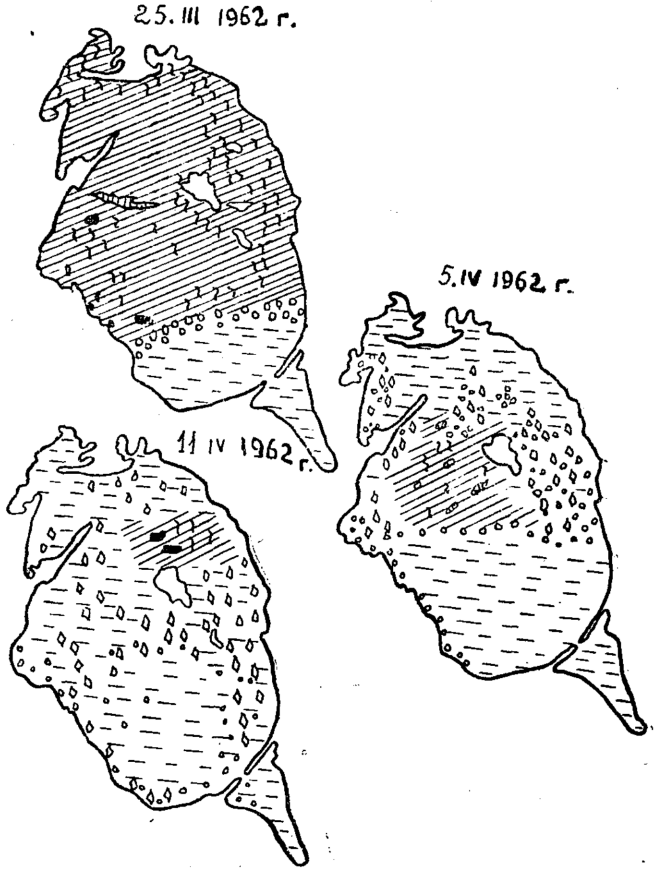


Рис. 8. Ледовая обстановка на оз. Алаколь в период вскрытия (по данным авиаразведок). Условные обозначения см. на рис. 2.

менному восстановлению ледяного покрова в отдельных частях озера.

Полное очищение всей акватории оз. Алаколь от льда наступает в конце апреля — начале мая. Общая продолжительность процессов вскрытия и очищения озера составляет в среднем около месяца, сильно колеблясь в отдельные годы (см. табл. 1). Средняя продолжительность весеннего ледохода на оз. Алаколь в четыре раза превышает среднюю продолжительность осеннего ледохода. В отдельные годы (1950) разрушение ледяного покрова происходит без ледохода — в безветренную погоду лед медленно тает на месте. В результате более позднего замерзания и более раннего вскрытия длительность безледоставного периода в юго-восточной части оз. Алаколь на 2,5—2 месяца больше, чем в северо-восточной части.

Оз. Джаланашколь очищается от льда раньше других — в третьей декаде марта, Кошкарколь и Сасыкколь — в первой или второй декаде апреля. Продолжительность вскрытия и очищения от льда составляет для северных озер 10—20 дней, для оз. Джаланашколь — несколько меньше.

Ход и продолжительность вскрытия озер зависит в первую очередь от хода температуры воздуха, солнечной радиации и ветровой деятельности. Первые весенние ледовые явления (образование закраин или подвижка льда) на оз. Алаколь (с. Коктума) наступают в среднем через 5 дней после средней даты весеннего перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° на ст. Уч-Арал (22.III), очищения от льда — через 35 дней. На оз. Кошкарколь эти фазы ледового режима наблюдаются соответственно через 5 и 14 дней. Оптимальные условия для быстрого вскрытия озер создаются при установлении продолжительной теплой солнечной погоды с последующими сильными ветрами, взламывающими и разрушающими подтаявший ледяной покров. Общей закономерностью является следующее положение: раннее вскрытие, связанное с возвратами холода, бывает обычно сложным и затяжным, позднее — коротким и дружным.

ЛИТЕРАТУРА

Бейлинсон М. М. Режим осеннего ледообразования на оз. Балхаш. «Тр. КазНИГМИ», вып. 17, 1962.

Бейлинсон М. М. Режим осеннего ледообразования на оз. Алаколь и его прогноз. «Тр. КазНИГМИ», вып. 23, 1965.

Медрес П. Л. Ледовый режим Ладожского озера по материалам авиаразведок. «Тр. ГГИ», вып. 66, 1957.

Степанов В. А. Ледовый режим Онежского озера и методы его прогноза. «Тр. ГГИ», вып. 80, 1962.

Пиотрович В. В. Образование и стаивание льда на озерах и водохранилищах и расчет сроков ледостава и очищения. М., 1958.

Шуляковский Л. Г. Появление льда и начало ледостава на реках, озерах и водохранилищах. М., 1960.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Р. Д. КУРДИН и Л. С. ШИЛЬНИКОВСКАЯ

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Химический состав и минерализация воды любого водоема определяются водно-солевым балансом, приходная часть которого складывается из поступления растворенных солей с поверхностным (речным) и подземным притоком, а также с атмосферными осадками, расходная — из выноса растворенных веществ с поверхностным и подземным стоком из водоема, а на озерах с высокой минерализацией и за счет садки солей в изолированных или отшнуровавшихся заливах. Решающее значение для степени минерализации воды имеет соотношение между поступлением воды в озеро и расходом ее на испарение. Режим растворенных газов определяется главным образом температурными условиями и перемешиванием воды в водоеме. Термический режим озера влияет также на садку и соответственно содержание некоторых компонентов. Алакольские озера весьма различны по многим из изложенных факторов, что обусловливает и их различия в минерализации и ионном составе воды и гидрохимическом режиме.

Первые сведения о химическом составе воды Алакольских озер относятся к 1914 г., когда А. Ф. Свирчевским был произведен химический анализ воды оз. Алаколь (Терлецкий, 1931). В 1927 г. Б. К. Терлецким сделан химический анализ воды озер Сасыкколь и Джаланашколь (1931). Регулярный отбор проб на химический анализ на оз. Алаколь (пост с. Коктума) производится Гидрометслужбой КазССР с 1956 г., на остальных озерах Алакольской группы — с 1960—1961 гг.

Первые детальные гидрохимические исследования Алакольских озер выполнены кафедрой неорганической химии химического факультета КазГУ под руководством Б. А. Беремжанова (Беремжанов и Снегирева, 1963, 1964, 1964а). Этими исследованиями впервые освещен химический состав

воды в различных частях акватории озер, а также их притоков. Существенным пробелом в этих работах является отсутствие данных о зимнем гидрохимическом режиме озер. В 1960—1962 гг. отбор и химический анализ проб воды по густой сетке квадратов на озерах Алаколь, Қошкарколь и Сасыкколь производился в летний период экспедицией Сектора физической географии АН КазССР в составе гидробиологических исследований.

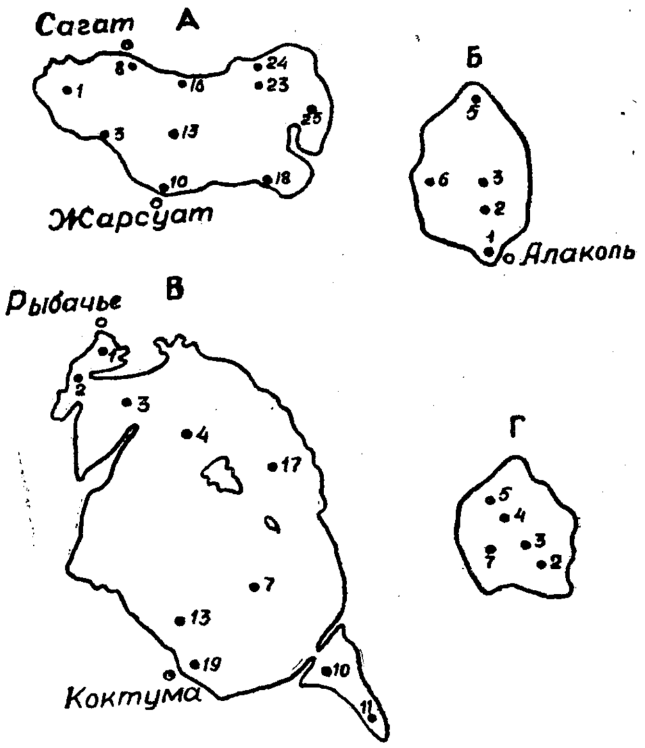


Рис. 1. Схема размещения пунктов отбора проб воды на химический анализ на Алакольских озерах: *А* — оз. Сасыкколь, *Б* — оз. Қошкарколь, *В* — оз. Алаколь, *Г* — оз. Джаланашколь.

В 1961—1964 гг. широкие гидрохимические исследования всех четырех крупных озер Алакольской группы с круглогодичным циклом отбора проб были выполнены Алакольской гидрологической экспедицией Алма-Атинской гидрометеорологической обсерватории. Пробы воды на химический анализ отбирались на нескольких постоянных вертикалях, размещенных на характерных участках каждого озера (рис. 1).

Пробы отбирались, как правило, с двух горизонтов — у поверхности (0,4 *м*) и у дна, на оз. Алаколь при глубинах более 20 *м* — с трех горизонтов. Отбор проб производился в летний период по возможности ежемесячно, при ледоставе — 1—2 раза за зиму. Летом пробы отбирались с катера, зимой — с помощью вертолета МИ-4. Анализ проб производился по стандартной методике, принятой в Гидрометслужбе.

Минерализация Алакольских озер колеблется в весьма широких пределах — от 200 *мг/л* (оз. Сасыкколь) до 10 *г/л* (оз. Алаколь). Наименьшую минерализацию воды имеют проточные озера Сасыкколь и Кошкарколь, наибольшую — бессточное оз. Алаколь.

Оз. Сасыкколь относится к пресным проточным водоемам, и его минерализация (200—500 *мг/л*) близка к минерализации притоков (р. Тентек — около 200 *мг/л*, р. Каракол — около 500 *мг/л*). Незначительное увеличение концентрации солей наблюдается по мере удаления от устья р. Тентек. По ионному составу вода оз. Сасыкколь относится к гидрокарбонатному классу. Среди катионов в летний период преобладают кальций и магний (табл. 1), содержащиеся примерно в равных количествах, что отмечалось и Б. А. Беремжановым и Н. Е. Снегиревой (1964). В зимний период, по данным анализа проб за один год (1962—1963 гг.), среди катионов преобладает натрий. Таким образом, по классификации О. А. Алекина, летом вода гидрокарбонатно-кальциево-магниевая второго, реже первого, типа ($C_{II}^{Ca\,Mg}$, $C_{I}^{Ca\,Mg}$), зимой гидрокарбонатно-натриевая первого и второго типа (C_{I}^{Na}, C_{II}^{Na}).

Вода оз. Сасыкколь умеренно жесткая (2,00—5,50 *мг-экв/л*), хорошего питьевого качества; pH колеблется в пределах 7,6—8,2. Прозрачность воды при отсутствии ледостава в связи с небольшими глубинами и взмучиванием воды ветровым волнением сильно колеблется. В маловетреную погоду в центральной части озера летом она достигает 2,4 *м*, после волнения, а также в прибрежной зоне — 0,2—0,6 *м*.

Оз. Кошкарколь, занимающее промежуточное положение в системе озер Сасыкколь — Алаколь и имеющее меньшую, чем Сасыкколь, степень проточности, характеризуется и промежуточными значениями минерализации воды, которая в течение года колеблется здесь от 800 до 2000 *мг/л* (см. табл. 1). При минерализации ниже 1300 *мг/л* класс воды гидрокарбонатный с преобладанием ионов натрия в катионном составе (C_{I}^{Na} — по классификации О. А. Алекина). При более высокой минерализации, которая наблюдается в зимний период (1962/63 г.), класс воды меняется на хлоридный (Cl_{I}^{Na}). Во-

Химический состав воды

Место взятия пробы: Номер вертикали	Место взятия пробы: Глубина, *м*	Дата взятия пробы	Цветность по шкале	Прозрачность по белому диску	O_2, *мг/л* / % насыщения	CO_2, *мг/л*	pH	Температура воды, °С	Содержание: Ca^{++}	Mg^{++}	$Na^{+}+K^{+}$	HCO_3^{-}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
												оз Сасык
												Зимний
		1963 г.										
1	0,4	29. I	—	1,60	—	—	7,60	0,7	45,5	23,7	73,0	231,8
1	Дно	29. I	—	1,60	—	—	7,60	0,7	45,5	22,9	69,5	231,8
5	0,4	29. I	—	2,60	—	—	7,60	0,7	39,1	21,5	72,8	228,2
5	Дно	29. I	—	2,60	—	—	7,60	0,7	36,1	23,2	73,8	206,9
8	»	30. I	—	2,30	—	—	7,60	0,8	37,7	21,5	61,0	207,4
8	0,1	30. I	—	2,30	—	—	7,60	0,8	37,5	22,0	62,0	207,4
												Летний
		1962 г.										
1	0,4	1.VI	XVII	0,6	7,96 / 89	0,4	8,20	20,8	37,6	14,2	25,0	150,7
1	2,5	1.VI	XVII	0,6	7,34 / 80	0,4	8,20	19,0	35,3	25,3	28,5	204,4
		1963 г.										
1	2,2	28.VII	XVIII	0,2	7,23 / 83	Нет	8,20	23,7	40,9	15,7	73,2	241,5
1	0,4	28.VII	XVIII	0,2	7,27 / 83	»	8,20	24,1	40,7	20,7	13,0	205,6
		1962 г.										
5	0,4	1.VIII	XV	0,6	10,03 / 125	—	7,60	27,2	31,2	21,0	22,2	146,4
5	3,6	1. VIII	XVI	0,6	9,56 / 116	—	7,60	25,3	39,7	31,0	18,8	230,6
8	3,5	2.VIII	XV	1,2	8,00 / 98	—	7,60	25,3	22,2	26,5	59,2	231,8
8	0,4	2.VIII	XV	1,2	8,13 / 104	—	7,60	29,0	22,2	26,0	19,8	153,2

Таблица 1

Алакольских озер

ионов, *мг/л*				Содержание ионов, %-экв.							Индекс по О. А. Алекину
SO_4''	Cl'	NO_3'	Сумма ионов	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Na^{\cdot}+K^{\cdot}$	HCO_3'	SO_4''	Cl'	NO_3'	
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
коль											
период											
72,4	64,8	0,10	511,3	15,9	13,7	20,4	26,6	10,6	12,8	—	C_{II}^{Na}
77,8	52,4	2,00	501,9	16,4	13,6	20,0	27,4	11,7	10,7	0,2	То же
67,9	52,4	—	481,9	14,7	13,4	21,9	28,2	10,6	11,2	—	C_{I}^{Na}
57,2	73,7	0,20	471,1	13,5	14,3	22,2	25,5	8,9	15,6	—	C_{II}^{Na}
69,5	43,9	—	441,0	15,5	14,5	20,0	27,9	11,9	10,2	—	То же
61,7	52,4	0,10	443,1	15,2	14,7	20,1	27,6	10,4	12,0	—	»
период											
45,3	22,7	—	295,5	23,2	14,4	12,4	30,5	11,6	7,9	—	C_{II}^{Ca}
45,3	24,5	—	363,3	17,7	20,9	11,4	33,6	9,4	7,0	—	C_{II}^{Mg}
75,7	25,5	—	472,5	16,3	10,3	23,4	31,6	12,6	5,8	—	C_{I}^{Na}
38,7	2,5	—	321,2	23,9	20,0	6,1	39,7	9,5	0,8	—	C_{II}^{Ca}
51,4	25,2	—	297,4	18,7	20,7	10,6	28,7	12,8	8,5	—	C_{II}^{Mg}
12,6	43,9	—	376,6	18,8	24,1	7,1	35,8	2,5	11,7	—	То же
56,0	24,5	—	420,2	9,8	19,3	20,9	33,6	10,3	6,1	—	C_{I}^{Na}
39,4	25,2	—	285,8	13,7	26,5	9,8	31,1	10,1	8,8	—	C_{II}^{Mg}

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Продолжение таблицы 1

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
колъ											
период											
211,5	542,9	0,50	1874,7	3,3	9,3	37,4	15,0	7,8	27,2	—	Cl_I^{Na}
189,7	737,4	0,50	2147,2	3,0	7,8	39,2	12,4	6,0	31,6	–	То же
период											
161,3	127,2	—	960,8	5,5	15,9	28,6	24,2	12,5	13,3	—	C_I^{Na}
181,8	144,2		1017,9	6,4	14,3	29,3	22,8	13,1	14,1	—	То же
колъ											
период											
367,0	275,2	0,10	1453,7	6,7	10,6	32,7	13,9	17,9	18,2		ClS_{II}^{Na}
2781,1	2253,3	—	9330,1	0,3	10,4	39,3	7,2	20,4	22,4		То же
391,2	22,0	0,75	1063,4	8,4	16,9	24,7	20,2	27,6	2,1	0,1	S_{II}^{Na}
1137,6	1698,4	—	6005,0	0,4	16,5	33,1	11,5	12,7	25,8		ClS_{II}^{Na}
1310,7	1688,5	—	6231,4	0,3	15,3	34,4	10,9	14,2	24,9	—	Cl_{II}^{Na}
1041,3	1754,8	—	6031,2	0,3	16,7	33,0	11,9	11,6	26,5	—	То же
1140,8	1208,4	—	5012,0	1,7	14,2	34,1	11,9	15,6	22,5	—	"
1315,7	1681,1	—	6253,3	0,5	15,3	34,2	11,1	14,2	24,7	—	"
период											
1840,6	915,7	—	5122,9	0,6	11,8	37,6	8,0	25,1	16,9	—	S_{II}^{Na}
1986,6	1639,3	—	7047,9	1,6	15,4	33,0	9,4	19,2	21,4	–	ClS_{II}^{Na}
1098,8	1465,6	—	5404,2	0,5	18,0	31,5	11,6	13,7	24,7		То же
1536,2	1627,9	—	6453,2	0,4	15,3	34,3	10,6	16,2	23,2	—	"
1900,1	1553,2	—	6785,7	1,4	14,5	34,1	9,7	19,1	21,2		ClS_I^{Na}
3277,6	1579,0	—	8972,4	0,6	11,2	38,2	7,8	25,5	16,7		S_{II}^{Na}
1480,2	1623,3	–	6983,0	0,3	14,1	35,6	10,7	15,8	23,5	—	Cl_{II}^{Na}

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	8,5	2.VII 1963 г.	VIII	3,20	9,40 / 102	—	9,15	18,7	20,6	367,8	1930,6	1197,1
11	5,7	26.VII	XII	1,5	6,92 / 78	—	7,60	23,3	31,7	349,3	2428,1	1295,3
11	0,4	26.VII	XII	1,5	8,23 / 96	—	7,60	25,2	31,7	358,1	2401,9	1300,2
												оз. Джала
												Зимний
3	0,4	1963 г. 23.I	—	1,0	—	—	8,60	0,4	29,7	59,2	546,2	632,7
3	3,1	23.I	—	1,2	—	—	8,60	1,0	30,3	58,8	538,3	615,0
												Летний
3	2,5	1962 г. 25.VIII	XV	0,8	21,27 / —	—	7,60	22,0	14,2	61,9	427,4	522,9
3	0,4	25.VIII	XV	0,8	22,16 / —	—	7,60	21,8	12,6	60,5	429,4	513,1

да умеренно жесткая, порядка 6 *мг—экв/л,* удовлетворительного питьевого качества, в периоды повышенной минерализации — допустимая для питья по необходимости; pH колеблется в тех же пределах, что и на оз. Сасыкколь (7,6—8,2). Прозрачность воды небольшая — 0,2—1,5 *м.*

Вода оз. Алаколь, за исключением приустьевых участков, солоноватая, очень жесткая (19—32 *мг—экв/л*) и не пригодна для питья. Величина pH в течение года изменяется в пределах 7,6—9,2. Прозрачность воды увеличивается от 0,6—0,8 *м* в мелководной северо-западной части до 6 *м* и более в центральной части водоема.

Минерализация воды и ионный состав оз. Алаколь заметно меняются по акватории водоема (см. табл. 1). Увеличение ее в общем происходит к центру озера (рис. 2, 3 и 4). Наименьшая величина минерализации наблюдается в северо-западной части озера (район устья р. Урджар), а также в устьях других притоков. Особенно четко это прослеживается зимой в период ледостава (рис. 4), когда отсутствуют сгонно-нагонные течения, перемешивающие воду различных районов водоема. По данным наблюдений за 1961—1963 гг., наименьшая величина минерализации в северо-западной части озера

Продолжение таблицы 1

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2261,9	1593,9	—	7371,9	0,5	13,5	36,0	8,8	21,1	20,1	—	SCl_{II}^{Na}
3200,7	1544,3	—	8849,4	0,6	10,9	38,5	8,1	25,3	16,6	—	S_{II}^{Na}
3179,0	1544,3	—	8815,2	0,6	11,2	38,2	8,1	25,3	26,6	—	То же
Наш коль											
период											
627,2	201,3	—	2096,3	2,5	8,4	39,1	17,8	22,4	9,8	—	S_{I}^{Na}
620,4	204,8	—	2067,6	2,6	8,4	39,0	17,5	22,5	10,0	—	То же
период											
525,8	144,9	—	1697,1	1,5	10,8	37,7	18,1	23,2	8,7	—	»
526,6	146,0	—	1688,2	1,3	10,6	38,1	17,9	23,3	8,8	—	»

составляет 1,1—2,0 *г/л* (в зимний период), наибольшая в центральной части 8—10 *г/л*. В среднем минерализация придонных слоев выше, чем поверхностных, однако эта общая тенденция часто нарушается. Различия в степени минерализации воды по глубине в отдельных случаях достигают 3—4 *г/л*.

Четко выраженные сезонные изменения минерализации не прослеживаются, что, возможно, объясняется недостаточностью наблюдений. В северо-западной части озера и некоторых других его районах, по данным за 1962—1963 гг., отмечается уменьшение минерализации в зимний период, в других — увеличение. Отмечается также осеннее повышение концентрации солей. В целом за последние годы минерализация в оз. Алаколь заметно понизилась. Так, в 1958 г., по данным Б. А. Беремжанова и Н. Е. Снегиревой (1963) средняя минерализация озера составила 8,8 *г/л*, в 1962—1963 гг., по нашим данным, 5—7 *г/л*, что объясняется резким увеличением водности озера в 1958—1961 гг. за счет речного стока и сброса воды из значительно менее минерализованных озер Сасыкколь и Кошкарколь.

В зимний период характер состава воды меняется с северо-запада на юго-восток. Северо-западная часть хлоридно-сульфатная, с преобладанием натрия в катионном составе (ClS_{II}^{Na}

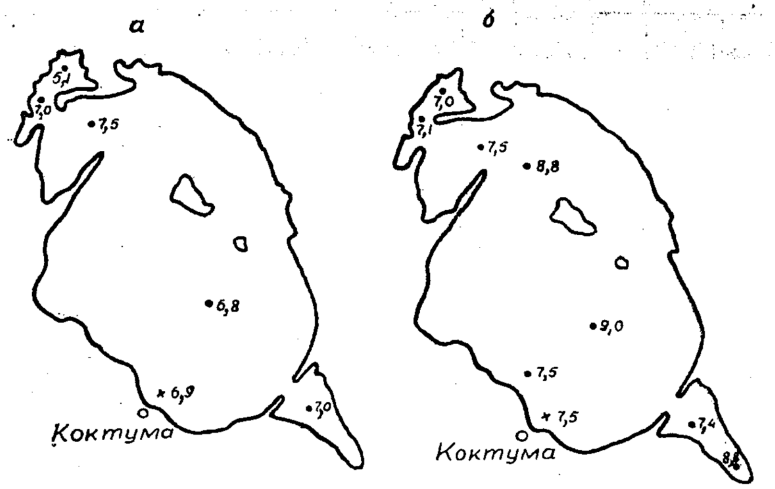


Рис. 2. Распределение минерализации воды на оз. Алаколь в летний период (25—26 июля 1963 г.): *а* — в поверхностном слое, *б* — у дна.

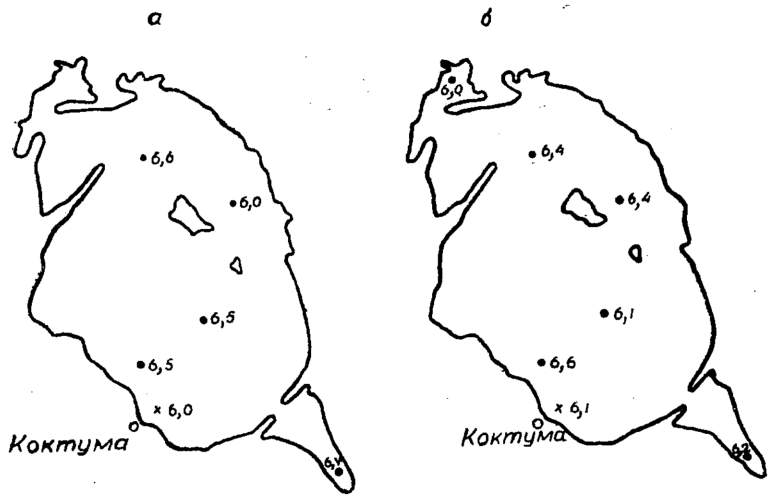


Рис. 3. Распределение минерализации воды на оз. Алаколь в осенний период (20—22 ноября 1963 г.): *а* — в поверхностном слое, *б* — у дна.

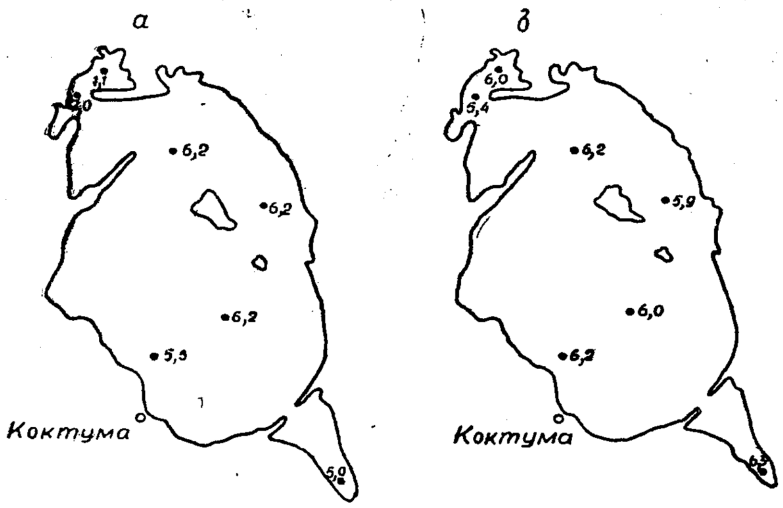


Рис. 4. Распределение минерализации воды на оз. Алаколь в зимний период (9, 11, 12 февраля 1963 г.): *а* — в поверхностном слое, *б* — у дна.

— по классификации О. А. Алекина). Далее на юго-восток вода приобретает хлоридный характер (Cl_{II}^{Na}). В весенний период вода может быть сульфатной или хлоридной (S_{II}^{Na}, Cl_{II}^{Na}). Летом и осенью ее минерализация носит самый различный характер (Cl_{II}^{Na}, S_{II}^{Na}, ClS_{II}^{Na}). Во все сезоны года среди катионов (в отличие от оз. Сасыкколь) преобладает натрий. Для всего водоема с возрастанием минерализации (рис. 5) характерно уменьшение относительного содержания ионов $Ca^{\cdot\cdot}$ и HCO'_3 и увеличение ионов $Na^{\cdot}$, Cl' и SO''_4.

При увеличении минерализации хлорные коэффициенты сульфата натрия возрастают, а хлорные коэффициенты карбоната кальция и магния почти не меняются, и это дало основание Б. А. Беремжанову и Н. Е. Снегиревой предполагать, что в местах повышения концентрации солей в воде происходят процессы садки карбонатов магния и кальция (возможно, и в виде доломитов), приводящие к преобладанию сульфата.

Сущность процессов метаморфизации воды Алаколя, по Б. А. Беремжанову и Н. Е. Снегиревой (1964), заключается в следующем. В бессточном оз. Алаколь под влиянием вносимых притоками сульфатных вод, а также реакций двойного и катионного обмена с донными породами, вносимыми наносами и с подземными грунтовыми водами, к настоящему време-

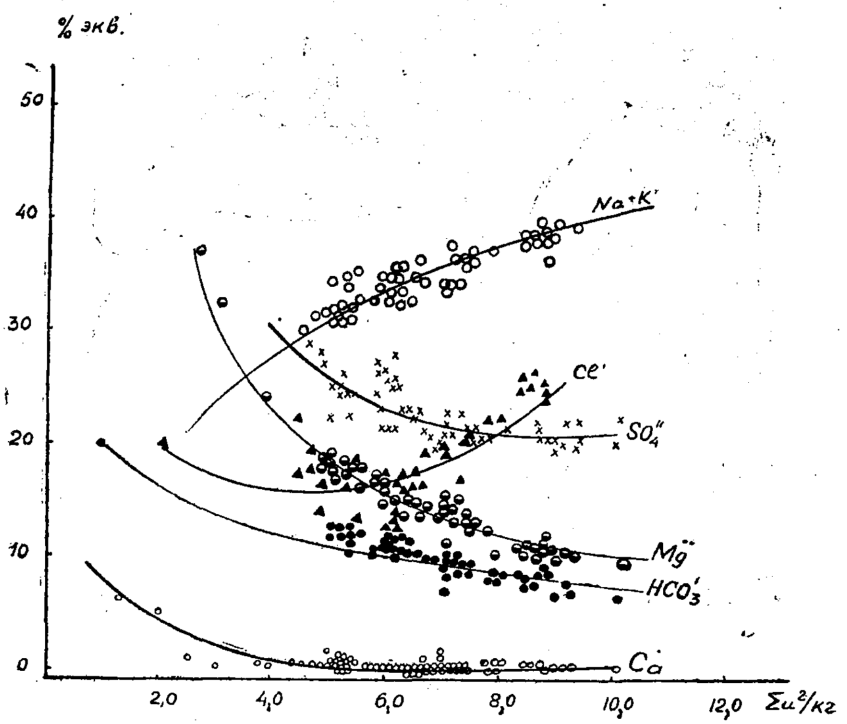


Рис. 5. Характеристика связи между ионным составом и минерализацией воды оз. Алаколь.

ни (1958 г.) скопились воды сульфатного типа. В озере постоянно происходит смешение гидрокарбонатно-кальциевых вод, поступающих из притоков и озер Сасыкколь и Кошкарколь, с сульфатно-натриевой. В результате вода метаморфизуется и превращается в сульфатную.

Наиболее интенсивный процесс метаморфизации происходит в северо-западной части Алаколя, где происходит указанное смешение вод. При этом должно происходить взаимодействие:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4,$$

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4.$$

В результате этих процессов карбонаты кальция и магния оседают на дно, а вода, изменяя свой состав, обогащается Na_2SO_4 (и не принимавшим участие в реакции NaCl) и постепенно переходит в сульфатный класс. Одновременно с двойным обменом, очевидно, имеет место и катионный обмен в

результате взаимодействия коллоидного глинистого материала, приносимого притоками, с озерными водами. Этот тип обмена также приводит к осаждению $CaCO_3$ и обогащению воды Na_2SO_4.

Интересно отметить, что увеличение водности оз. Алаколь за счет интенсивного поступления речных вод и стока из озер Сасыкколь и Кошкарколь в 1958—1961 гг. повлекло за собой не только изменение водносолевого баланса и уменьшение минерализации оз. Алаколь, но и изменения в ионном составе воды. Если в 1955 и 1958 гг., по данным Б. А. Беремжанова и Н. Е. Снегиревой (1963), во всех пробах воды преобладали ионы сульфата, то в 1961—1963 гг. во многих случаях отмечалось преобладание хлора.

Сопоставление химического состава воды озер Алаколь и Балхаш, расположенного в той же Балхаш-Алакольской впадине, показывает, что минерализация оз. Алаколь близка к минерализации наиболее минерализованной восточной оконечности оз. Балхаш (4—5 *г/л*). Ионный состав воды этих озер также довольно близок. На оз. Балхаш, как и на Алаколе, преобладает вода сульфатно-хлоридно-натриевого характера (Тарасов, 1961), причем засульфаченность на оз. Алаколь значительно выше. Сульфата кальция в Алаколе, так же как и в Балхаше, нет, поваренной соли также мало, сульфата магния еще меньше. Близость химического состава воды этих озер подтверждает известное мнение о наличии в прошлом единого Балхаш-Алакольского водоема. Имеющиеся же различия объясняются особенностями химического состава притоков оз. Алаколь (более высокое содержание сульфата) и его водного баланса.

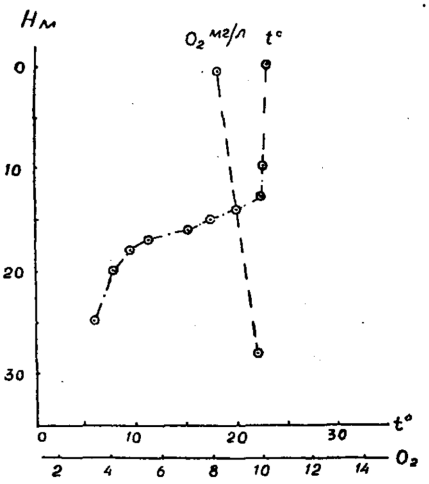


Рис. 6. Распределение температуры воды и содержания кислорода по глубине в летний период на оз. Алаколь (30 июля 1963 г.).

Содержание растворенного кислорода изменяется в течение года в зависимости от турбулентного и плотностного перемешивания воды, процессов жизнедеятельности фитопланктона и температуры воды. В летний период (VI—IX), характеризующийся на оз. Алаколь наличием устойчивой прямой термической стратификации, содержание кислорода увеличива-

ется с глубиной по мере уменьшения температуры воды (рис. 6). В периоды осенней и весенней изотермии содержание кислорода мало меняется по глубине. Зимний режим кислорода почти не изучен.

На проточном, но имеющем преимущественно грунтовое питание, оз. Джаланашколь минерализация воды колеблется в различные годы от 1 до 5 *г/л*, т. е. она здесь меньше, чем на оз. Алаколь, но заметно выше, чем на озерах Сасыкколь и Кошкарколь. В течение 1955—1963 гг. отмечалось непрерывное уменьшение минерализации. По данным Б. А. Беремжанова и Н. Е. Снегиревой (1964), в 1955—1959 гг. концентрация растворенных солей понизилась с 4,9 до 3,2 *г/л*. В 1962—1963 гг. она снизилась до 1—2 *г/л*. Вода имеет сульфатно-натриевый характер (S_I^{Na}), солоноватая, пригодная для питья (по необходимости) лишь в годы с малой минерализацией (менее 2,5—4,0 *г/л*).

ЛИТЕРАТУРА

Алекин О.А. Общая гидрохимия. Л., 1948.

Беремжанов Б. А. и Снегирева Н. Е. Химическая характеристика оз. Алаколь. В сб.: «Химия и химическая технология», т. I. Алма-Ата, 1963.

Беремжанов Б. А. и Снегирева Н. Е. Химическая характеристика озер и рек Алакольской впадины. В сб.: «Химия и химическая технология», т. II. Алма-Ата, 1964.

Беремжанов Б. А. и Снегирева Н. Е. Метаморфизация вод Алакольского бассейна. В сб.: «Химия и химическая технология», т. II. Алма-Ата, 1964, а.

Тарасов М. Н. Гидрохимия оз. Балхаш. М., 1961.

Терлецкий Б. К. Балхаш-Алакольская впадина. «Тр. Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР», вып. 105. Л., 1931.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Э. В. ЛОГИНОВСКИХ

КОРМОВАЯ БАЗА АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБАМИ

Гидробиологические исследования, проводившиеся на Алакольских озерах, не имели планомерного, систематического характера. Первые сведения о их гидрофауне были собраны в 1940 году гидробиологическим отрядом Балхашского отделения ВНИОРХ, обследовавшим северо-западный участок оз. Алаколь, озера Уялы (Кошкарколь), а также оз. Сасыкколь, за исключением его центральной части. Результаты этих обследований обобщены в работах Н. О. Савиной (1941), которая определила биологическую массу планктона и его видовой состав, и А. М. Самонова (1940), давшего аналогичные сведения о бентосе. Но их выводы о кормовой базе, как признают и сами авторы отчетов, нельзя назвать исчерпывающими, так как кратковременность наблюдений, отсутствие материалов по основной акватории Алаколя и центральной части Сасыкколя не позволяют считать полученные данные исчерпывающими.

Весной и летом 1954 г. экспедиция Института зоологии АН КазССР изучала основные крупные озера системы: Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь. На основании собранных материалов А. С. Малиновская написала статью (1959), в которой довольно подробно освещаются вопросы гидробиологического состояния исследованных водоемов, приводится список планктона и дается его распределение по озерам системы. Но о бентосе подобного представления мы не получаем: автор ограничивается лишь тем, что приводит список личинок тендипедид без указания на то, где и в каких озерах они собраны.

В 1960—1961 гг. большой материал по гидробиологии Алакольских озер был собран экспедиционным отрядом Отдела

географии АН КазССР. В них широко представлены фито- и зоопланктон, бентос и высшая водная растительность. Однако были обработаны лишь гидробиологические сборы по оз. Алаколь, на котором произведена полная гидробиологическая съемка. Результаты обработки изложены в отчете В. С. Савинова (1962).

В 1963 году Алакольским ихтиологическим отрядом КазНИИРХ (Некрашевич, 1963) были сделаны небольшие сборы планктона и бентоса в оз. Сасыкколь, которые и обработаны автором.

Таким образом, на протяжении почти четверти века гидробиологические исследования Алакольских озер, занимающих видное место в рыбном хозяйстве Казахстана, проводились эпизодически и без определенного перспективного плана.

В настоящем гидробиологическом обзоре Алакольских озер использованы материалы почти всех экспедиций, занимавшихся их изучением, и все же они не дают достаточно полного представления о флоре и фауне описываемой системы водоемов.

Характеристика флоры и фауны Алакольских озер

Высшая водная растительность. Алакольские озера представляют собой систему различных по величине водоемов, связь между которыми устанавливается лишь в годы высокого стояния воды. Каждое из озер окружено обширными массивами растительности, состоящей, в основном, из тростника. Особенно густые заросли в береговой зоне Сасыкколя.

Кроме тростника, из жесткой водной растительности в прибрежной зоне Сасыкколя встречаются рогоз и камыш. Мягкая водная растительность представлена рдестами, урутью, роголистником, водяной сосенкой, ряской, кубышкой, белой кувшинкой. Тростниковые заросли окружают и оз. Кошкарколь. Мягкая водная растительность этого водоема состоит в основном из рдестов.

В Алаколе, по данным В. С. Савинова, высшая водная растительность гораздо менее обильна и распределена неравномерно. Наибольшие ее скопления наблюдаются в мелководных северной и северо-восточной частях озера, в предустьевых пространствах, но из-за подъема уровня, значительная часть тростников оказалась под водой. В южной и юго-восточной зоне полоса тростника более разрежена и ширина ее достигает 100—120 *м*. Среди зарослей тростника встречаются осока, камыш. рогоз. Мягкая водная растительность состоит из рдестов, гречихи земноводной, стрелолиста, частухи, урути.

Фитопланктон. В составе фитопланктона оз. Алаколь, по данным В. С. Савинова (1941), обнаружено 156 видов, разновидностей и форм водорослей в таком процентном соотношении: диатомовых — 58,3, пирофитовых — 1,2, зеленых — 21, сине-зеленых — 17,9, золотистых — 0,6. Диатомовые среди других групп водорослей преобладают как по числу видов, так и по количеству. Из них наиболее разнообразны в видовом отношении роды: *Nitzschia* —14, *Synedra* — 7, *Navicula* и *Surirella* — 8, *Chaetoceros* — 5 видов. Из зеленых водорослей богат видами род *Oocystis* — 6 видов. Из пирофитовых *Clenodinium* и *Peridinium* достигают массового развития в прибрежной зоне. Золотистые представлены одним родом, встречающимся очень редко.

Зоопланктон. В комплексе озер Алакольской системы обнаружены простейшие, коловратки и ракообразные, представленные следующими отрядами: *Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Harpacticoida.*

Различные исследователи, изучавшие Алакольские озера, делают неодинаковые выводы о видовом составе их планктона. Так, Н. О. Савина (1941) насчитывает здесь 2 вида простейших, 21 вид коловраток, 8 видов ветвистоусых, 9 видов веслоногих рачков. А. С. Малиновской (1959) обнаружено 4 вида простейших, 22 вида коловраток, 18 видов ветвистоусых и 7 видов веслоногих. Кроме того, ею здесь встречены представители *Ostracoda* и *Harpacticoida,* которые не были определены до вида. В. С. Савинов (1962) в оз. Алаколь насчитывает 16 видов коловраток, 10 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих. Простейшие и *Ostracoda* также не определялись. И, наконец, в сборах Н. Г. Некрашевича (1963) по Сасыккол нами обнаружено 6 видов коловраток, 4 вида ветвистоусых и 3 вида веслоногих.

В приложении I приводится список форм, найденных в озерах системы различными исследователями. Как следует из приложения, в составе зоопланктона обнаружено более 80 форм, из них простейших 4, коловраток 37, ветвистоусых 26, веслоногих 13; кроме того, найдены представители *Ostracoda* и *Harpacticoida,* которые не определялись. Наиболее богато представлены в планктоне коловратки, занимающие ведущее положение и в количественном отношении.

Как пишет А. С. Малиновская, из коловраток общими для всех озер являются брахиониды. В Алаколе коловратки приурочены к устьям рек, к участкам малых глубин (*Brachionus capsulifloris, Keratella cochlearis, Polyarthra platiptera*). В открытой части озера, в глубоководной зоне, распространены в основном *Pedalia oxyure, Brachionus plicatilis, Notholca acuminata.*

В Алаколе отсутствуют босмины, в то время как в пресноводном оз. Сасыкколь и в р. Урджар они встречаются. В планктоне Алаколя преобладают веслоногие рачки.

Количественное распределение планктона в целом и отдельных его групп неравномерно как по озерам системы, так и в различных участках каждого озера. Для Сасыкколя распределение планктона показано в таблице 1.

Таблица 1

Количественное распределение планктона в оз. Сасыкколь, *экз/м*^{3}
(по А. С. Малиновской, 1959 г.)

Организмы	Место взятия проб		
	северо-восточн. часть озера, у кромки тростника, глуб. 1,5 *м*	центральная часть озера	залив Джартас
Коловратки	2351	3317	16 156
Ветвистоусые	2040	2009	29 400
Веслоногие	9511	21100	100 171
Итого	131 902	26426	145 727

Из таблицы следует, что максимальная плотность зоопланктона наблюдается в заливе Джартас. Планктон состоит преимущественно из веслоногих рачков. Кормовую ценность планктона, содержащего большой процент веслоногих, следует признать высокой, так как эти рачки служат пищей как для молоди, так и для половозрелых рыб.

В таблице 2 приведены количественные показатели зоопланктона по оз. Кошкарколь.

Таблица 2

Средняя плотность планктона в оз. Кошкарколь, *экз/м*^{3}
(по А. С. Малиновской, 1959 г.)

Организмы	Место взятия проб		
	восточный берег, глуб. 1,5 *м*	центральная часть озера, глуб. 4 *м*	северный берег, глуб. 2,2 *м*
Коловратки	1 103	10 216	12 015
Ветвистоусые	12 374	22 161	14 322
Веслоногие	237 656	364 780	27 182
Итого	251 133	397 157	53 519

Сравнивая данные таблиц 1 и 2, можно заключить, что численность планктона в Кошкарколе значительно выше, но и здесь ведущая роль принадлежит веслоногим рачкам.

В Алаколе планктон особенно развит в устьях рек и заливах. В этих опресненных участках он богаче не только в количественном отношении, но и по видовому составу. В пелагиали же, где минерализация воды достигает максимума, планктон развит значительно слабее, преобладают веслоногие (табл. 3).

Таблица 3

Средняя плотность планктона в оз. Алаколь, *экз/м³*

Организмы	Место взятия проб		
	устье рек	пелагиаль	заливы
Коловратки	330 074	12 163	18 213
Ветвистоусые	94 128	3 009	67 106
Веслоногие	22 256	16 115	24 222
Итого	446 458	31 286	109 541

Динамика развития планктона в оз. Алаколь в летний период (по Савинову, 1962) зависит от температуры воды. Так, в середине июня при температуре воды +17°С у поверхности плотность планктона незначительна, хотя его качественный состав довольно разнообразен. Преобладают коловратки, представленные почти всеми обитающими в озере видами, а также личинки ракообразных.

В начале июля при температуре + 24°С в поверхностном слое воды численность коловраток достигает максимума. Появляются и взрослые ракообразные, число которых в дальнейшем возрастает.

В последующий период, в течение всего августа, вода остается хорошо прогретой. Качественный состав планктона в это время меняется —в нем становится больше ракообразных. В таблице 4 показана динамика развития планктона в оз. Алаколь летом 1961 года.

Таблица 4

Изменение плотности планктона в оз. Алаколь летом 1961 г., *экз/м³*

Организмы	Июнь	Июль	Август
Коловратки	15840	120830	33040
Ветвистоусые	Не обнаружены	5160	19165
Веслоногие	5400	19930	91025

Таким образом, летом 1961 года в количественных показателях планктона наблюдалось два минимума: в июне, с преобладанием коловраток, и августе, с преобладанием ракообразных.

Зообентос. В бентосе озер Алакольской системы обнаружены представители следующих групп беспозвоночных: черви (олигохеты и пиявки), ракообразные (бокоплавы), паукообразные (клещи и их личинки), насекомые (личинки поденок, стрекоз, ручейников, комаров из семейства *Heleidae* и *Tendipedidae*). Есть и моллюски, но они встречаются крайне редко.

Несмотря на то, что в бентосе представлено значительное число групп беспозвоночных, основу его составляют личинки комаров семейства *Tendipedidae,* они же наиболее разнообразны и по видовому составу: их насчитывается 45 видов (Малиновская, 1959).

Качественное и количественное распределение бентоса, как и планктона, неодинаково в различных озерах системы. В Сасыкколе богатыми биотопами являются серые илы заливов Джартас и Берген, где биомасса достигает 67,7 *кг/га.* Население дна представлено здесь личинками тендипедид и олигохетами. Очень густо заселены днища купаков: гаммарусы, пиявки, личинки поденок, стрекоз, жуков, ручейников и двукрылых. Биомасса достигает здесь 165,5 *г/м*^{2}. Однако вся центральная часть ложа оз. Сасыкколь с его илистыми грунтами, содержащими много детрита и ракуши, практически не заселена макробентосом: большинство дночерпальных проб оказываются пустыми.

В Кошкарколе бентос количественно более богат, чем в Сасыкколе. Его центральные участки, имеющие грунты, сходные с грунтами оз. Сасыкколь, заселены личинками тендипедид, гелеид и олигохетами. Средняя биомасса 19 *кг/га.* Значительно богаче бентос в зарослях западного и юго-западного побережья, где встречаются моллюски, гаммариусы, личинки тендипедид, стрекоз и бабочек.

В Алаколе, по которому имеются наиболее полные сведения, отмечаются следующие биотопы (Савинов, 1962):

1. Биотоп серого ила, доминирующий в озере (до 54,6% площади). Занимая глубоководную часть Алаколя, он тянется с юго-востока на северо-запад.

2. Биотоп черного ила (до 7,4% площади) узкой полосой окаймляет северное, восточное и южное побережье озера. На западе занимает залив Белькудук.

3. Биотоп песчаного ила (до 4% площади) состоит из разобщенных участков, расположенных севернее острова

Большой Каменный, северо-восточнее острова Малый Каменный и южнее мыса Сартюбек.

4. Биотоп илистого песка (до 30,7% площади), занимает большую часть северо-восточного района озера, постепенно сужающейся полосой проходит к югу, прерываясь южнее Жарбулака. На западе озера этот биотоп занимает значительную площадь, особенно у устья р. Джаманты.

5. Каменисто-галечниковый биотоп, очень мал по занимаемой площади. Расположен у южного и западного побережья озера и в литоральной зоне Большого и Малого Каменных островов.

Распределение бентоса по перечисленным биотопам представляется в следующем виде (табл. 5, по Савинову).

Таблица 5

Распределение бентоса в оз. Алаколь по биотопам, *г/м²*

Организмы	Серый ил	Черный ил	Песчаный ил	Илистый песок
Олигохеты	0,001	—	0,001	0,033
Тендипедиды	3,801	1,657	1,974	0,601
Гелеиды	0,027	0,002	0,033	0,086
Прочие организмы	0,051	0,017	0,032	0,064
Итого	3,880	1,676	2,040	0,784

Из таблицы видно, что наиболее продуктивным биотопом в Алаколе является серый ил (3,880 *г/м²*). Бентос его слагается в основном из личинок тендипедид, которые превалируют на остальных биотопах.

Несколько иначе характеризует количественное состояние бентоса А. С. Малиновская (1959). Она определяет биомассу не биотопов, а отдельных участков озера. Так, на северо-западе (от Урджарского залива до залива Чубар-Тюбек) на глинисто-илистых грунтах биомасса колеблется от 9,12 до 156 *кг/га;* в среднем биомасса достигает 57,34 *кг/га.*

На западе, в заливах, образованных островами Белькудук и устьями речек Джаманты и Карасу, на песчаных грунтах, покрытых харовыми водорослями, биомасса составляет в среднем 22,2 *кг/га.*

На юге открытой части озера на глубине 30—40 *м* она составляет 50,4 *кг/га,* в заливе Малый Алаколь — 14,7 *кг/га.* Наиболее высокая величина средней биомассы отмечается в юго-восточной части озера, в районе Джарбулакской косы, на глубине 30 *м* (37,2 *кг/га*).

Очень бедны восточные заливы в урочище Верблюжий, заливы рек Эмель и Хатынсу, водоемы придаточной системы (11,6 *кг/га*). Средняя величина биомассы бентоса для всей группы Алакольских озер определяется А. С. Малиновской в 37,7 *кг/га*. По данным В. С. Савинова (1962), она только в оз. Алаколь равна 26,13 *кг/га*, при этом 95,6% составляют тендипедиды (табл. 6, по Савинову).

Таблица 6

Средняя биомасса бентоса оз. Алаколь, *г/м²*

Биомасса	Тендипедиды	Гелеиды	Олигохеты	Прочие организмы	Всего
Вес	2,449	0,043	0,011	0,060	2,613
%	95,6	1,7	1,04	2,3	100

Приведенные цифры по количественному составу бентоса озер Алаколь, Қошкарколь и Сасыкколь показывают, что богаче бентосом оз. Алаколь. Так, на большей части открытого плёса Сасыкколя бентос почти отсутствует, в Қошкарколе средняя величина его в центральных участках достигает 18—19 *кг/га*. Однако сравнивая Алаколь с другими водоемами СССР по величине биомассы бентоса (табл. 7, из отчета Савинова), видим, что продуктивность бентоса в Алаколе сравнительно невысока, следовательно и кормовая база его небогата.

Таблица 7

Биомасса бентоса оз. Алаколь и некоторых других водоемов

Водоемы	Биомасса бентоса, *кг/га*	Автор, год
Северный Каспий	1563,5	Чугунов, 1923
Аральское море	228,2	Яблонская, 1960
Ильмень	477,9	Домрачев, 1927
Чаны	94,17	Березовский, 1927
Севан	17,7	Арнольди, 1929
Балхаш	21,33	Тютеньков, 1954
Алаколь	26,13	Савинов, 1962

В пищевом отношении бентос Алаколя оценивается довольно высоко, так как основу его составляют личинки тендипедид, являющиеся легко доступным и высококачественным кормом для рыб. Тем не менее, Алаколь относится к водоемам очень низкокормным вследствие незначительной биомассы его бентоса.

Значение планктона, бентоса и водной растительности Алакольских озер в питании рыб

Бедность кормовой базы Алакольских озер не могла не отразиться на характере питания обитающих здесь рыб. По данным Малиновской (1959), в Сасыкколе, где бентос наиболее беден, большое значение в питании сазана независимо от его возраста имеет придонный планктон, а именно: ветвистоусые и веслоногие рачки. Из этих рачков состояла основная масса пищевого комка у 80% исследованных сеголеток. У остальных в пище преобладали тендипедиды, остракоды, остатки клопов и статобласты мшанок. Ветвистоусые рачки составляют 60—100% в пище у сазанов в возрасте 5—6 лет. Остальная часть пищевого комка состоит из олигохет, личинок тендипедид, личинок кулицид и яиц клопов.

В тростниковых плёсах Сасыкколя, где бентос практически отсутствует, пищей сазана в возрасте 2+ — 4+ лет является эпидермис тростника, диатомовые водоросли, детрит; сазанов в возрасте 7 лет — илистый грунт с остатками остракод, растительность, олигохеты и ветвистоусые рачки.

Сазан — типичный бентофаг, и то, что в оз. Сасыкколь он питается низшими ракообразными, говорит о крайне неблагоприятных условиях питания.

Сазан оз. Кошкарколь питается преимущественно растительной пищей. Ее составляют семена и побеги рдеста, эпидермис тростника, остатки харовых водорослей, сине-зеленые и зеленые водоросли.

Пища животного происхождения, найденная у 22% исследованных особей, представлена циклопами, лептодорой, личинками ручейника, поденок.

Пища сазана оз. Алаколь оказывается более разнообразной, в ней увеличивается значение бентоса. Основным компонентом являются тендипедиды (до 82%) и гелеиды. Входят в состав пищи и личинки ручейников, поденок, стрекоз, клопы, жуки, олигохеты, а также веслоногие, ветвистоусые и ракушковые рачки.

В различных районах озера соотношение отдельных компонентов пищи меняется, но в целом по озеру можно сказать, что сазан здесь «имеет широкий пищевой спектр и хорошо приспособился к использованию имеющихся в озере пищевых объектов» (Малиновская, 1959).

В питании маринки в оз. Алаколь наблюдается следующая закономерность. Сеголетки питаются бентическими ветвистоусыми рачками (50% пищевого комка) и макробентосом: личинки тендипедид, стрекоз, поденок, жуков (50% пищевого комка). У годовиков пища состоит исключительно из личинок

тендипедид. В возрасте двух лет у маринки наблюдается постепенный переход от животной пищи к растительно-детритной. И, наконец, у взрослого поколения маринок пища состоит целиком из водорослей (харовых), лишь как случайные элементы встречаются в ней представители планктона, клещи и личинки поденок.

Пищу окуня в Алаколе составляет мелкая рыба (губач, окунь — молодь и карликовый), а также бентос и планктон. Из представителей бентоса в пищевом комке обнаружены тендипедиды, олигохеты, кулициды, реже встречаются личинки ручейников, стрекоз, жуков. Из планктонных организмов в желудках окуней часто попадаются ветвистоусые и веслоногие рачки.

Приведенная выше краткая характеристика питания промысловых рыб Алакольских озер позволяет заключить, что в пищу ими используются все компоненты кормовой базы: бентос, планктон, растительность. Анализ питания, кроме того, вскрывает и напряженность пищевых взаимоотношений рыб, что при слабой обеспеченности кормом отрицательно влияет на их рост и развитие. Результаты анализа питания рыб подтверждают также вывод о недостаточности кормовой базы Алакольских озер. Обогащение ее, следовательно, — одна из задач, выполнение которой повысит рыбопродуктивность этих водоемов.

К улучшению кормовой продуктивности Алакольских озер может привести интродукция новых видов организмов, ценных как пища для рыб. Общее признание в качестве богатейшего акклиматизационного фонда получила каспийская реликтовая фауна, заключающая в себе большое количество групп ценных кормовых беспозвоночных (многощетинковые черви, мизиды, корофииды и кумовые из ракообразных, некоторые моллюски). Животные этого комплекса хорошо приживаются и входят в пищевой рацион рыб при вселении их как в естественные, так и искусственные водоемы (Журавель, 1950; Иоффе, 1956; Тютеньков, 1959). В 1963 г. партия мизид была вселена и в Алакольские озера.

Но работы по реконструкции фауны и флоры водоемов, широко развернувшиеся в нашей стране, лишь в незначительной степени коснулись Алакольских озер. Вселение сюда партии мизид в 1963 г. можно считать только началом обогащения фауны кормовых беспозвоночных водоемов системы. Эта работа требует постановки экспериментов по выявлению форм организмов, наиболее пригодных к вселению в водоемы Алакольской группы. Такие эксперименты должны быть начаты в ближайшее время.

Приложение

Видовой состав зоопланктона озер Алакольской системы

Название видов	Сасыкколь			Кошкарколь		Алаколь		
	Савина, 1941	Малиновская, 1959	Некрашевич, 1963	Савина, 1941	Малиновская, 1959	Савина, 1941	Малиновская, 1959	Савинов, 1962
1	2	3	4	5	6	7	8	9
PROTOZOA								
Arcella sp.	—	—	—	—	+	—	—	—
Difflugia sp.	—	+	—	—	+	—	—	—
Codonella sp.	—	—	—	—	—	—	+	+
Vorticella sp.	—	+	—	—	—	—	—	+
ROTATORIA								
Asplanchna herrieki Guern.	+	+	—	+	+	—	—	—
Asplanchna priodonta Gosse.	—	—	+	—	—	—	—	+
Anuracopsis fissa Gosse.	—	—	—	—	—	—	+	—
Brachionus angularis Gosse.	+	+	—	+	+	—	+	+
Br. bennini Leissl.	—	+	—	—	—	—	—	—
Br. calycifloris Pallas	—	—	+	—	—	—	—	+
Br. capsulifloris Pallas	—	+	—	—	+	—	+	—
Br. plicatilis Müll.	—	+	—	—	+	—	+	+
Br. urceus Linne	—	—	+	+	—	+	—	—
Conochiloides dossuarius Nuds.	—	—	—	—	—	—	—	+
Conochilus sp.	+	—	—	—	—	—	—	—
Diurella stylata	+	—	—	—	—	—	—	—
Filinia longiseta Ehrb.	—	+	—	—	—	—	—	—
Floscularia sp.	—	+	—	—	—	—	—	—
Castropus stylifer	+	—	—	—	—	—	—	—
Keratella cochlearis (Gosse)	+	+	+	+	—	+	—	—
K. aculeata f. tropica	—	—	—	—	—	+	—	—
K. quadrata (Müll.)	—	+	—	—	+	—	+	+
Lecane luna Müller	+	+	—	—	+	—	—	+
Lepadella ovalis (Müll.)	—	+	—	—	+	—	—	—
Monostyla lunaris Cosse	+	+	—	—	+	—	+	—
Mytilina sp.	—	+	—	—	—	—	—	—
Notholca acuminata Ehrb.	—	—	—	—	—	+	+	+
Pedalia oxyure Zernow	—	—	—	—	+	+	+	+
Platyias militaris (Ehrb.)	—	+	—	—	—	—	—	—
Polyarthra platiptera Ehrb.	+	+	—	—	—	+	+	—
P. vulgaris Corlin	—	—	+	—	—	—	—	+
Pompholyx complanata Cosse.	+	—	—	—	—	—	+	—
Schizocerca diversicornis Daday	—	—	—	—	—	—	—	+
Synchaeta sp.	—	+	—	—	+	+	+	+
Testudinella patina Müll.	—	—	—	—	—	—	—	+
Trichocerca capucina	+	—	—	—	—	—	—	—
Tr. pusilla (Jennings)	+	—	—	+	—	—	—	—
Trichocerca sp.	—	+	—	—	—	—	—	—
Trichotria tetractic Ehrb.	—	+	—	—	—	—	—	—

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	8	9
GLADOCERA								
Acroperus harpae (Baird)	—	+	—	—	—	—	+	—
Alona affinis Leyd.	—	+	—	—	—	—	—	—
A. quadrangularis (O. F. Müller).	—	+	—	—	—	—	—	+
A. rectangula Sars.	—	+	—	—	+	—	+	+
Bosmina ciregoni longicornis	+	—	—	—	—	—	—	—
B. longirostris O. F. M.	—	+	+	—	+	—	—	—
Ceriodaphnia pulchaella	+	—	—	—	—	+	—	—
C. reticulata (Iurine)	—	+	—	—	+	—	+	+
Ceriodaphnia sp.	+	—	—	—	—	+	—	—
Chydorus sphaericus O. F. M.	+	+	+	+	+	+	+	+
Daphnia balchaschesis Manyil	—	+	—	—	+	—	+	—
D. cristata	—	—	—	—	—	—	—	—
D. cucullata apicata Kurz.	—	+	—	—	—	—	+	—
D. hyalina Leydig	—	—	—	—	—	—	—	+
D. longispina	—	—	+	—	—	—	—	—
Diaphanosoma brachyurum (Lievin)	+	+	+	+	+	+	+	+
Leptodora kindtii (Focke)	+	+	—	—	—	—	—	—
Leydigia acanthocercoides (Fischer)	—	+	—	—	—	—	—	—
L. leudigii (Schodler)	—	—	—	—	—	—	+	—
Macrotrix sp.	—	+	—	—	+	—	—	+
Moina brachiata (Iyrine)	—	+	—	—	—	—	+	+
M. rectirostris Leydig	—	—	—	—	—	—	—	+
Rhynchotalona rostrata (Koch.)	—	—	—	—	—	—	+	—
Scapholeberis sp.	—	—	—	—	—	—	+	—
Sida crystallina Müll.	—	+	—	—	+	—	+	+
Simocephalus vetulus	+	—	—	—	—	+	—	—
COPEPODA								
Acanthocyclops viridis (Iur.)	+	+	—	+	+	+	—	—
Cyclops sp.	+	—	—	—	—	—	—	—
C. fimbriatus Fisch.	—	—	—	+	—	—	—	—
C. leuckarti Sars.	+	—	—	+	—	+	—	—
C. oithonoides Sars.	+	—	—	+	—	—	—	—
C. strenuns Fisch.	+	—	—	—	—	—	—	—
Cyclops sp.	—	—	+	—	+	—	—	+
Eucyclops serrulatus Fisch.	—	+	—	+	—	—	—	—
Mesocyclops sp.	—	+	—	—	—	—	+	—
Diaptomus denticornis Wierz.	—	+	—	—	—	—	—	—
D. graciloides Lill.	+	+	—	—	+	—	—	—
D. salinus (Dad.)	+	—	+	+	+	+	+	+
Nauplii Copepoda	—	+	+	—	+	+	+	+

ЛИТЕРАТУРА

Журавель П. А. К проблеме обогащения кормности водохранилищ юго-востока Украины. «Зоологический журнал», 1950, т. XXIX, вып. 2.

Иоффе Ц. И. Первые работы по обогащению кормовой базы Цимлянского водохранилища. «Научно-технический бюллетень ВНИОРХ», 1956, № 1—2.

Малиновская А. С. Кормовая база Алакольских озер и ее использование рыбами. «Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии», вып. 2. Алма-Ата, 1959.

Некрашевич Н. Г. К характеристике состояния запасов промысловых рыб Алакульских озер. Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1963.

Решения Совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. «Труды Совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных». М., 1954.

Савина Н. О. Планктон озер системы Алаколь. Отчет по теме «Сырьевая база и крмовые ресурсы внутренних вод водоемов Казахстана (система озер Алаколь). Фонды КазНИИРХ, 1941.

Савинов В. С., Мордухович С. А. Гидробиология и гидрохимия озера Алаколь. «Промежуточный отчет Алакольской экспедиции Отдела географии АН КазССР за 1961 год», т. 4. Фонды КазНИИРХ.

Самонов А. М. Бентос Алакольских озер. Отчет по теме «Сырьевая база и кормовые ресурсы внутренних водоемов Казахстана (система озер Алаколь)». Фонды КазНИИРХ, 1940.

Тютеньков С. К. Акклиматизация каспийских мизид в Балхаше. «Труды Совещания по биологическим основам рыбного хозяйства», изд. Томского гос. унив. Томск, 1959.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Н. Г. НЕКРАШЕВИЧ

МАТЕРИАЛЫ ПО ИХТИОЛОГИИ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Все ихтиологические работы автора можно подразделить на четыре этапа в соответствии с задачами, выдвигаемыми в каждом отдельном случае рыбной промышленностью.

Первый этап — исследования 1939 г. на тему: «Изучение результатов акклиматизации балхашского сазана в озерах Алаколь и Сасыкколь». В итоге работ, рыбной промышленности были даны конкретные предложения о возможности и необходимости промышленного использования запасов сазана. На основании этих предложений алакольские рыбзаводы стали производить промысловый вылов сазана наравне с основными местными породами рыб.

Исследования 1940—1941 гг. явились вторым этапом в изучении озер. Законченная работа представляла собой научный отчет — «Материалы к изучению сырьевой базы рыбного промысла Алакольских озер», состоящий из двух частей: «Характеристика промысловых уловов рыб Алакольских озер» (Некрашевич, 1941) и «Паразитофауна рыб Алакольских озер» (Смирнова, 1941).

Третий этап — исследования 1945 г. — был завершен отчетом «Пути рационального использования запасов рыбы в Алакольских озерах». Автор определяет возможный годовой вылов рыбы в 40 тыс. *ц* и дает обоснованную рекомендацию вселения судака в озера Алаколь и Сысыкколь.

В результате исследований 1939—1945 гг. была составлена сводка «Рыбы Алакольских озер (систематика, биология, промысел)». Все перечисленные исследования автора послужили основанием для включения Алакольских озер в сферу деятельности рыбной промышленности.

Дальнейшие исследования производились на Алакольских озерах в 1953 г. Институтом зоологии АН КазССР (Горюнова, Малиновская, Мартехов, 1954). Была изучена кормовая база озер и дана биолого-промысловая характеристика сазана, маринки, окуня. Исходя из ряда предположений, авторы определили, что «при более интенсивном промысле» рыбопродуктивность Алакольских озер «может составить 13,7 *кг/га*», что в годовом вылове рыбы даст около 42 тыс. *ц*. Этим подтвердился наш прогноз, предложенный рыбной промышленности в 1945 г. (Некрашевич, 1945).

Экспедиция Отдела географии АН КазССР в 1960—1962 гг. собрала большой гидробиологический материал, причем обработаны были только сборы из оз. Алаколь.

Четвертый этап наших работ — исследования 1962—1964 гг. — Алакольский ихтиологический отряд КазНИИРХ (Некрашевич, 1962, 1963) проводил наблюдения и сборы материалов в весенне-летний период и в октябре 1962 г., в мае и июне 1963 г. и в феврале 1964 г. Результатом этих работ были научные отчеты с практическими предложениями и рекомендациями для рыбной промышленности. В частности, были даны: биологическое обоснование акклиматизации судака в оз. Алаколь (Некрашевич, 1962), характеристика состояния запасов промысловых рыб Алакольских озер (Некрашевич, 1963) и биологическое обоснование минимальной промысловой меры сазана оз. Сасыкколь (Некрашевич, 1964).

Ихтиофауна бассейна Алакольских озер представлена восемью видами рыб, которые относятся к трем семействам: сем. карповых — речная маринка (*Schizothorax fluviatilis* sp. nova Nekraschewitsch, 1964), алакольская маринка (*Schizothorax argentatus* var. *victorianus* Nekraschewitsch, 1948), голый осман (*Diptychus dubowskii* Kessler), сазан (*Cyprinus carpio* var. *dogeli* Nekraschewitsch, 1963); сем. вьюновых — озерный губач (*Nemachilus* var. *ruzkii* Nekraschewitsch, 1948), одноцветный губач (*Nemachilus labiatus* Kessler); сем. окуневых — судак (*Lucioperca lucioperca* L.), белый окунь (*Perca Schrenki* Kessler).

За исключением вселенных сазана и судака, рыбы Алакольского бассейна — аборигены. Сазан акклиматизирован в 1932—1933 гг. (Некрашевич, 1963), судак впущен в 1963 г. в оз. Алаколь (Некрашевич, 1964). В 1953 г. в оз. Сасыкколь впущен зеркальный карп, который изредка попадается единичными экземплярами в уловах этого водоема. Перевезенные в бассейн стерлядь из Волги (1952) и линь из Зайсана (1953) не прижились.

Обзор представителей ихтиофауны

1. *Речная маринка —Schizothorax fluviatilis sp. nova.*

Была обнаружена нами летом 1962 г. в р. Урджар и ее притоках. Внешне резко отличается от маринки, обитающей в озерах. Местные рыбаки-старожилы сообщили, что этот вид маринки встречали в реках Катынсу и Эмель.

Один экземпляр был добыт нами на перемет, наживленный внутренностями сазана и выставленный в русле реки в 20—25 *км* выше устья. Три экземпляра этой же формы добыты в июне 1962 г. на спиннинг у водопада в истоках р. Уялы — притока р. Урджар. Наконец, несколько экземпляров мы видели в уловах среди обычной маринки, добытой в реках Урджар и Уялы, а также в оз. Уялы. Все четыре экземпляра маринки из бассейна р. Урджар были измерены по схеме И. Ф. Правдина (1939). Два из них переданы автором в Зоологический музей АН СССР, где они хранятся под номерами 37479 и 37480.

Таблица 1

Общие и меристические признаки речной маринки

Наименование признаков	№ экз. и показатели			
	1	2	3	4
Длина тела без С, *мм*	533	568	519	496
Общий вес тела, *г*	2250	2940	1850	1630
Длина головы, *мм*	130	146	137	124
Заглазничный отдел головы, *мм*	80	93	82	72
Длина рыла, *мм*	48	51	46	40
Наибольшая высота тела, *мм*	94	115	93	83
Длина кишечника, *мм*	—	—	—	145
Формула спинного плавника	III—7	III—7½	III—7	III—7
» анального »	II—6	II—6	II—6	II—6
» грудного »	I—17	I—18	I—18	I—18
» брюшного »	I—8	I—9	I—7	I—8
» глоточных зубов	—	—	—	2, 3, 5—5, 3,2
Число жаберных лучей	3—3	3—3	3—3	3—3
» тычинок на первой жаберной дуге	—	—	—	15+23
» позвонков	—	—	—	42
» чешуй в боковой линии	94—97	105—102	97—96	103—101
» продольных рядов над боковой линией	21—22	33—32	22—20	22—21
» продольных рядов под боковой линией	19—20	22—20	19—19	21—22
» чешуй в расщепе	21	30	24	22
» чешуй по боку хвостового стебля	24	23	23	22

Описание: D III 7; A II—III 6—7; P I 17—18; V I 7—9; ll 94 $\frac{21-32}{19-22}$ 105. Жаберных тычинок на первой дуге 15+23; позвонков 42; формула глоточных зубов 2.3.5—5.3.2. Рот скорее конечный, чем полунижний, относительно большой и широкий. Голова несжатая. Нижняя губа посредине не прервана.

Отношения. Длина головы в длине тела содержится 3,8—4,1 раза; высота головы через середину глаза в ее длине 2,1—2,4, равна или немного меньше толщины в этом же месте; высота головы у затылка в ее длине 1,4—1,6 раза. Длина хвостового стебля в длине тела 4,9—5,8 раза, превосходит наименьшую высоту тела в 2,1—2,4 раза. Наибольшая высота в длине тела 4,9—6,0 раз; высота спинного плавника равна или больше его основания в 1,1 раза; высота анального плавника больше высоты спинного и больше его основания. Длина *P* больше длины *V* в 1,3—1,4 раза, в 6,3—6,6 меньше длины тела и в 1,8—2,0 меньше *P—V*; длина *V* содержится 8,8—9,3 раза в длине тела. Длина кишечника составляет 95% длины тела без С.

Сравнительные заметки. Типы *Sch. argentatus* (коллекции ЗИН АН СССР, № 874 и 2319; по Бергу, 1949) найдены в р. Урджар, вид описан Кесслером в 1874 г. по этим двум экземплярам, имеющим абсолютную длину 96 и 119 *мм*, т. е. по молоди, которая, естественно, отличается по морфологическим признакам от крупных особей. Других материалов из р. Урджар не имеется.

От типичной *Sch. argentatus* речная маринка отличается большим количеством разветвленных лучей *A*, большим числом чешуй в боковой линии, наибольшей высотой тела, наименьшим отношением высоты тела к длине хвостового стебля, значительно более коротким кишечником: 95% в длине тела против 200—500 у балхашской маринки. Для сравнения приводятся фотографии голов речных маринок (рис. 1).

Биология. Описываемый вид распространен в бассейне р. Урджар, впадающей в оз. Алаколь, и проточных мелких озерах этого бассейна: Уялы, Бискупы, Соленое, а также, вероятно, в других притоках Алаколя. Экземпляр № 4 оказался самкой во второй стадии зрелости; в ястыках были заметны оставшиеся икринки, значит мы имели в руках отнерестовавшую самку. Нахождение ее в истоках р. Уялы после нереста позволяет считать, что речная маринка не покидает речных участков и где-то недалеко нерестует. Местные рыбаки не знают случаев вылова этого вида маринки в открытом озере, вдали от берегов. Судя по нахождению ее у слива водопада, речная маринка ведет хищнический образ жизни, подкараули-

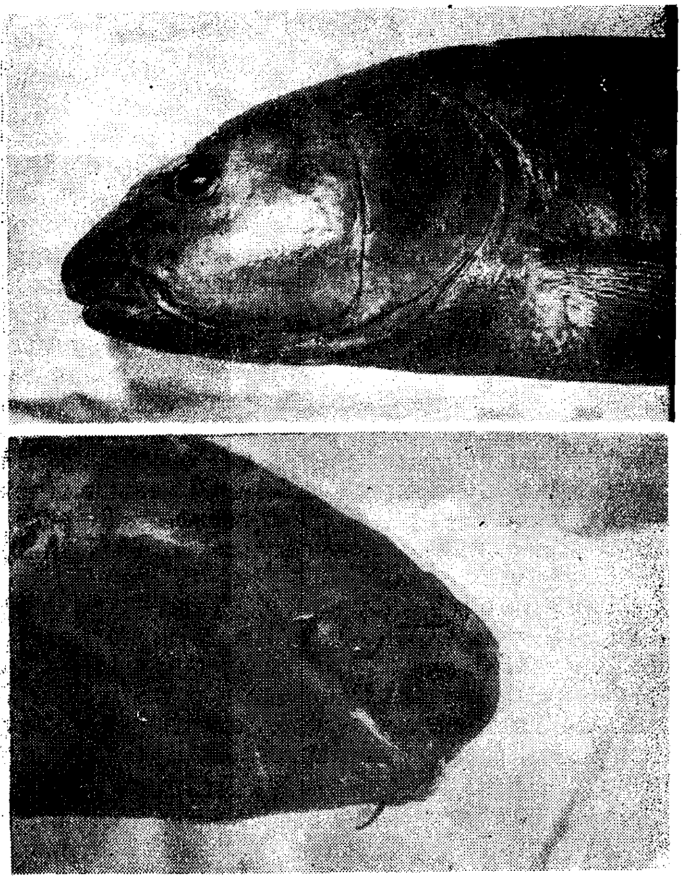


Рис. 1. Фотографии голов речных маринок.

вая добычу в бурунах и у подошвы порогов. Относительно короткий кишечник подтверждает сказанное.

Поведение речной маринки в водоеме отчасти напоминает поведение лосося или тайменя. Она держится под водопадом, охотясь за мелкой рыбой. С жадностью бросается на заброшенную со спиннинга блесну (вращающегося типа) и хватает ее, как только она коснется воды в пенящемся буруне. Несколько раз пыталась схватить ее на быстрой струе, ниже водопада, а также на глубине 3—4 *м* под водопадом.

В промысловых уловах речная маринка встречается редко и, не являясь массовым видом, может представлять лишь спортивный интерес. Однако нельзя отрицать возможности использования этой интересной рыбы для интродукции в другие водоемы со специфическими условиями среды (водопады,

речки с быстрым течением) после того, как будет изучена более основательно ее биология.

2. *Алакольская маринка — Schizothorax argentatus* var. *victorianus* Nekraschewitsch, 1948.

— *Schizothorax argentatus.* Кесслер. «Изв. Об-ва любит. естеств.», 1874, XI, вып. 3, стр. 55 (р. Урджар, приток оз. Алаколь).

— *Schzothorax orientalis.* Кесслер, ibidem, стр. 54 (оз. в Джунгарском Алатау).

— *Schizothorax victorianus.* — Некрашевич. «Уч. зап. Томск. ун-та., 1948, № 11, стр. 119 (оз. Алаколь).

В нашем распоряжении было 50 взрослых маринок, полученных из промысловых уловов оз. Алаколь (34 экз.), Сасыкколь (14) и Кошкарколь (2). Сопоставив признаки маринки из всех трех водоемов, мы не обнаружили систематических различий.

Описание: *D* III—IV 5—$8\frac{1}{2}$, *A* II—III 5—6; *P* I 14—19, *V* II 8—10, *ll* (86) $91\frac{19-31}{13-27}$ 105 (109).

Колебание признаков у исследованных рыб имеет следующий характер. В спинном плавнике три неразветвленных луча имели 42 особи и четыре — 2. В последнем случае в плавниках было по 7 разветвленных лучей. В остальных они распределялись так: 5 лучей — 1 случай, $6\frac{1}{2}$—1; 7—5; $7\frac{1}{2}$—33, $8\frac{1}{2}$—4 случая. Таким образом, преобладают варианты (84%), когда в *D* имеется $7\frac{1}{2}$ и более разветвленных лучей.

В анальном плавнике лишь в одном случае формула была II 6 и в одном III 5, в остальных же 42 случаях — III $5\frac{1}{2}$. В грудном плавнике 1 неразветвленный и 17—19 разветвленных лучей наблюдалось у 31 особи (86%), 16 — у одной, 15 — у трех и 14 — у одной из 44. В брюшном плавнике при двух неразветвленных лучах у десяти особей 8 ветвистых лучей, у 33-х — 9 и у одной — 10.

Число чешуй в боковой линии составляет такой ряд:

85—91—97—103—109—115; среднее — 96—97.
3 23 18 3 1

Нижняя челюсть без режущего покрова, сверху посредине на ней имеется заметный бугорок. Рот полунижний. Чешуя передней части тела, как и задней, почти не образует поперечных рядов, в большинстве случаев сравнительно некрупная; часто (9 из 43 случаев) образует между основанием шипа спинного плавника и боковой линией 25 и более продольных рядов. Шип спинного плавника сильный или слабый; бывает

утолщен против третьего твердого луча анального плавника; зубчики на нем начинаются в первой четверти от основания и идут до самого верха. Усики короткие. Передние не доходят до вертикали переднего края глаза, доходят лишь до середины носового отверстия, иногда выходят за него, а задние доходят до вертикали середины глаза, чаще выходят за нее и редко за вертикаль заднего края глаза. Нижняя губа посредине не прервана. Голова несжатая. Рыло скорее широкое, чем коническое. Чешуя на брюхе доходит до самого межжаберного промежутка. Длина головы не равна длине хвостового стебля, а больше его в 1,1—1,2 раза, в длине тела без С 4,0—5,0 раз. Грудные плавники составляют по длине более половины промежутка между *P* и *V*.

Окраска алакольской маринки темно-серая с зеленоватым оттенком, причем у многих особей она серозеленоватая; голова часто светлее спины — зеленовато-желтая; брюшная сторона тела в большинстве случаев светло-желтая, у особенно упитанных экземпляров желтая; в таких случаях желтоватая окраска распространяется на нижнюю половину головы. Слабо упитанные особи не имеют желтых оттенков, нижняя половина тела у них темно-серая, брюхо светло-серое. Рыбы длиной менее 30 *см* имеют окраску с серебристым оттенком, который более интенсивен у мелких рыб. У весьма редких экземпляров наблюдается красный оттенок на концах плавников (*aberr. erythrina*). Маринки, выловленные в устье р. Тентек (приток Сасыкколя), имели более темную окраску; спина у них почти черная (*aberr. nigra*) — дно в предустье и в устье Тентека темное.

Отношения. Длина головы по отношению к длине тела в 3,9—5,0 раза меньше, высота головы через середину глаза в ее длине 2,4—2,6 раза, равна или в 1,1 раза больше толщины в этом же месте; высота головы у затылка в ее длине 1,3—1,8 раза. Диаметр глаза в длине головы 5,3—9,6, в ширине лба — 2,1—3,3, в длине рыла — 1,9—2,4 раза. Длина хвостового стебля в длине тела 4,5—6,1 раза, превосходит наименьшую высоту тела в 2,1—2,4 раза. Наибольшая высота в длине тела 4,5—6,1 раза. Высота спинного плавника больше его основания в 1,2—1,3 раза. Высота анального плавника равна или немного больше высоты спинного, в 1,8—2,1 раза больше основания *A*. Длина *P* больше длины *V* в 1,2—1,4 раза, в 5,4—6,9 раза меньше длины тела и в 1,5—2,1 меньше расстояния между *P* и *V*. Длина *V* содержится 7,1—9,8 раза в длине тела.

Сравнительные заметки. Как уже говорилось выше, Кесслер в 1874 г. описал маринку *Sch. argentatus* из р. Урджар по двум молодым особям. В том же году он описал один экземпляр маринки «из озера в Джунгарском Алатау»

(из какого именно, не указано) как новый вид *Sch. orientalis*. Петерс (1877) и вслед за ним Финш (1879) называют маринку из Алаколя тем же именем, не приводя ее описания.

Впоследствии Л. С. Берг (1914) при обработке коллекции маринок АН СССР включил в описание вида *Sch. argentatus* I экз. маринки из Сасыкколя (сбор Полякова, 1877), I экз. из оз. в Алатау — *Sch. orientalis*, 4 экз. из р. Аягуз и I экз. из р. Лепсы (сборы Полякова, 1877), 2 экз. из р. Кунгеса, притока р. Или (сбор Пржевальского, 1878) и 9 экз. из р. Или (сборы Никольского, Алфераки, Абрамовича, Кутюкова) — всего, кроме двух экз. Шренка, 18 экземпляров маринки, из которых 16 происходят из водоемов бассейна оз. Балхаш, один — из неизвестного озера и лишь один экземпляр — из Алакольского бассейна. Нельзя не отметить, что в руках исследователей-систематиков не было ни одного экземпляра маринки непосредственно из самих озер Алаколя и Балхаша. Между тем в ихтиологической литературе *Sch. argentatus* носит название «балхашская маринка». Под этим названием объединены маринки бассейнов Балхаша и Алаколя.

Мы не беремся ревизовать систематику этих маринок, так как не имеем для этого достаточно данных, но допускаем, как предположение, что *Sch. argentatus*, описанная Кесслером из среднего течения р. Урджар (в 100 *км* от устья), распространена только в реке и не доходит до озера, или, если это алакольская маринка, то она описана неточно. Обитающая в оз. Алаколь форма отличается от описанной Кесслером и Бергом рядом важных морфологических признаков (которые рассматриваются ниже), и это побудило нас считать маринку из оз. Алаколь самостоятельной формой — *Sch. argentatus var. victorianus* (*victorianus* — в честь победы Советской Армии над фашистской Германией).

Маринка из самого оз. Алаколь в систематическом отношении до настоящего времени оставалась неизученной. Исследование 50 экз. этой маринки дало нам возможность установить несколько признаков, отличающих ее от балхашской — *Sch. argentatus*, а также и илийской — *Sch. pseudaksaiensis*. Сначала сравним по ряду признаков алакольскую и балхашскую маринки.

Алакольская маринка (по Некрашевичу, 1948)	*Балхашская маринка* (по Бергу, 1949)
В брюшном плавнике два неразветвленных луча.	В брюшном плавнике один неразветвленный луч.
Нижняя челюсть без рогового покрова, сверху посредине заметный бугорок	То же, бугорка нет.

Расположение чешуи одинаково как в передней, так и в задней части тела; заметны неправильные поперечные ряды. Чешуя сравнительно некрупная.	Чешуя в передней части тела не образует поперечных рядов, сравнительно крупная.
Между основанием шипа спинного плавника и боковой линией 25 и более продольных рядов чешуи.	Между основанием шипа спинного плавника и боковой линией не более 25 продольных рядов чешуи.
Голова несжатая.	Голова сжатая.
Рыло скорее широкое, чем коническое.	Рыло почти коническое.
Длина головы всегда немного больше длины хвостового стебля, в длине тела 4,0—5,0 раза.	Длина головы равна длине хвостового стебля (иногда немного больше его), в длине тела 3,9—4,6 раза.
Длина грудных плавников более половины расстояния между *P* и *V*.	Длина грудных плавников около половины расстояния между *P* и *V*.
Нижняя губа посредине не прервана.	Нижняя губа посредине прервана.

Как нетрудно заметить, алакольская и балхашская маринки значительно отличаются друг от друга по числу неветвистых лучей в брюшных плавниках, размерам чешуи, шипу спинного плавника, форме головы, длине анального и грудных плавников. Эти различия не менее характерны, чем различия между балхашской и илийской маринками. Сказанное можно подтвердить сравнением некоторых признаков и их отношений у трех маринок.

Алакольская маринка	*Балхашская маринка*[1]	*Илийская маринка*[1]
В брюшных плавниках по два неветвистых луча.	В брюшных плавниках по одному неветвистому лучу.	
Чешуя сравнительно некрупная; между основанием шипа спинного плавника и боковой линией 25 и более продольных рядов чешуи, в боковой линии менее и более 100 чешуй.	Чешуя сравнительно крупная; между основанием шипа спинного плавника и боковой линией не более 25 продольных рядов чешуи в боковой линии не более 100 чешуй.	Чешуя сравнительно мелкая; между основанием шипа спинного плавника и боковой линией более 25 продольных рядов чешуи, в боковой линии около 100 чешуй.
Грудные плавники занимают более половины промежутка между основаниями *P* и *V*.	Грудные плавники занимают немного более половины промежутка между основаниями *P* и *V*.	Грудные плавники длинные: они заходят за две трети промежутка между основаниями *P* и *V*.

[1] Цитируется по Бергу, 1905.

Наконец, сравним еще несколько меристических признаков всех трех маринок и некоторые отношения пластических, которые обнаруживают различие в пределах их колебаний (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение меристических признаков маринок

Название признаков	Алакольская маринка	Балхашская маринка	Илийская маринка
Формула спинного плавника	III—IV 5—8½	II—III 7	III 7
Формула анального плавника	II—III 5—6	III 5	III 5
Формула грудного плавника	I 14—19	I (14)16—19	I 17—20
Формула брюшного плавника	II 8—10	I 8—10	I—9
Формула боковой линии	$(86)91-\frac{19-31}{13-27}105(109,114)$	$92-\frac{20-25}{15-21}100$	$100\frac{28-30}{22-30}$
Диаметр глаза в длине головы	5,3—9,6	5,0—7,6	4,5—7,2
Диаметр глаза в ширине лба	2,1—3,3	1,4—2,9	2,0—2,5
Наименьшая высота тела содержится в длине хвостового стебля	2,1—2,3	1,9—2,0	1,8—2,1
Наибольшая высота тела в его длине	4,5—6,1	4,5—5,0	4,3—5,0
Длина брюшного плавника в длине тела	7,1—9,8	6,5—9,1	6,4—7,8

Из всех сопоставлений следует, что наша маринка отличается от *Sch. argentatus* количеством ветвистых лучей в грудных плавниках, неветвистых и разветвленных — в спинном плавнике и, отчасти, в анальном, формулой боковой линии, а также имеет различия в соотношении некоторых пластических признаков (см. табл. 2), среди которых выделяется наименьшая высота тела, она у нашей маринки меньше, чем у балхашской. Кроме того, алакольская маринка отличается от маринки из Балхаша более быстрым темпом линейного и весового роста (табл. 3). Основываясь на всех этих данных, мы пытались присвоить ей новое видовое название (Некрашевич, 1948). Считаясь с замечаниями Л. С. Берга (1949), мы сопоставили вновь, и более основательно, систематические признаки и биологические данные алакольской и балхашской маринок и пришли к выводу, что описанная нами маринка является все-таки самостоятельной формой.

Распространение. Алакольская маринка распространена в бассейне Алаколя. Еще Финш (1897) сообщал, что в Алакольском бассейне маринка населяет в одинаковой мере как соленые степные озера, так и пресноводные реки, стекающие с гор Алатау. Повсеместно встречается в самом оз. Алаколь и в реках Урджар, Хатынсу, Эмель с притоками и других и проникает даже в арыки оросительной системы. По р. Урджар доходит до с. Урджар. В р. Эмель встречается в 50 *км* выше ее устья, а в Хатынсу — в 30 *км* (по словам местных жителей). Обычна в речке и озере Уялы, а также в озере Сасыкколь и других, где в последние годы потеряла былое промысловое значение.

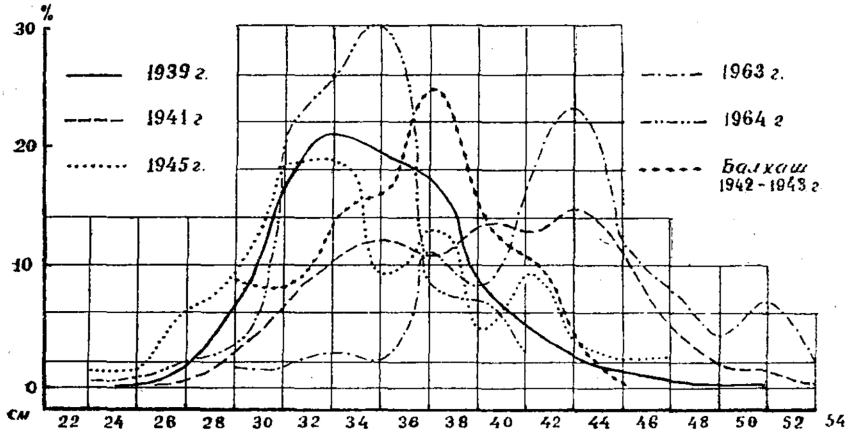


Рис. 2. График распределения маринки по длине тела в промысловых уловах Алакольских озер в разные годы.

Биология. Размеры маринки, добываемой промыслом в оз. Алаколь показаны в приложении I и на графике (рис. 2); они колеблются в пределах от 22 до 54 *см* (во всех случаях длина тела без С) и от 240 до 2000 *г*. В каждом сезоне преобладающие размеры вылавливаемой маринки неодинаковы.

Так, в зимних уловах преобладали рыбы, имеющие размеры и среднюю длину меньше (28—40 *см*, средн. 34), чем в весенних и летних уловах (32—46 *см*, средн. 42), когда они представлены в основном компонентами нерестовой популяции. Из графика и таблицы в приложении следует, что характер распределения маринки в уловах по длине тела в основном не меняется в течение многих лет. Это значит, что запасы ее находятся не в напряженном состоянии.

Возрастные размеры и вес алакольской маринки показаны в таблице 3, где для сравнения приводятся данные по маринке из Балхаша.

Таблица 3

Возрастные размеры маринки

Возраст	Алаколь; Некрашевич, 1946						Сасыкколь; Некрашевич, 1963						Балхаш; по Савиной, 1956
	Длина, *см*			Вес, *г*			Длина, *см*			Вес, *г*			
	от	до	средн.	от	до	средн.	от	до	средн.	от	до	средн.	Средняя длина тела
4+	27,5	34,4	32,1	300	600	502	—	—	—	—	—	—	21—24
5+	32,3	38,5	35,8	500	810	635	—	—	—	—	—	—	24—27
6+	36,4	44,7	39,3	760	1250	883	39,0	42,0	40,6	760	950	888	28—31
7+	37,7	45,2	42,3	850	1290	1125	39,0	43,0	41,04	790	1120	940	32—34
8+	—	—	47,1	—	—	1200	37,0	45,0	41,3	645	1320	981	34—36
9+	—	—	—	—	—	—	38,0	49,0	44,3	700	1400	1105	— —
10+	—	—	—	—	—	—	44,0	—	44,0	1045	—	1045	— —

В уловах наблюдается некоторое преобладание самок над самцами. Половая зрелость наступает у самцов в основном на пятом-шестом году жизни, т. е. примерно на год раньше, чем у самок, которые созревают на шестом-седьмом году. Н. О. Савина (1956) указывает, что «возраст полового созревания у балхашской маринки очень растянут, у самцов — от 3 до 8 лет, а у самок от 4 до 11 лет». Этому трудно поверить.

Из наших материалов следует, что алакольская маринка совершает нерест не каждый год (Некрашевич, 1946), это подтверждается нахождением в конце марта до 30% самок длиной 38—45 *см* в возрасте до 8 лет с половыми продуктами во второй стадии зрелости, причем это рыбы не вновь готовящиеся к нересту, а уже нерестовавшие в минувшем году, что заметно визуально по состоянию их гонад; коэффициент зрелости этих самок колеблется от 0,4 до 0,6%. В этой же серии 25% самок такого же размера, но в возрасте 6 лет, имели коэффициент зрелости от 5,7 до 13,8%. В конце апреля в серии из 110 самок алакольской маринки 31 были в шестой стадии, 1,4 — в четвертой и 65 — во второй.

У маринки длиной 43—45 *см* в возрасте 6—7 лет насчитывалось от 34 до 45 тыс. икринок. Примерно такая же плодовитость наблюдалась у маринки из Балхаша (Савина, 1956). Начало массового хода на нерест — апрель; разгар нереста — конец апреля — начало мая.

В мае начинается скат с нерестилищ и распределение на неглубоких участках для нагула. С половины июня алакольская маринка уходит на глубины и снова появляется в предустьевых зонах с половины августа. В конце сентября часть ее заходит в реки на зимовку. Другая часть в ноябре отходит

в озера, к местам зимовки. Последние, вероятно, не являются общими с сазаном, так как зимние уловы представлены сазаном и окунем, а маринка в них очень редка.

Маринка вылавливается в промысловых количествах только в оз. Алаколь. В других озерах она составляет в уловах доли процента и промыслом не учитывается. В целом по всем озерам улов маринки не превышает одного процента в годовой добыче всех пород. В 1940 г. улов маринки составлял в оз. Алаколь 50%, Сасыкколь — 8 и Кошкарколь — 2, а в целом по озерам — 26%. С течением времени, когда численность сазана в озерах увеличилась, маринки стало ловиться все меньше и меньше.

По пищевкусовым качествам маринка ценится высоко (жирность мяса, по Савиной, 1956, от 8,45 до 9,37%).

Алакольская маринка, как и балхашская, питается детритом, водорослями, бентосом, «вместе с которым захватывается большое количество ила» (Савина, по Домрачеву, 1956). В Алаколе маринка в июне и июле держится у каменных островов, питаясь в это время продуктами обрастания скал, где они уходят отвесно в воду.

Заслуживает внимания вопрос об интродукции алакольской маринки в другие водоемы, за пределы естественного ареала, например в бассейн Каспия, где кормовые ресурсы огромны, а рыб, питающихся детритом и пернфитоном, почти нет.

3. *Голый осман — Diptychus dybowskii* Kessler.

Встречается в реках и речках бассейна оз. Алаколь. Промыслового значения не имеет, но представляет интерес для рыболовов-спортсменов, которые называют его форелью.

4. *Сазан — Cyprinus carpio carpio var dogeli* Nekr.

— *Cyprinus carpio* Linne Syst. nat., ed. X, 1758. — Домрачев П. Ф., «Изв. Лен. ихтиол. ин-та», т. XI, 1930 (Балхаш, без описания). — Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, ч. II, 1949 (указание на проникновение в Балхаш и переселение в Алаколь, без описания). — Некрашевич Н. Г. «Зап. Сиб. отд. ВНИОРХ», т. 1, 1934 (оз. Чаны, описание молоди). *Cyprinus carpio* L. — Никольский Г. В. и Евтюхов Н. А. «Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир., отд. биол.», т. 49, вып. 3—4, 1940 (р. Или, описание по 56—58 экз.). — *C. carpio carpio* var. *dogeli*. — Некрашевич Н. Г. «Тр. Ин-та ихтиол. и рыб. хоз-ва АН КазССР», т. 4, 1963 (описание по 50 экз. молоди и 73 экз. взрослых).

Распространение. Бассейн Алакольских озер. По р. Урджар поднимается выше с. Урджар по Тентеку — выше Уч-Арала. Во всех водоемах придаточной системы. Благодаря способности сазана проникать в соседние водоемы через вре-

менные протоки в маловодные годы много его погибает в отшнуровавшихся водоемах, особенно зимой, во время заморов.

Биология. В наших ранее опубликованных работах сообщаются основные сведения по биологии сазана Алакольских озер (Некрашевич, 1963). Поэтому здесь приводятся данные лишь за последние годы. Размеры сазана в промысловых уловах в разные годы показаны в приложении II, и в феврале 1964 г. — на графике (рис. 3).

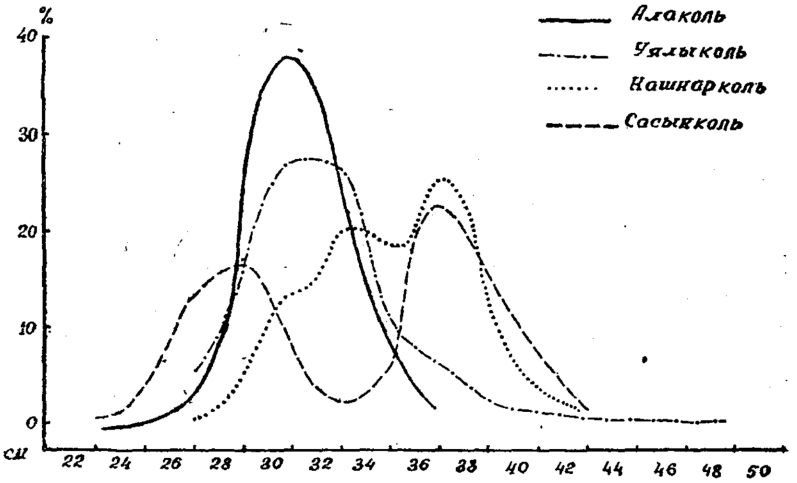


Рис. 3. График распределения сазана по длине тела в промысловых уловах Алакольских озер, февраль 1964 г.

Из этих данных следует, что средняя длина сазана в промысловых уловах колеблется от 26 до 33 *см*. При этом качественный состав уловов выше в Кошкарколе и наиболее низок в Сасыкколе.

Данные о возрастном составе сазана в уловах показаны в приложении III и на графиках (рис. 4—6), из которых следует, что в Алаколе и Сасыкколе преобладают рыбы четырехлетнего возраста, а в Кошкарколе четырех- и пятилетнего.

Половой состав характеризуется некоторым преобладанием самок в весенне-летний период.

Сопоставительные данные о возрастных размерах сазана Алакольских озер и других водоемов представлены в таблице 4. Из таблицы видно, что рост сазана с 1940 г. ухудшился в оз. Алаколь и остается почти на одном уровне в Сасыкколе. Это можно объяснить недостаточным использованием запасов сазана в первом случае и интенсивным выловом его — во втором, принимая во внимание соответственно степень использования рыбами кормовой базы. На основании данных табли-

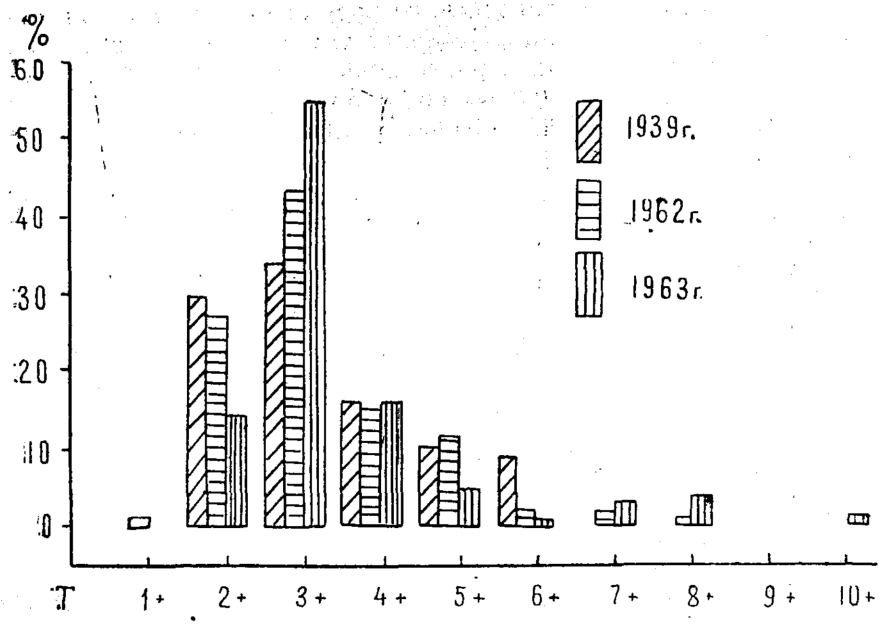


Рис. 4. Возрастной состав сазана в уловах оз. Алаколь.

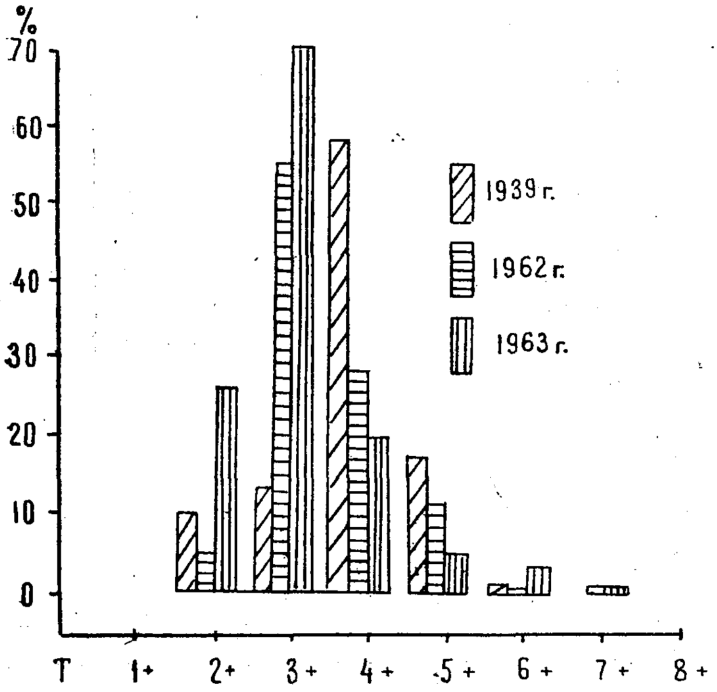


Рис. 5. То же оз. Сасыкколь.

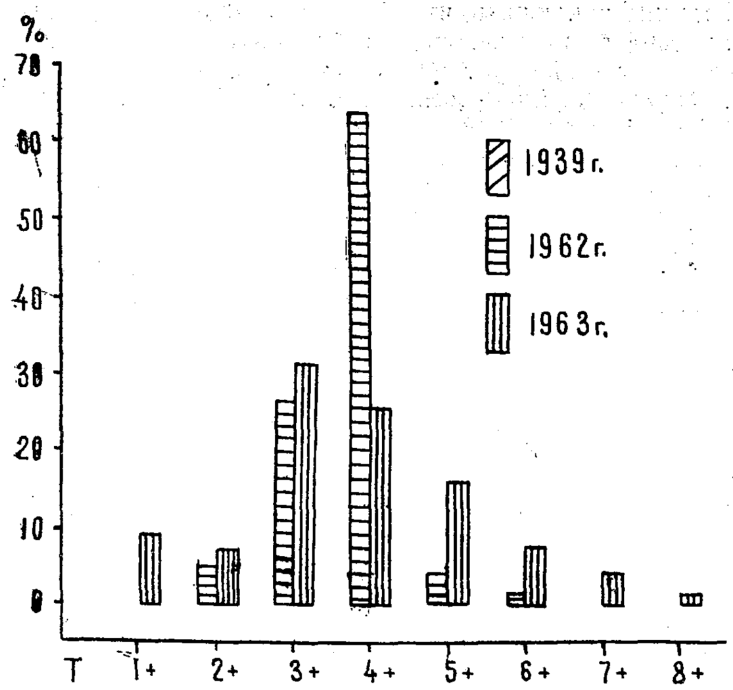


Рис. 6. к стр. 21. То же оз. Кошкарколь.

Таблица 4

Рост сазана в различных водоемах, *см*

Водоемы и источники данных	Возраст сазана					
	1+	2+	3+	4+	5+	6+
Оз. Алаколь (Некрашевич, 1940)	—	28,9	33,7	40,2	44,4	46,3
Оз. Алаколь (Некрашевич, 1963)	—	—	29,0	29,4	31,5	33,1
Оз. Сасыкколь (Некрашевич, 1940)	26,0	27,3	30,4	36,6	40,4	46,6
Оз. Сасыкколь (Некрашевич, 1963)	—	25,4	28,5	36,9	41,4	49,2
Оз. Балхаш (Некрашевич, 1940)	19,0	21,8	25,1	27,1	29,9	—
Оз. Балхаш (Домрачев, 1930)	8,8	16,6	21,0	25,5	28,0	—
Оз. Балхаш (Серов, 1964)	—	19,4	21,9	24,6	27,5	29,4
р. Или — низовья (Никольский, 1940)	9,1	14,8	19,0	22,3	24,9	26,5
Аральское море (Никольский, 1940)	12,6	21,5	29,3	36,0	41,6	46,5
Оз. Камышлыбаш (Никольский, 1940)	12,1	12,5	25,3	30,0	34,0	—
Оз. Караколь (Никольский, 1940)	14,9	23,9	31,5	35,3	39,9	—
р. Аму-Дарья (Никольский, 1940)	7,9	12,8	17,2	23,3	30,2	36,2
Оз. Иссык-Куль (Петров, 1935)	13,5	26,0	35,0	41,7	47,1	52,5
Азовское море (Петров, 1929)	12,5	24,0	32,0	37,0	42,0	47,0
р. Кура (Петров, 1935)	13,0	25,5	34,0	41,0	45,5	49,0
р. Волга (Петров, 1935)	13,0	25,0	33,0	38,0	42,0	—

цы 4 можно заключить, что сазан в Алакольских озерах растет хорошо, оставляя позади себя балхашского и илийского сазанов, несколько уступая аральскому.

5. *Озерный губач — Nemachilus strauchi* var. *ruzskyi* Nekraschewitsch, 1948.

— *Diplophysa strauchi.* Кесслер. Изв. Общ. любит. естеств., XI, вып. 3, 1874 (р. Или); Peters. Monatgber. Berl. Akadem., 1887 (Сасык-Алаколь); Kessler. Mel. biol, X, 1879; Finsh Vehr. zool.-bot. Gesel., Wien, XXIX, 1879 (1880), (Сасык-Алаколь). — Никольский, Тр. СПб., общ. ест., XIX, 1887. — *Nemachilus strauchi.* Герценштейн, Рыбы путешеств. Пржевальского, 1888 (бассейн Балхаша, Сасыкколя и Тарима). — *Diplophysa strauchi.* Берг. Рыбы Туркестана, 1905 (частью: бассейн Балхаша, Сасыкколя и Тарима).

— *Nemachilus strauchi* (Kessler). Берг. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, ч. 2, 1949 (бассейны Балхаша, Сасыкколя и Алаколя). — *Nemachilus ruzkyi* Nekraschewitsch, 1948, Некрашевич. Уч-зап. Томск. ун-та, 11, 1948.

Местные названия: губач, пестряк, реже — пескарь.

Материалом для систематики губача послужили собранные нами в 1945 г. 46 экземпляров: 23 самки длиной от 180 до 245 *мм* (средн. 210) и весом 100—200 *г* (средн. 107) и 23 самца соответственно — 195—249 *мм* (средн. 212) и 65—170 *г* (средн. 113).

Описание: *D* (II) III $7^1/_2$—9, *A* II—III 5—6, *P* I 12—14, *V* I—II 7—8, II (86) 98—117. Формула *D* варьирует таким образом: III $7^1/_2$ — в пяти случаях из 46, III 8 — в 19, III $8^1/_2$ — в 14, III 9 — в семи и II 9 — в одном случае. Формула *A*: II 5— в двух, II 6 — в двух, III 5 — в 12, III $5^1/_2$ — в 12, III 6 — в 18 случаях. Формула *P*: I 12 — в 12, I 13 — в 25, I 14 — в 9 случаях. Формула *V*: I 7 — в четырех, I 8 — в четырех, II 7 — в трех, II 8 — в 35 случаях. Число канальцев в боковой линии распределялось так, как показано ниже:

Число канальцев	86	96	97–100	103	106	109	112	115	118	n	M
Частота	1	1	1	1	2	1	6	0	2	15	106

Количество позвонков колеблется от 38 до 42 (средн. 39—40). Жаберных тычинок на первой жаберной дуге 13—18 (средн. 14—15). На последней жаберной дуге вместо глоточных зубов, которые указываются Бергом (1933) для семейства *Gobitidae* («глоточные зубы однорядные, в умеренном количестве»), 12—14 коротких жаберных тычинок.

Толщина хвостового стебля меньше наименьшей высоты тела; хвостовой стебель длиннее головы и редко равен ей;

наименьшая высота тела содержится в длине хвостового стебля 3—5 раз; высота спинного плавника не более наибольшей высоты тела у самцов, а у самок бывает равна и редко (3 случая из 22) больше; наибольшая высота тела в его длине содержится 5—7 раз, а наименьшая 13,9—19,6 раз; грудные плавники длиннее или (реже) короче брюшных, последние короче расстояния *V—A*. Хвостовой плавник имеет слабую выемку, из 46 случаев один — усеченный. Ноздри прилегают друг к другу.

Канальцы *ll,* расположенные с каждой стороны тела, напоминают строчку швейной машины, когда верхняя нитка и петли нижней вытягиваются на лицевую сторону шва. Это хорошо заметно на подсохших (сверху) рыбах[2]. Канальцы боковой линии продолжаются на голове, проходя сразу над верхним краем жаберной щели, затем вперед к глазу и на уровне его половины разделяется на две ветви, из которых верхняя идет по верхней стороне головы и заканчивается у ноздри, а нижняя — вперед под глазом и заканчивается в области усиков на конце рыла. Третья ветвь обнаруживается на границе между крышечной и подкрышечной костями и следует, выгибаясь вниз, в направлении углов рта, где и оканчивается (рис. 7).

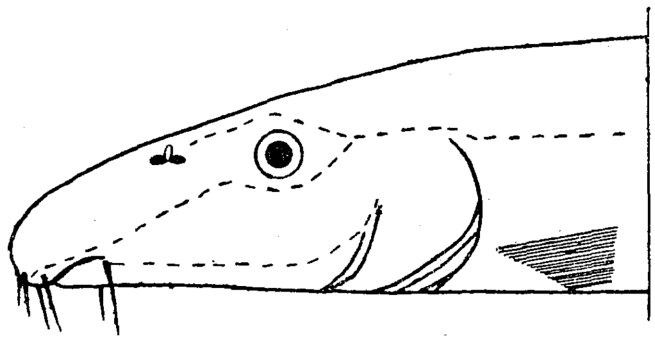


Рис. 7. Схема расположения канальцев боковой линии на голове озерного губача.

Окраска тела в известной степени соответствует удачному названию «пестряк». В большинстве случаев алакольский озерный губач действительно пестрый. Спина темно-серая, иногда со слабым сизым оттенком. Брюшная сторона светлая. По всему телу разбросаны округлые темные пятна разной ве-

[2] На свежих рыбах боковая линия хуже заметна, чем на формалинных после отмочки; в последнем случае она очень хорошо выделяется не только на туловище, но и на голове.

личины у различных экземпляров. У одних они 4—6 *мм* в поперечнике с такими же или большими промежутками, у других 2—4 *мм*. Наиболее мелкие пятна наблюдаются в передней части туловища и на голове, наиболее крупные в средней и в хвостовой. Иногда пятна, расположенные ниже боковой линии, очень мелки — до точек, при этом переход к ним от крупных более или менее постепенный.

У самцов грудной плавник сильно утолщен.

Отношения. В длине тела наибольшая высота содержится 4,9—6,9 раза, длина хвостового стебля — 3,9—5,0; антедорсальное расстояние — 1,7—2,05; постдорсальное расстояние 2,4—2,8; высота спинного плавника — 6,1—8,31, длина его основания — 7,9—11,0; высота анального плавника — 7,0—10,7; ширина лба — 15,6—35,3; наименьшая высота тела в длине хвостового стебля — 3,2—5,0; толщина хвостового стебля в наименьшей высоте тела — 1,1—2,3 раза.

Имеется существенное различие в средних индексах признаков самок и самцов (в % к длине тела): наибольшая высота спинного плавника — 6,28 (M diff.), длина грудного плавника — 7,65 (M diff.), наибольшая высота анального плавника — 12,24 (M diff); отношение высоты спинного плавника (в %) к наибольшей высоте тела (M diff. 3.77) имеет большую величину у самцов, а такие, как расстояние между грудными и брюшными плавниками в % длины тела (M diff. 8.34) и отношение (в %) между длиной брюшных и грудных плавников (M diff. 3,04) — больше у самок. Эти различия не имеют значения при сравнении описываемого вида с другими, так как в основе сопоставления лежат иные признаки, по которым самцы и самки не различаются.

Сравнительные заметки. Наш *Nemachilus strauchi* var. *ruzskyi* отличается от типичного *N. strauchi* числом твердых и мягких лучей в *D, A,* и *V,* при этом даже в большей степени, чем *N. labiatus,* что подтверждается данными таблицы 5.

Если у сравниваемых видов число твердых и мягких лучей *A* и *P* находится в пределах колебаний этого признака у нашего губача, то формулы их спинного и брюшного плавников существенно различаются. Наш губач имеет в брюшном плавнике два неразветвленных луча в 38 случаях из 46, тогда как у сравниваемых видов в брюшных плавниках имеется только по одному неразветвленному лучу. А это признак весьма важный. Но мы имеем данные об отличии нашего губача от *N. strauchi* и по пластическим признакам, которые сравниваются в таблице 6; в ней для сравнения с нашими приведены обобщенные данные Берга (1949) по двум отдельным видам губача.

Таблица 5

Меристические признаки разных видов губача

Признаки	*N. var. ruzskyi* (По Некрашевичу, 1948)	*N. strauchi* (По Бергу, 1949)	*N. labiatus* (По Бергу, 1949)
Формула спинного плавника	(II) III 7,5—9	III—IV 7—8 (9)	III (6) 7
Формула анального плавника	II—III 5—6	III—5	III—5
Формула грудного плавника	I 12—14	I 12—13	I 13—15
Формула брюшного плавника	I—II 7—8	I 7—8	I 7
Число позвонков	38—42	39—42	41—43
Тычинок на I жаберной дуге	13—18	11—17	12—13

Таблица 6

Сравнение отношений признаков у трех форм губача

Признаки	*N. var. ruzskyi*	*N. strauchi*	*N. labiatus*
Длина всего тела, *мм*	226—290	97—185	139—185
Длина тела без C	187—245	81—188	121—160
Длина головы в длине тела	4,5—5,7	4,4—5,1	5,0—5,8
Диаметр глаза в длине головы	5,0—8,6	4,6—5,8	6,3—8,2
Ширина лба	1,4—2,2	1,2—2,0	1,7—2,2
Наибольшая высота тела в его длине	4,9—6,9	5,3—8,2	7,6—8,9
Наименьшая высота тела в наибольшей	—	2,3—3,0	2,0—2,5
Длина хвостового стебля в длине тела	3,9—5,0	3,6—5,1	4,2—4,6
Наименьшая высота тела в длине хвостового стебля	3,1—5,0	3,4—5,6	3,5—5,0
Длина *P* в длине тела	5,3—8,0	5,4—7,3	7,1—8,0
Длина *V* в длине тела	5,9—7,6	6,2—8,5	6,9—7,6

Из данных таблицы видно, что наш губач отличается от типичного *N. strauchi* в такой-же степени, как различаются между собой оба последних вида. Эти различия выражаются в показателях признаков по отношению к длине тела: длины головы, диаметра глаза и наибольшей высоты тела, и по отношению наименьшей высоты тела к длине хвостового стебля.

Но все эти сравниваемые цифры могут показаться не вполне убедительными. Поэтому мы воспользовались сводкой биометрики пластических признаков *N. strauchi* (42 экз.: по Меньшикову, 1937) и сравнили с ее данными результаты на-

Таблица 7

Сравнение биометрики пластических признаков губача

Наименование признаков	(Некрашевич, 1948) *N. strauchi var. ruzskyi*	(Покровский, 1947) *N. strauchi*	M. *d.*	(Меньшиков, 1941) *N. strauchi*	M. *d.*	(Меньшиков, 1941) *N. strauchi zaisanicus*	M. *d.*	(Меньшиков, 1941) *N. strauchi ulacholicus*	M. *d.*
Длина тела (без С), *мм*, *в % длины тела*	211,33±2,42	168, 5±0,26		86,68±2,38	—	77,52±3,33	—	77,40±4,07	—
Длина головы	20,24±0,17	19,73±0,12	2,46	20,88±0,12	3,04	21,78±0,18	7,35	22,88±0,20	12,00
Наибольшая высота тела	16,58±0,32	15,25±0,18	11,4	—	—	13,49±0,15	8,15	14,83±0,09	4,77
Длина хвостового стебля	22,91±0,188	23,97±0,20	—	23,14±0,21	0,83	22,93±0,09	0,10	25,82±0,31	7,00
Антедорсальное расстояние	52,21±0,29	50,35±0,25	15,38	51,95±0,15	0,79	53,54±0,24	3,5	50,64±0,42	3,08
Постдорсальное расстояние	37,94±0,196	39,83±0,25	18,9	38,53±0,21	7,27	38,10±0,24	0,52	41,36±0,38	7,96
Высота D	14,52±0,169	15,15±0,18	3,35	16,95±0,13	11,8	15,08±0,21	2,07	16,86±0,20	9,00
Длина основания D	11,17±0,137	10,77±0,1	3,12	10,48±0,15	3,45	8,49±0,11	15,30	—	—
Наим. высота тела в % длины хвостового стебля	26,37±0,365	22,35±0,32	12,4	22,85±0,33	7,25	28,38±0,41	3,73	21,74±0,26	10,40
Толщина хвостового стебля в % наименьшей высоты тела	65,38±1,94	126,15±2,69	18,3	62,42±1,85	17,5	100,08±1,04	15,7	109,05±1,35	18,50

ших исследований (табл. 7). Одновременно в этой же таблице наши данные сопоставляются с данными по систематике зайсанского и иссыккульского губачей. Здесь уже биометрически вычислена M differentia сравниваемых признаков, что показало существующее отличие нашего губача от *N. strauchi* и по таким пластическим признакам, как длина головы, наименьшая высота тела, постдорсальное расстояние, высота и длина основания спинного плавника и ширина лба (в %) в длине тела, и наименьшая высота тела (в %) в длине хвостового стебля, и толщина хвостового стебля (в %) в наименьшей высоте тела.

Наш губач отличается также и от зайсанского *N. strauchi zaisanicus*. Далее мы сравниваем обобщенные признаки *N. strauchi, N. strauchi* var. *ruzskyi,* N. labiatus, что еще раз подтверждает различия (табл. 8).

Таблица 8

Сравнение разных видов губачей по обобщенным признакам

N. var. ruzskyi	*N. strauchi*	*N. labiatus*
Толщина хвостового стебля меньше наименьшей высоты тела.	Хвостовый стебель по толщине равен или больше наименьшей высоты тела.	Хвостовой стебель длинный и низкий, толщина его равна или даже немного больше высоты.
Высота спинного плавника не более наибольшей высоты тела у ♀♀ и редко более (3 из 22) у ♂♂	Высота спинного плавника не более наибольшей высоты тела.	Высота спинного плавника более наибольшей высоты тела.
Грудные плавники длиннее или короче (реже) брюшных	Грудные плавники длиннее брюшных.	Грудные плавники короче или равны по длине брюшным.
Спина темно-серая, по всему телу разбросаны черные пятна различной формы и величины.	На спине и боках округлые черные пятна. На спинных и хвостовых плавниках ряды темных пятнышек.	Окраска большей частью одноцветная; иногда на теле неправильные темные пятна.
Длина до 290 *мм*	Длина до 200 *мм*	Длина до 185 *мм*
Экстерьерное число 4,9—6,9	Экстерьерное число 5,3—8,2.	Экстерьерное число 8—8,9

Озерный губач резко отличается от сравниваемых своими крупными размерами (вся длина тела до 290 *мм*). Этот факт, а также различия по мерестическим и пластическим призна-

кам свидетельствуют о том, что он представляет собой самостоятельную форму.

Мы считаем совершенно необходимым отметить, что *Nemachilus (Diplophysa,) strauchi* указан Бергом (1933) для Алакольского бассейна на основании нахождения Поляковым в 1877 г. и Кушакевичем в 1881 г. в р. Тентек (приток Сасыкколя) двух экземпляров губача. Тип же описан Кесслером (1874) из р. Или (№ 2328, Зоол. музей АН СССР). Петерс (1877) и Финш (1879) для Сасыкколь-Алаколя указывали также *Diplophysa strauchi,* не давая его описания. Впоследствии коллекция рыб этого вида пополнилась десятью экземплярами из бассейна Или и двумя экземплярами из Иссык-Куля (сборы разных лиц). По этому объединенному материалу Л. С. Берг сделал сводку систематики вида *N. (D.) strauchi.* Следует упомянуть, что в эту сводку не вошло ни одного экземпляра губача из самого оз. Алаколь, откуда происходит описанная нами новая форма. Естественно, что прежние исследователи о нем не знали.

Любопытно обратить внимание на особенность экстерьера нашего озерного губача *N. strauchi,* var. *ruzskyi.* Прежде всего он имеет высокую спину и сравнительно высокий, как бы несколько уплощенный по вертикали, хвостовой стебель в его наиболее подвижной части (наименьшая высота тела). Этим он отличается от других видов бывшего рода *Diplophysa,* которые, в противоположность нашему губачу, обитают не в озерах или медленно текущих водоемах, а в речках с быстрым течением. Вполне естественно, что именно поэтому они имеют более низкое тело и тонкий хвостовой стебель, снабженный в своей самой подвижной части более сильной мускулатурой, которая определяет круглую форму поперечного сечения хвостового стебля на участке его наименьшей высоты.

Наш губач, по-видимому, круглый год держится в озере, заходя в реки Урджар и Эмель лишь в весенний, нерестовый период. Он встречается в озере все лето и зимует в нем, что устанавливается по промысловым данным. Следует добавить, что он отличается сравнительно быстрым ростом (см. ниже).

Таким образом, наш губач выделяется в своем роде не только морфологически, но и биологически, поэтому на основании многочисленных отличий его от типичного *N. (D.) strauchi* по меристическим,пластическим и биологическим признакам мы нашли возможным выделить его в особую форму озерного губача, которому и дали наименование *Nemachilus strauchi* var. *ruzskyi* (в честь своего учителя, старейшего советского зоолога, заслуженного деятеля наук проф. М. Д. Рузского).

Распределение. Алакольский озерный губач обитает в озерах Алаколь, Сасыкколь, Уялы и мелких озерах, обычен

на всем протяжении р. Уялы, которая имеет очень слабое течение.

Биология. В сети с ячеей 22—24 *мм* попадает озерный губач длиной от 187 до 249 *мм* (без С) и весом 65—200 *г*. Длина самцов (195—249) несколько больше, чем самок (187—245), но различие несущественно (M diff. 0,94). В таблице 9 дана характеристика линейных размеров губача.

Таблица 9

Линейные размеры губача из оз. Алаколь

	Длина, *мм*					$M \pm m$
	185 — 198 — 211 — 224 — 237 — 250					
Самцы	5	6	6	5	1	232,12,42±3,75
Самки	7	7	4	2	3	232,10,15±3,74
Оба пола	12	13	10	7	4	462,11,33±2,42

Возрастные размеры и вес губача приведены в таблице 10.

Таблица 10

Возрастные размеры и вес губача из оз. Алаколь, март 1945 г.

Возраст	Длина, *мм*			Вес, *г*			Колич. экземпляров
	от	до	средн.	от	до	средн.	
3	187	210	200	65	120	98	13
4	195	224	205	70	125	100	23
5	214	249	232	125	150	140	10

Коэффициент упитанности губача (по Фултон) колеблется от 0,8 до 1,5, причем с увеличением возраста он становится меньше.

Плодовитость губача, судя по 15 пробам, собранным в марте, составляет от 27470 до 67875 икринок, средняя 43000—44000. Диаметр икринок колеблется от 0,85 до 1,2 *мм* (средн. 0,99 *мм*).

Губач нерестует обычно в апреле, сразу после окуня. Нерестилища его располагаются в придаточной системе нижнего течения речек — полоях, старицах и заводях. Мы находили молодь губача в Алаколе в самых различных гидрологических условиях: от прибрежных опресненных до осолоненных участков. Эврибионтность губача, в частности его эвригалинность, определяет его значительную численность в водоемах Алакольской группы.

Губач ведет придонный образ жизни и питается бентосом. Мы измеряли у 40 взрослых особей длину кишечного тракта и установили, что она не зависит ни от длины тела, ни от возраста и колеблется от 112 до 214% по отношению к длине тела. Такие отношения показывают, что кишечный тракт у губача сравнительно короткий, что характерно для рыб, потребляющих животную пищу.

Губач в больших количествах поедается окунем, в желудках которого мы находили этих рыб самых различных размеров. С вселением в Алакольские озера судака, губач приобретает большое значение как кормовой объект для этого вселенца. Так как губач питается донным кормом, то выедание судаком губача приведет к высвобождению кормовых ресурсов для сазана.

6. *Одноцветный губач — Nemachilus labiatus (Kessler).*

Распространен в притоках оз. Алаколь. Промыслового значения не имеет. Представляет интерес как компонент кормовой базы для окуня и судака.

7. *Судак — Lucioperca lucioperca* L.

Впущен в оз. Алаколь с целью акклиматизации в апреле и октябре 1963 г. в количестве 2525 взрослых особей, перевезенных из низовий р. Урал.

Консультируя работников Казахской республиканской производственно-акклиматизационной станции (КРПАС), мы рекомендовали выпускать судака в опресненной части озера, однако по транспортно-техническим причинам это не было сделано и его выпустили в той части озера, где наиболее высока соленость — до 8‰ — у с. Коктума. Но судак сам исправил положение, мигрировав в опресненную северо-западную часть водоема на расстояние 30—80 *км*. Нами зарегистрированы случаи попадания судака в рыбацкие сети через 10—12 дней после впуска в предустьевых пространствах у рек Карасу (западная часть озера), Эмель (северное побережье) и Урджар (северо-западная часть озера).

О нересте судака в год выпуска сведений нет. Однако поступили сведения, что рыбак гослова 15 июня 1964 г. поймал вместе с тремя производителями одного судачка длиной не более 20 *см* в районе устья р. Карасу. Если это действительно так, то выходит, что выпущенные весной 1963 г. судаки тогда же и отнерестовали. В мае и июне 1964 г. производители судака неоднократно залавливались в рыбацкие сети перед устьями рек Урджар, Эмель, Карасу, Джаманты.

На основании опросных данных и данных наблюдений наших сотрудников установлено, что судак, выпущенный в оз. Алаколь в апреле и октябре 1963 г., прижился в озере, расселившись по его акватории. Он занял в основном предустье-

вые пространства с низовьями речек (Қарасу, Эмель, Хатынсу, Урджар) и некоторые водоемы придаточной системы, например оз. Уялы.

Нами установлено, что судак нерестовал весной 1964 г. Так, 12 и 25 мая в сети нашего наблюдательного пункта в устье р. Эмель попало два судака-самца. Это были «покатные» производители с гонадами VI стадии. Они, соответственно, имели размеры: длина тела без С — 475 и 495 *мм*, вес — 1465 и 1910 *г*; внешне выглядели весьма упитанными (коэффициент по Фултон 1,35 и 1,57).

Еще лучшим подтверждением, что судак нерестовал в Алаколе, служит нахождение в низовьях р. Урджар двух сеголетков судака, которые имели в августе 1964 г. следующие размеры: длина тела без С — 165 и 152 *мм*, вес — 60,5 и 45 *г*. Что это сеголетки, подтверждается просмотром чешуи и позвонков, а также сравнительными данными. Например, сеголетки донского судака в августе достигают средней длины 184 *мм*, кубанского — 180 *мм*, балхашский судак в середине июля имеет 170 *мм* в длину.

Таким образом, судак в Алаколе прижился, занял опресненные зоны озера и нормально размножается. О первых итогах интродукции судака в оз. Алаколь см. статью автора в настоящем сборнике.

8. *Белый окунь — Perca schrenki* Kessler.

— *Perca schrenki*. Кесслер. Изв. Общ. любит. естеств., XI, вып. 3, 1874 (Балхаш и Алаколь). Peters. Monatgber. Berl., Akadem., 1887 (Сасык—Алаколь). Finsch. Vehr. zool.-bot. Gesel., Vien, XXIX, 1879 (1890), (Сасык—Алаколь).

— *Perca schrenki* Kessler. Берг. Рыбы Туркестана, 1905. — Берг. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, ч. 3, 1949.

— *Perca schrenki* var *Smirnovia*. Некрашевич, Уч. зап. Томск. ин-та, 1948, № 11.

Местные названия: окунь, белый окунь.

Распространение. Описываемый окунь распространен во всех водоемах Алакольской системы, в трех крупных озерах группы встречается в промысловых количествах. Вероятно, в речках образует жилую форму, так как встречается в них круглый год, тогда как нерестовые косяки после икрометания скатываются обратно в озера.

Биология. Л. С. Берг (1949), говоря об окуне из Балхаша, отмечает, что в этом озере «...существует две экологические формы окуня: 1) прибрежная, медленно растущая, и 2) пелагическая, которой свойствен более быстрый рост». В Алаколе также имеется форма окуня, обладающая угнетенным ростом — карликовая; она очень широко распространена

в предустьевых пространствах, низовьях рек и речек и их придаточной системе.

Размеры половозрелых особей карликового окуня колеблются от 9 до 16 *см*. Карликовый окунь питается в основном придонными организмами и бентосом. Окунь, обладающий нормальным ростом, широко распространен в Алаколе и других озерах бассейна. Он обитает в открытых частях водоемов. Основная его пища — мелкие рыбы: губач и карликовый окунь, а может быть и собственная молодь. Это форма хищного окуня. Взрослые особи имеют длину тела от 17 *см* и выше. В уловах преобладают рыбы размером 20—30 *см*.

10 июля 1962 г. поисковым отрядом в открытом озере между устьем р. Эмель и о-вом Б. Каменный на участке, где глубина была не менее 10 *м*, в пелагиали было обнаружено большое скопление окуня. Так, дрифтерными сетями за один замет было поймано 225 окуней. Сети имели ячею не менее 50 *мм*, что не позволяло рыбам объячеиваться, но они цеплялись за нити сетного полотна жаберными крышками, максилярными костями и пр. По своим размерам рыбы распределялись так: 9—10 *см* — 6 экз., от 11 до 16 — 203, от 17 до 29 *см* — 18.

Приведенные факты говорят о том, что на данном участке было несметное количество окуня. Рыбы попадали в сети на глубине 3—4 *м* от поверхности воды (в 6—7 *м* от дна). Здесь в толще воды в июле широко распространены планктонные организмы: коловратки, а также ветвистоусые и веслоногие рачки, которые обычно имеют большое значение в питании рыб. Ими, конечно, и питается пелагический окунь, иначе трудно было бы объяснить его пребывание в толще воды вдали от берегов и на относительно большом расстоянии от дна.

По размерам этот окунь занимает как бы промежуточное положение между карликовым и нормально растущим (хищным). Можно допустить, что в Алаколе существует не две, а три экологические формы окуня Шренка: карликовая, нормально растущая(хищная) и пелагическая в узком смысле слова. Однако не является ли наш пелагический окунь возрастной группировкой, обитающей на определенном этапе развития в пелагиали Алаколя?

В ихтиофауне оз. Алаколь окунь является желательным компонентом, особенно теперь, когда здесь акклиматизируется судак. Хищный окунь, как показали многолетние наблюдения, не угрожает запасам сазана или маринки. Так, в оз. Кошкарколь в 1940 г. в промысловых уловах было 97% окуня, а сазана только 1%, а в 1944 г. окуня было выловлено лишь 5%, а сазана 91%. Известно, что в Кошкарколь сазан проник в весьма небольшом количестве во время весеннего паводка и отнерестовал там. Огромные массы прожорливого окуня не

оказали пагубного влияния на молодь сазана, которая нормально развилась в этом озере до стадии промыслового возврата.

В Алаколе, как и в Балхаше, окунь, особенно его карликовая форма, будет служить пищей судаку, что высвободит для последнего такой пищевой объект, как губач, а в целом ослабится пищевая конкуренция за бентос между сазаном с одной стороны и мелким окунем и губачом, с другой. Более подробная биологическая характеристика белого окуня дана в статье К. П. Цыба, помещенной в настоящем сборнике.

Хозяйственное значение Алакольских рыб

Промысловое значение в озерах Алакольской группы имеют лишь три вида: озерная маринка — *Schizothorax argentatus* var *victorianus,* сазан — *Cyprinus carpio carpio* var *dogeli* и белый окунь — *Perca schrenki.* Сазан, акклиматизированный здесь в 1932—1933 гг., уже в первой половине сороковых годов стал основной промысловой рыбой. С тех пор его удельный вес в общем годовом вылове рыбы во всех озерах колеблется в пределах 75—90%.

В таблице 11 приводятся данные о соотношении отдельных видов рыб в годовых уловах последних трех лет (1961—1963), в сравнении с 1939 г., когда запасы сазана стали использоваться впервые.

Таблица 11

Видовой состав промысловых уловов рыбы в Алакольских озерах, %

Водоемы	Годы	Маринка	Сазан	Окунь	Количество выловленой рыбы, *ц*
Сасыкколь	1939	7	8	85	1331
	1961	1	65	34	7789
	1962	2	77	21	9282
	1963	4	80	16	21887
Кошкарколь	1961	1	91	8	6310
	1962	1	87	12	9330
	1963	Сотые	89	11	3894
Алаколь	1939	43	1	56	2515
	1961	1	89	10	20914
	1962	1	80	19	19782
	1963	6	74	20	20763
Все озера	1939	31	14	65	3846
	1961	1	84	15	35013
	1962	1	81	18	38346
	1963	2	81	17	46454

Устойчивые уловы сазана по всем озерам определяются режимом рыболовства, которое ориентируется, главным образом, на вылов сазана. Несколько увеличился вылов маринки. Уловы окуня более или менее стабильны.

Большая численность карликового окуня до сих пор была отрицательным фактором в рыбном хозяйстве Алакольских озер, главным образом по причине пищевой конкуренции с ценными промысловыми рыбами — сазаном и маринкой. Теперь же, когда в озерах акклиматизируется судак, карликовый окунь становится ценным компонентом кормовой базы этого рентабельного хищника. Такое же значение приобретает и губач.

Речная маринка хозяйственного значения пока не имеет и может служить интересным объектом для рыболовов-спортсменов. Не исключено, что она может сыграть известную роль в рыбоводстве как объект гибридизации с озерной маринкой.

Бедность видового состава алакольских рыб мы рассматриваем как положительное явление, так как здесь имеются большие возможности для внедрения в состав местной ихтиофауны новых ценных видов рыб, которые найдут здесь свободные экологические ниши и обогатят сырьевые запасы рыбного промысла Алакольских озер.

Выводы

В бассейне Алакольских озер нами зарегистрировано восемь видов рыб, из которых шесть аборигены: речная маринка, алакольская озерная маринка, голый осман, озерный губач, одноцветный губач, белый окунь (окунь Шренка), и два вида — вселенцы: сазан и судак.

Речная маринка описана нами по четырем половозрелым экземплярам впервые, как новый вид — *Schizothorax fluviatilis* sp. nova; по морфологическим признакам она отличается от *Sch. argentatus* и *Sch. pseudaksaiensis* в такой же степени, как последние друг от друга. В отличие от алакольской озерной и балхашской маринок речная ведет хищнический образ жизни. Индекс длины ее кишечника в 2,1—5,2 раза меньше, чем у *Sch. argentatus.*

Алакольская озерная маринка отличается от типичной *Sch. argentatus* числом неразветвленных лучей в брюшном плавнике, формулами спинного плавника и боковой линии, а также рядом пластических признаков; отличается относительно быстрым темпом роста. На этом основании она описана нами по 50 взрослым экземплярам как форма, отклоняющаяся от типичной, и названа *Sch. argentatus* var. *victorianus* nova.

Озерный губач из Алаколя отличается от типичного *Nemachilus strauchi* и его зайсанского и иссыккульского подвидов (по индексам признаков) длиной головы, наибольшей и наименьшей высотой тела, длиной хвостового стебля, анте- и постдорсальным расстояниями, высотой и длиной основания спинного плавника, шириной лба, при этом все различия существенны; отличается также формулами спинного и брюшного плавников и наличием в последнем двух неветвистых лучей и, наконец, своими крупными размерами. Описан нами по 46 взрослым экземплярам как отклоняющаяся форма — *Nemachilus strauchi* var. *ruzskyi* nova.

Мы предлагаем именовать *Perca schrenki* не «балхашским окунем», а «белым окунем». Окунь, обитающий в Алакольских озерах, имеет карликовую форму.

Сазан в 1932—1933 гг. привезенный с Балхаша расселился по всем озерам Алакольской группы. Теперь он является основным объектом промысла и составляет в годовом вылове рыбы в среднем за последнее пятилетие 80%.

Акклиматизированный в оз. Алаколь в 1963 г. судак прижился, распространившись в предустьевые пространства рек Карасу, Эмель, Урджар; в последней обнаружены сеголетки в августе 1964 г.

Алакольская озерная маринка — ценная промысловая рыба. Годовой улов ее составляет в Алаколе до 6% к общему вылову рыбы в этом озере.

Алакольские озера, отличающиеся бедностью видового состава ихтиофауны, не имеют «сорных» рыб. Малоценные, с точки зрения рыбной продукции, карликовый окунь и губачи озерный и одноцветный по мере натурализации в Алакольских озерах вселенца судака будут приобретать большое значение как основные компоненты его кормовой базы.

Средний годовой вылов рыбы, который колеблется от 40 до 45 тыс. *ц*, далеко не предел. При создании оптимальных условий естественного воспроизводства запасов алакольских промысловых рыб, обогащении кормовой базы озер и повышении интенсивности промысла можно достигнуть годовых уловов, превышающих настоящий в полтора раза.

Бедность видового состава рыб в Алакольских озерах открывает широкие возможности для направленного формирования комплекса ихтиофауны и сырьевых запасов рыбного промысла этих водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С. Рыбы Туркестана. «Изв. Турк. отд. Русск. геогр. об-ва», 1905, т. IV.

Берг Л. С. Рыбы в «фауне России», т. III, вып. 2. М., 1914.

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. ч. 1—3. М., 1949.

Голубев. Оз. Алакуль. «Зап. ИРГО, по общ. геогр.», т. V, 1867.

Еремин В. Ф. О сазане в оз. Алакуль. Фонды ЗИН АН КазССР, 1935.

Инструкция по определению степени зрелости половых продуктов у рыб. ВНИОРХ, 1938.

Иоганзен Б. Г. Основы экологии. Томск, 1959.

Кесслер К. Ф. Ихтиологическая фауна Туркестана. «Изв. об-ва любит. естеств»., т. X, 1872.

Кесслер К. Ф. Путешествие А. П. Федченко в Туркестан. Рыбы. «Изв. об-ва любит естеств», т. XI, вып. 3, 1874.

Кесслер К. Ф. Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало-каспийско-Понтистской ихтиологической области. «Тр. Аральской эксп.», вып. IV, 1878.

Малиновская А. С. Кормовая база Алакульских озер и ее использование рыбами. «Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии», вып. 2. Алма-Ата, 1959.

Меньшиков М. И. Новые данные по распространению рыб в бассейне Иртыша. ДАН СССР, т. XVII, № 3, 1937.

Некрашевич Н. Г. Балхашский сазан в оз. Чаны. «Тр. Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ», т. 1, 1934.

Некрашевич Н. Г. Рыбы Алакульских озер (систематика, биология, промысел). Канд. дисс. Фонды Томского ун-та. 1946.

Некрашевич Н. Г. Новые формы рыб из Алакульских озер. «Уч. зап. Томск. ун-та, 1948, № 11.

Некрашевич Н. Г. Пути рационального использования запасов рыбы в Алакульских озерах. «Научн. зап. Зап.-Каз. отд. Географ. об-ва СССР. Сборник аннотаций», вып. II. Уральск, 1948.

Некрашевич Н. Г. О целесообразности интродукции новых ценных видов рыб в Алакульских озерах. Фонды КазНИИРХ. Балхаш, 1962.

Некрашевич Н. Г. К систематике и экологии сазана Алакульских озер. «Тр. Ин-та ихтиологии и рыбного хозяйства АН КазССР», т. 4, 1963.

Некрашевич Н. Г. К характеристике состояния запасов промысловых рыб Алакульских озер. Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1963.

Некрашевич Н. Г. Отчет по теме «Рыбохозяйственное изучение Алакольских озер». Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1965.

Никольский А. М. Об ихтиологической фауне Балхашского бассейна. «Тр. СПб. Об-ва естествоиспытателей, т. XVI, 1885.

Никольский Г. В. Рыбы Аральского моря. Материалы к познанию фауны и флоры СССР, вып. I (16). М., 1940.

Никольский Г. В. Рыбы равнинного течения р. Или. Биол. Моск. об-ва испыт. прир., отд. биол., т. 59, вып. 3—4 и 5—6, 1940.

Никольский Г. В. Биология рыб. «Советская наука». М., 1944.

Поляков В. И. В окрестностях Сасыкколя. «Живоп. Россия», т. X, 1885.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 3, ЛГУ, 1939.

Рубрук В. Путешествие в восточные страны. М., 1910.

Сиверс В. Азия. Всемирная география. Изд. Генкеля, 1903.

Савина Н. О. Биология балхашской маринки. «Изв. ВНИОРХ», 1956, т. 37.

Серов Н. П. Успехи акклиматизации судака в оз. Балхаш. «Рыбн. х-во», 1962, № 12.

Смирнова К. В. Паразитофауна рыб Алакольских озер, вып. 3. Алма-Ата, 1944.

Смирнова К. В. Изменение паразитофауны рыб Алакольских озер за 20 лет. «Тр. КазНИИРХ», т. 5, 1965.

Финш М. и Брэм А. Путешествие в Западную Сибирь. Т. I. М., 1882.

Приложение III

Возрастной состав сазана в уловах Алакольских озер, %

Годы	Водоемы	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	Сумма	
												экз.	%
1939	Алаколь	—	30,4	34,2	16,5	10,1	8,8	—	—	—	—	79	100
	Сасыкколь	—	10,4	13,5	51,7	17,3	1,1	—	—	—	—	347	100
	Сумма	—	15,0	17,2	49,5	15,8	2,5	—	—	—	—	426	100
1962	Алаколь	1,1	26,7	42,8	15,0	11,2	1,7	1,2	0,3	—	—	573	100
	Сасыкколь	—	5,2	55,4	27,3	11,3	0,4	0,4	—	—	—	205	100
	Кошкарколь	—	5,2	25,8	64,0	4,0	1,0	—	—	—	—	97	100
	Сумма	0,68	19,3	43,8	23,3	10,4	1,37	0,91	0,24	—	—	875	100
1963	Алаколь	—	14,0	55,0	16,0	4,2	4,2	2,2	3,3	—	1,1	93	100
	Сасыкколь	—	26,0	70,1	19,4	4,8	2,6	0,5	—	—	—	800	100
	Кошкарколь	9,3	7,3	31,1	25,1	15,6	7,2	3,6	0,9	—	—	111	100
	Сумма	1,0	4,1	64,7	19,6	5,8	3,3	1,0	0,4	—	0,1	1004	100
1964	Алаколь	—	1,5	45,0	39,0	7,6	2,6	1,0	3,1	0,2	—	197	100
	Сасыкколь	—	2,0	11,0	59,0	17,0	8,5	2,5	—	—	—	153	100
	Кошкарколь	—	2,0	40,5	28,5	15,6	9,4	4,0	—	—	—	98	100
	Сумма	—	1,8	32,4	43,5	12,5	6,0	2,2	1,4	0,2	—	448	100

Цыба К. П. К биологии белого окуня *Perca schrenki* Kessler из Алакольских озер. Настоящий сборник.

Черфас Б. И. Рыбоводство в естественных водоемах. М., 1950.

Чугунов Н. Л. Биология молоди промысловых рыб Волго-Каспийского района. «Тр. Астраханской научной рыбо-хозяйств. станции», т. 4, вып. 4, 1928.

Чугунова Н. И. Биология судака Азовского моря. «Тр. Азово-Черноморской экспедиции, вып. 9, 1931.

Finsch O. D. Reise nach West-sibirien im j. 1876. Verhandlungen der zool.-bot. geselschaft. Wien, 1879.

Kessler K. Beitrage zur Ichthyologie von Central-Asien. Mel. biol. X p. 233, 1879.

Pallas P. S. Zoographia rosso-asiatica. T. III, 1811.

Peters W. Uebersicht über die während der sibirischen Expedition von O. Finsch gesammelten seugethiere, Amphibien und Fische. Monatsberichte der K. Akademie der Wissensch. Berlin, 1877.

Schrenk A. L. Berichte über eine im jare 1840... Reise Beitrege zur kenntnisse Russische Reich. VII, 4, 1845.

Svetovidov A. N. Uber den europäischen und ostasiatischen Karpfen (*Cyprinus carpio*). Zool. Anz. CIV, 9—10, 1933.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Н. Г. НЕКРАШЕВИЧ

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПЕРВЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ СУДАКА В АЛАКОЛЬСКИЕ ОЗЕРА

Все пять озер Алакольской группы имеют акваторию более 350 тыс. *га,* в том числе: Алаколь — более 260, Сасыкколь — около 74, Кошкарколь — 12, Уялы — 2 и Джаланашколь — около 15 тыс. *га.* По лимнологическому облику Алаколь и Джаланашколь олигоэвтрофные водоемы, а остальные озера типично эвтрофные. Озера отличаются бедностью видового состава ихтиофауны и относительно небогатой кормовой базой для рыб.

Промысловая ихтиофауна Алакольских озер представлена видами нагорноазиатского комплекса и состоит из трех аборигенов: алакольской маринки — *Schizothorax argentatus* var. *viktorianus* Nekraschewitsch, 1948, белого окуня (окунь Шренка) — *Perca schrenki* Kessler, озерного губача — *Nemachilus strauchi* var. *ruzskyi* Nekraschewitsh, 1948. Кроме них, в озерах обитает сазан — *Cyprinus carpio carpio* var. *dogeli* Nekraschewitsch, 1963, акклиматизированный здесь в 1932—1933 гг.

Промыслом осваиваются полностью только оз. Сасыкколь, Кошкарколь и Уялы. В Алаколе облавливается менее половины акватории, а Джаланашколь почти совсем не осваивается промыслом. За последние пять лет годовой вылов рыбы по группе Алакольских озер составлял 35—40 тыс. *ц,* причем около 80% улова приходилось на сазана, 16—18 — на окуня и остальное на маринку. Запасы губача промыслом не используются.

В 1945 г. хозяйственные организации поставили перед нами задачу — определить возможности обогащения ихтиофауны Алакольских озер новыми ценными породами рыб. Мы дали обоснованные рекомендации, в частности, о вселении в озе-

ра судака (Некрашевич, 1946), однако это не получило подробного освещения в печати.

В 1962 г. «Среднеазгосглаврыбвод» запросил у КазНИИРХ научное обоснование интродукции судака в Алакольские озера. По поручению института это обоснование было разработано автором настоящей статьи на основании его материалов 1946 г., дополненных в 1962 г., и представлено Институтом Казахской рыбоводной производственно-акклиматизационной станции КРПАС (Некрашевич, 1962). Оно сводится к следующему.

Кормовая база Алакольских озер для существующей в них ихтиофауны более или менее удовлетворительна; она обеспечивает устойчивый уровень запасов промысловых рыб при современном промысле.

Промысловые рыбы Алакольских озер в разной степени конкурируют друг с другом в питании. Известно, что маринка питается растительностью, детритом, перифитоном и водными беспозвоночными, сазан — главным образом беспозвоночными бентоса; губач—донными организмами, конкурируя в известной мере с сазаном. Питание белого окуня отличается разнообразием. Он образует здесь несколько экологических групп. Большое распространение имеет карликовый окунь, который обитает в прибрежной зоне озер и в водоемах придаточной системы. Численность его огромна; питаясь мелкими беспозвоночными, эта форма окуня серьезно конкурирует с сазаном и маринкой. Нормально растущий окунь, численность которого значительна, в первые годы своей жизни питается беспозвоночными, а взрослые особи поедают в большом количестве окуневую молодь и губача. Нам не известны случаи поедания окунем молоди маринки. Нахождение в желудках окуней молоди сазана наблюдается весьма редко. Окунь как хищник запасам сазана не угрожает, что подтверждается их состоянием в Кошкарколе, где численность окуня значительна, однако там и запасы сазана относительно велики.

Летом 1962 г. нами установлено скопление окуня в массовых количествах в центральных участках Алаколя в толще воды у ее поверхности, где глубина озера превышает 10 *м*.

В Алакольских озерах ежегодно добывается от полутора до двух миллионов экземпляров белого окуня. Если принять условно интенсивность вылова окуня за 10%, то можно допустить, что фактическая численность окуня промысловых размеров примерно 20 млн. экз. Но если прибавить хотя бы столько же экземляров карликового окуня, который не добывается промыслом, почему его трудно учесть, то получится очень внушительная цифра. И вот эта огромная масса прожорливой, малоценной как пищевой продукт рыбы поглощает ко-

лоссальное количество корма, отнимая его у ценного объекта промысла — сазана и у молоди рыб, при этом отдача за использованный корм ничтожна. Дело в том, что окунь, особенно карликовый, очень медленно растет, поэтому, участвуя в обмене органогенных веществ водоемов, использует поедаемый корм весьма непроизводительно. С этой точки зрения хозяйственная ценность белого окуня чрезвычайно низка.

Значительную роль в питании окуня играет губач, однако окунь поедает также своих карликовых собратьев и собственную молодь. Весьма часто в желудках окуня обнаруживались остатки окуня же, а в нескольких случаях у заглоченных окуней в желудках в свою очередь находили остатки мальков окуней. Окунь начинает хищничать с первого года жизни. Даже у окуньков в 2 *см* длиной находили остатки рыбок, вид которых установить не удалось. Наряду с этими остатками обнаруживались низшие ракообразные — основная пища мальков окуня.

Схема пищевых связей окуня такова. Первая цепь: окунь поедает губача, губач питается бентосом, а его молодь и планктоном. Вторая цепь через молодь всех рыб, которая поедается окунем, приводит также к планктону и, частично, к бентосу. Наконец, третья цепь — каннибализм — характеризуется поеданием собственной молоди и особей карликовой формы.

Таким образом, конечным звеном пищевых связей окуня являются бентос и планктон, из которых первый служит основным кормом для сазана, а также для губача, а второй — для молоди всех рыб, обитающих в озерах. Как видно из сказанного, конкуренция окуня в питании с другими видами рыб весьма значительна. Это может служить основанием для рекомендации мер, обеспечивающих сокращение численности окуня. Но нельзя идти по пути простого подавления популяции, стремясь к тотальному вылову рыб этого вида, а следует воспользоваться окунем как транспортером первопищи к конечному продукту — более ценному виду промысловой ихтиофауны.

В Алакольских озерах взаимоотношения организмов сложились таким образом, что конечная рыбопродукция в значительной степени выражена хищником — окунем. Однако у него отдача за использованный корм весьма мала, поэтому мы решили рекомендовать использование малоценных рыб окуня и губача рентабельным хищникам, остановившись еще в 1946 г. на судаке — *Lucioperca lucioperca*. При этом мы исходили из особенностей его биологии в пределах естественного ареала.

Прежде всего мы учли, что судак в Алакольских озерах как хищная рыба будет серьезно конкурировать в питании с окунем. Будучи придонно-пелагической формой, он явится существенным компонентом биоценоза, где широко распространенный озерный губач будет жертвой не только окуня, но и судака. Относительно быстрый рост судака гарантирует хорошую отдачу за потребляемый корм. Таким образом, судак станет весьма ценным с хозяйственной точки зрения компонентом ихтиофауны Алакольских озер. В таблице приводятся средние размеры судака в сравнении с окунем и сазаном того же возраста.

Сравнительные размеры судака, окуня и сазана

Виды рыб	Возраст			
	5+		6+	
	длина	вес	длина	вес
Аральский судак	52.1	2052	65.2	2700
Сасыккольский окунь	23.0	334	23.4	372
Алакольский сазан	40.2	1435	44.4	1879

Из таблицы следует, что судак за 5—6 лет набирает в весе в 6—7 раз больше, нежели окунь, и оставляет позади себя по размерам сазана.

Основным кормом для судака в Алакольских озерах первоначально будет служить губач, запасы которого огромны и не используются промыслом (Некрашевич, 1963 а). Губач очень широко распространен в различных по солености участках оз. Алаколь, от прибрежной мелководной зоны до зоны со значительными глубинами. Очень большие запасы белого окуня также станут хорошей кормовой базой для судака, особенно когда вследствие выедания им губача численность последнего уменьшится.

Учет молоди рыб в Алакольских озерах, производившийся, в частности, летом 1962 г., показал, что урожайность молоди окуня и губача была высокой. Мы находили сеголетков обоих видов начиная от устьев впадающих в Алаколь рек до центра озера, на участках с наибольшей концентрацией солей. Например, в шхерах острова Б. Каменный наблюдалось большое скопление сеголетков окуня у поверхности воды. Здесь одним заметом марлевого полога было поймано 1144 экз. мальков размерами от 18 до 35 *мм* (средняя длина всего тела по средней пробе равна 25,9 *мм*). В мелководных заливах островов обнаруживалась в больших количествах молодь губача.

Поедание судаком окуня и губача будет иметь своим конечным результатом перевод значительных масс первопищи Алакольских озер в высокоценное мясо судака.

Одним из решающих факторов, определяющих состояние запасов судака в водоемах, служит наличие корма. По Н. И. Чугуновой (1931), в Азовском море распространение судака связано с опресненностью и наличием корма (мелкой рыбы). В. В. Петров (1942) считает продуктивность водоема главным фактором.

О характере питания судака мы находим в литературе следующие указания. Виллер (по Петрову) называет судака «Grosstierfresser»; он же указывает, что первые два года судак питается планктоном и бентосом, а с третьего года поедает молодь корюшки, ряпушки, плотвы, густеры, окуня и ерша. Некоторые авторы указывают, что в первый год жизни судак питается низшими ракообразными и со второго года понемногу переходит к питанию рыбами, но на втором году большое значение в питании имеют хирономиды. П. Ф. Домрачев (1929) указывает на преобладающее значение в питании молоди судака рачка лептодоры. Н. И. Чугунова (1931) сообщает, что в Азовском море судачки размером 93 *мм* имели в желудках мизид и крупных веслоногих рачков. В Ильмене у судачков 5—7 *см* в пище преобладает рыба. Аральский судак (Никольский, 1940) питается молодью воблы — 72,5%, леща — 10,2, белоглазки — 6,1, чехони — 3,1, щуки — 3,1 и прочих рыб — 5%. По данным Н. Е. Быкова, в Арале судак наряду с другими мелкими рыбами питается салакой (*Clupea harengus membras* L.).

Проанализировав данные о кормовых ресурсах Алаколя (Малиновская, 1959), мы находим, что на первых порах для молоди судака будет достаточно корма из беспозвоночных (низшие ракообразные, хирономиды). Взрослый судак может питаться губачом. Если судак поедает окуня и ерша в других водоемах, где имеется много таких мелких рыб, как корюшка, ряпушка, плотва, густера, то в Алаколе взрослый судак в случае недостатка основного корма — губача будет пожирать окуня, запасы которого огромны. Результаты акклиматизации судака в Балхаше, осуществленной значительно позднее, чем было сделано нами биологическое обоснование целесообразности заселения судаком Алакольских озер, показали полную состоятельность наших рекомендаций.

Составит ли судак угрозу для молоди сазана? Мы отрицаем это на том основании, что огромная масса прожорливого хищника окуня в Алаколе и других водоемах группы не оказывает заметного влияния на запасы сазана в озерах (Некра-

шевич, 1963). Молодь сазана будет «ускользать» от судака потому, что к моменту ската производителей судака с нерестилищ, который происходит в основном до нереста сазана, и позднее мальки сазана останутся в полойной системе и скатятся в озеро уже настолько подросшими и окрепшими, что для них судак не будет представлять угрозы.

Среди балхашских рыбаков существует мнение, что судак угрожает запасам балхашского сазана. Это мнение нашло свое отражение и в печати. Так, на страницах сатирического журнала «Шмель» появилось высказывание о серьезной угрозе молоди сазана со стороны вселенного в озеро судака (Зверев, Мадишев, Юсупов, 1962).

Это мнение неосновательно. Нам известен факт бурного развития акклиматизированного судака в оз. Бийликоль, которое мы посетили в 1961 г. Там ощущается известный дефицит корма для судака вследствие отсутствия мелких, непромысловых рыб, не считая местного ельца, численность которого в озере стала очень низкой (большую роль в этом сыграли браконьеры). Несмотря на это, судак не угрожает запасам сазана в Бийликоле. Он там бурно развивается. Вообще ни в каком водоеме судак не угрожает сазану, а в Алаколе тем более. С развитием запасов судака понизится численность губача и окуня и тем самым ослабится пищевая конкуренция между ними и сазаном.

Мы утверждаем, что нет серьезной угрозы запасам сазана со стороны судака еще и потому, что путем регулирования вылова можно управлять численностью судака.

Есть ли в Алаколе условия для нормального естественного размножения судака? На этот вопрос можно ответить утвердительно на основании сравнительных данных. Известно (Петров, 1942), что в различных районах нерест судака происходит с апреля по июнь включительно при температуре воды от 10—12° (венгерский судак) до 14—26° (финляндский). В. В. Петров считает судака более или менее теплолюбивой рыбой. Судак нерестится раньше сазана и немного позднее окуня, значит он найдет и у нас подходящие условия для нереста во времени, а термический режим Алакольских озер не будет препятствовать ему.

В самом оз. Алаколь есть много заливов и полоев в пойменной системе впадающих в озеро рек (Урджар с Бискупой и Уялами, Хатынсу, Эмель, Карасу), где судак найдет благоприятные места для нереста. Корневища жесткой водной и затопленной наземной растительности будут хорошим субстратом для икры судака.

Рекомендуя интродукцию судака в Алакольские озера, нельзя не рассмотреть вопрос о соответствующей пригодности

для этой цели того или другого озера из рассмотриваемой группы. М. П. Сомов (1920) считает типичным «судачьим» озером неглубокое равнинное озеро с бесплодной областью дна и обычно скудной береговой зоной, но с обильным планктоном и довольно ограниченным составом ихтиофауны. Другие авторы (по Петрову, 1942) определяют тип «судачьих» озер так. Леман: «Благоприятны для судака те озера, которые находятся в стадии эвтрофирования, но там, где процесс эвтрофирования заходит далеко, судак вновь исчезает». О. Настран характеризует «судачьи» озера Zandersee как мезолиготрофные и олиготрофные. В первых процесс эвтрофирования как бы только начинается, вторые являются переходными от олиготрофного к эвтрофному типу. Сильно эвтрофированный водоем мало подходит, если нет оптимума кислородного режима (границ оптимума Петров не указывает). Судачьи озера Ленинградской области весьма различны по своему типу; некоторые из них типичные эвтрофные, а иные несут признаки дистрофирования.

Принимая во внимание общий лимнологический облик судачьих озер, мы пришли к выводу, что наиболее подходящим водоемом для вселения в него судака будет оз. Алаколь. В его отдельных районах мы находим самые различные условия от чисто олиготрофных (южнее траверса Писки — Каракум) до эвтрофных (предустьевые пространства, главным образом в северо-западной части озера с придаточной системой низовий рек).

Что касается озер Сасыкколь и Кошкарколь, то они, обладая резко выраженной эвтрофией с мощной прибрежной растительностью, меньше подходят для вселения в них судака. Однако условия среды этих озер не противоречат минимальным требованиям для его существования.

Наконец, рассмотрим, какие пищевые связи будут у судака с рыбами Алакольских озер, имея в виду взаимоотношения между взрослыми рыбами. Цепь питания через губача и окуня, которых он будет пожирать, приводит к бентосу и, частично, к планктону через тех же рыб, которые потребляют планктон в раннем возрасте.

До вселения судака в озера отдача со стороны губача и окуня за потребляемый корм была ничтожной, а после успешной акклиматизации судака эта отдача, идя через него, будет удовлетворять требованиям, предъявляемым при ведении рационального рыбного хозяйства.

В результате нашего обоснования целесообразности интродукции судака в оз. Алаколь РКПАС выпустила в апреле и октябре 1963 г. в это озеро, в его юго-западную часть, у с. Кок-

тума, две партии судака в количестве 2525 взрослых особей (данные КРПАС), привезенных в обоих случаях из дельты р. Урал.

Мы рекомендовали выпускать судака в опресненной зоне озера, однако по транспортно-техническим причинам это не было сделано, и судака выпустили в той части озера, где соленность наиболее высокая — до 8,5‰ (промилле). Но судак сам исправил положение, мигрировав в опресненную северо-западную часть водоема (30—60 *км* от места выпуска).

Нами зарегистрированы случаи попадания судака весной 1963 г. через 10—12 дней после выпуска в рыбацкие сети в предустьевом пространстве рек Карасу (западная часть озера), Эмель (северное побережье) и Урджар (северо-запад).

О нересте судака в Алаколе в год выпуска определенных данных нет. Известно только, что судак благополучно перезимовал в Алаколе. Так, 3 мая 1964 г. в устье р. Эмель в вентеря промысловой бригады попало 5 судаков. В том же районе в сети нашего наблюдательного пункта 12 и 25 мая попало по одному судаку. Они соответственно имели размеры: длина тела (без С) — 475 и 495 *мм*, длина головы — 135 и 145 *мм*, наибольшая высота тела — 103 и 108 *мм*, вес — 1465 и 1910 *г*. Оба экземпляра оказались покатными самцами (гонады шестой стадии). Внешне рыбы выглядели весьма упитанными; коэффициент по Фултону — 1,35 и 1,57.

Судак попадал в рыбацкие сети той же весной также и в низовьях рек Карасу, Хатынсу, Урджар и в их предустьевых пространствах. Обнаружен он рыбаками и в оз. Уялы, через которое протекает одноименная речка — приток р. Урджар.

Мы получили доказательство нереста судаков весной 1964 г.; в середине августа рыбаки доставили нам двух судачков-сеголетков, добытых в низовьях р. Урджар. Они имели следующие размеры: первый — длина тела (без С) — 165 *мм* и вес 60,5 *г*, второй — соответственно 152 *мм* и 45 *г*.

Сопоставив размеры этих судачков с размерами сеголеток из других водоемов, мы нашли, что последние в августе достигают средней длины в Дону — 184 и в Кубани — 180 *мм*, а в в Балхаше в середине июля — до 170 *мм*. Чтобы наше определение возраста алакольских судачков было более достоверным, мы просмотрели чешую и позвонки более крупного экземпляра. На чешуе от центра и до периферии просматриваются концентрические валики склеритов, совершенно однородные по структуре и взаимному расположению. На чешуе не видно никакого «малькового» кольца. На позвонках слабо выделяется центральная часть чашечки (более прозрачная), что, вероятно, сответствует первому периоду роста малька до перехода его от планктонного питания к хищничанью.

К. В. Смирнова (1964) подвергла этого судачка полному паразитологическому вскрытию с целью обнаружения паразитов, но их не оказалось.

Специальные поиски молоди судака весной и летом 1964 г. в разных участках оз. Алаколь и его придаточной системы, где предполагался нерест судака, не увенчались успехом. Является ли это результатом относительной малочисленности производителей судака, выпущенных в озеро, и рассредоточенностью их по различным участкам, или неумением найти молодь судака, сказать трудно; вероятнее первое.

Можно также отметить следующее. Выпуск судака, привезенного из исходного, совсем пресноводного водоема в водоем, где соленость превышает 8‰, нецелесообразен, так как неизбежно бывает повышенный отход. Непосредственный переход судака из одной среды (пресная вода в вагоне-бассейне) в другую (озеро со значительной соленостью), резко отличающуюся от исходной, да еще после того, как рыбы перенесли физиологическое потрясение в процессе перевозки по железной дороге, отрицательно подействовал на судака, причем в большей степени, чем в том случае, если бы посадочный материал был выпущен в опресненную часть Алаколя, как это рекомендовалось нами.

Для того чтобы нормально развивалась популяция вселенного в Алаколь судака, необходимо создать для него устойчивую кормовую базу. Известно, что последняя в оз. Алаколь относительно бедна, особенно придонными компонентами, которые необходимы для молоди судака. Поэтому КРПАС по рекомендации КазНИИРХ стала завозить в Алакольские озера мизид из Балхаша с целью их акклиматизации. Первое переселение мизид было осуществлено в 1963 г. в озера Сасыкколь и Алаколь. Как показывают наблюдения, в Алаколе мизиды не прижились, что, по нашему мнению, явилось следствием не биологических причин, а условий интродукции. Естественно, нужно продолжать вселение мизид в Алаколь, пересаживая их из Сасыкколя.

В Сасыкколе мизиды успешно перезимовали и размножаются. По данным Э. В. Логиновских, в местах выпуска мизид, в предустьевой зоне у дельты р. Тентек, плотность их популяции составляла в июле 1964 г. от 2 до 9 экз. и биомасса от 9 до 27 *мг* на 1 $м^2$.

После того как популяция судака достигнет в Алаколе нормальной плотности, может случиться, что будет недоставать корма для взрослых особей, как это было в Бийликоле и Балхаше. В первом судак «уничтожил» местного ельца («саргу»), во втором — губача и карликового окуня. Поэтому мы рекомендуем приступить к вселению в Алаколь рыб, которые

не конкурировали бы с местными рыбами, а могли бы служить компонентами питания судака и сами являлись бы достаточно ценными промысловыми рыбами.

В первую очередь наш выбор падает на планктоноеда — балтийскую салаку, которая акклиматизировалась в Аральском море и, являясь ценной промысловой рыбой, входит там в рацион питания судака. О целесообразности интродукции салаки в Алаколь нами готовится биологическое обоснование.

Чтобы интродукция судака в Алаколь дала хозяйственный эффект в более короткий срок, необходимо произвести дополнительное вселение не менее 1500 взрослых особей (два вагона). Исходный материал следует брать по-прежнему из низовий р. Урал, несмотря на то, что ближайшим от Алаколя местообитанием судака в настоящее время является Балхаш. Дело в том, что судак в Балхаше заражен паразитическим рачком *Ergasilus sieboldi* N. Процент заражения составляет от 33 до 86,6 при интенсивности от 1 до 105 паразитов у одной особи (Смирнова, 1964). В Алаколе этого паразита нет, поэтому судака из Балхаша пересаживать туда нельзя, чтобы не занести с ним паразита, который при известных условиях может вызвать вспышку эпизоотии.

Перевозить судака следует по-прежнему в апреле или в октябре и преимущественно самолетами. Это позволило бы выпускать судака в опресненной зоне — в предустьевом пространстве р. Урджар, где рядом находится посадочная площадка для самолетов рыбной промышленности. Кратковременное пребывание рыб в пути и выпуск их в почти однородную с исходной среду обеспечит наибольший эффект интродукции.

Опыт биологического обоснования интродукции судака в озера Алакольской группы и выпуск его в Алаколь — это только начало большой работы. Хотя мы уже получили первые положительные результаты интродукции, но пока не имеем возможности определить предполагаемый промысловый эффект от проведенного мероприятия до тех пор, пока не накопится достаточно материалов.

Однако допуская, что из 2525 судаков, выпущенных в оз. Алаколь, выжило 50%, или 1260 экз., и перезимовало 50% выживших, т. е. 630 экз., мы можем привести следующий ориентировочный расчет роста численности судака.

Перевезено в оз. Алаколь взрослых рыб в 1963 г.	2525	экз.
Из них выжило после выпуска (50%)	1260	»
Перезимовало 50% выживших	630	»
Из них половозрелых производителей (80%)	505	»
Нерестовало самок весной 1964 г. (50%)	252	»
Отложено икры (плодовитость 300 тыс. икринок)	75,6	млн
Выжило личинок (2%)	1512	»

Сеголеток осенью 1964 г. (10% от числа личинок)	151.2 „
Трехгодовиков в 1967 г. (15% от числа сеголеток)	22.68 „

В 1968 г. популяция судака в Алаколе будет состоять уже из поколений от четырех нерестов и вероятно можно будет осваивать часть ее промыслом.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. I—3. М., 1949.

Домрачев П. Ф. Питание и рост рыб Псковского и Чудского озер. «Изв. отд. прикл. ихт.», X, вып. 2, 1929.

Зверев Н., Мадишев С., Юсупов В. Не счесть жемчужин в море полуденном. «Шмель», 1962, № 9. Алма-Ата.

Малиновская А. С. Кормовая база Алакульских озер и ее использование рыбами. «Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии АН КазССР», вып. 2, 1959.

Некрашевич Н. Г. Рыбы Алакульских озер (систематика, биология, промысел). Канд. диссерт. Фонды Томск. ун-та. Томск, 1946.

Некрашевич Н. Г. Пути рационального использования запасов рыбы в Алакульских озерах. «Сб. аннотаций. Научн. записки Зап., Каз. отд. Геогр. общ. СССР», вып. II. Уральск, 1948.

Некрашевич Н. Г. Новые формы рыб из Алакульских озер. «Уч. зап. Томского ун-та», № 11, 1948.

Некрашевич Н. Г. О целесообразности интродукции судака в Алакульские озера. Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1962.

Некрашевич Н. Г. К систематике и экологии сазана Алакульских озер. «Тр. Ин-та ихтиологии и рыбного хозяйства АН КазССР», т. 4, 1963.

Некрашевич Н. Г. Рыбохозяйственное изучение Алакульских озер. Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1963а.

Никольский Г. В. Рыбы Аральского моря. «Материалы к познанию фауны и флоры СССР», вып. I (16). М., 1940.

Петров В. В. Ихтиофауна Псковско-Чудского водоема, ее особенности и происхождение. Фонды ГосНИОРХ. Л., 1942.

Петров В. В. Факторы формирования ихтиофауны Псковско-Чудского водоема. «Изв. ВНИОРХ», 1947, № XXVI, вып. I.

Серов Н. П. Успехи акклиматизации судака в оз. Балхаш. «Рыбное хозяйство», 1962, № 12.

Смирнова К. В. Паразитофауна рыб Алакульских озер. Настоящий сборник.

Цыба К. П. К биологии белого окуня *Perca schrenki* Kessler из Алакольских озер.

Чугунов Н. И. Биология судака Азовского моря. «Тр. Азово-Черном. экспедиции», вып. 9. М., 1931.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

К. П. ЦЫБА

К БИОЛОГИИ БЕЛОГО ОКУНЯ *PERCA SCHRENKI KESSIER* ИЗ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

По биологии белого окуня из Алакольских озер в литературе материалы отсутствуют. По систематике есть короткая заметка Н. Г. Некрашевича (1948), об удельном значении окуня в промысле — данные этого же автора (Некрашевич, 1963, 1964 а).

Как промысловый объект, с одной стороны, и компонент кормовой базы для акклиматизируемого в оз. Алаколь судака, с другой, белый окунь заслуживает более тщательного изучения. Это послужило основанием для написания данного краткого очерка.

Сборы материалов производились нами методом анализа средних проб в 1962 г., в весенне-летний период — на озерах Алаколь и Сасыкколь и осенью — на оз. Кошкарколь, в 1963 г. на этих же озерах, только в весенне-летний период. Кроме того, в январе и феврале 1964 г. нами собраны материалы на всех озерах данной группы. За 1962 и 1963 гг. все материалы обработаны нами и использованы в данной статье.

Возраст окуня определялся по отолитам и контрольному материалу — позвонкам. Обработку материалов по питанию окуня производила гидробиолог Э. В. Логиновских. В нашей работе мы использовали также материалы прежних лет (Некрашевич, 1964).

Удельное значение в уловах. В 1939 г. в годовом улове на Алакольских озерах белый окунь составлял 81% (3122 *ц*), в 1940 г. — до 70% (3213 *ц*). В последующие годы он стал занимать второе место в уловах, после сазана. В среднем за пятилетие (1959—1963 гг.) годовой улов окуня составил 5760 *ц* (Некрашевич, 1964).

С 1963 г. условия существования окуня в оз. Алаколь несколько меняются в связи с вселением в этот водоем судака. С

этой точки зрения сведения о состоянии запасов окуня в настоящее время приобретают очень важное значение.

Размеры окуня в уловах Алакольских озер в 1962, 1963 и 1964 гг. показаны в таблице 1.

Таблица 1

Размеры окуня в уловах Алакольских озер в 1962, 1963 и 1964 гг.,

Год	Водоем	Длина тела (без С), *см*			*n*	Орудия лова
		от	до	средняя		
1962	Сасыкколь	11.1	40.0	24.3	1555	Сети
	Кошкарколь	16.1	32.0	26.8	170	»
	Алаколь	11.1	30.0	18,4	419	»
	Алаколь, мыс Зеленький	16.1	29.0	22.7	236	Вентеря
1963	Алаколь	9.1	31.0	18.9	410	Сети
	Сасыкколь	17.1	37.0	24,8	352	Невода
	Устье р. Урджар	17.1	31.0	23.4	468	Вентеря
1964	Сасыкколь	16.1	31.0	24,2	124	Невода
	Кошкарколь	18.1	32.0	25.9	1220	»
	Алаколь	17.1	33.0	25.3	1197	Сети

Из таблицы следует, что средние размеры окуня в уловах оз. Сасыкколь в 1962 и 1963 гг. одинаковы, независимо от орудий лова. В 1964 г. зимой в озерах Сасыкколь и Кошкарколь они были такими же, как и летом в предыдущие годы. В оз. Алаколь в сети попадал окунь меньших размеров, чем в оз. Сасыкколь. Как в 1963, так и в 1962 г. средние размеры окуня там были 18—19 *см*. В вентерных уловах из северного района оз. Алаколь окунь был крупнее, чем в сетных, и средняя длина его колебалась в пределах 22—24 *см*. Зимой же 1964 г. средние размеры окуня в уловах оз. Алаколь были выше. Это объясняется тем, что зимой в местах залегания окуня преобладали крупные особи, а весной в период нереста залавливался на ряду с нормально растущим и карликовый.

Возрастной и половой состав. В весенне-летний период 1962 г. в оз. Алаколь окунь был представлен в уловах особями от 2 + до 11 + лет. Преобладают рыбы в возрасте от 3 + до 6 + лет, составляя 84% от числа анализированных (табл. 2).

Сасыккольский окунь имел возраст от 4 + до 16 + лет. При этом среди самок преобладали особи от 5 + до 11 + лет, составляя 84,2%, а среди самцов — более старшие — от 7 + до 13 + лет — до 93,2%.

Таблица 2

Возрастной и половой состав окуня в Алакольских озерах в 1962 г., %

Месяц	Пол	Возраст														Всего	
		2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+	%	экз.
								оз. Алаколь										
Июнь	♀♀	8,6	22,0	27,3	23,6	11,0	2,5	2,5	1,5	—	1,0	—	—	—	—	—	100	276
	♂♂	8,0	24,0	26,0	26,0	8,0	4,0	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	100	50
	Оба пола	8,6	22,7	27,0	23,9	10,4	2,8	2,5	1,5	—	0,6	—	—	—	—	—	100	326
								оз. Сасыкколь										
Май	♀♀	—	—	1,1	14,7	11,6	11,6	11,6	12,6	11,6	10,5	5,2	4,2	3,1	1,1	1,1	100	95
	♂♂	—	—	—	—	3,4	16,6	10,0	6,7	16,6	23,3	6,7	13,3	—	3,4	—	100	30
	Оба пола	—	—	0,9	11,2	9,6	12,8	11,2	11,2	12,8	13,4	5,6	6,4	2,4	1,6	0,9	100	125
								оз. Кошкарколь										
Октябрь	♀♀	—	1,2	2,3	26,7	40,7	26,7	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—	100	86
	♂♂	—	—	21,4	35,7	28,5	14,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	14
	Оба пола	—	1,0	5,0	28,0	39,0	25,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100

Таблица 3

Возрастной и половой состав окуня в Алакольских озерах в 1963 г., %

Месяц	Пол	Возраст											Всего	
		2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	%	экз.
							оз. Алаколь							
Май—июнь	♀♀	1,0	11,0	14,0	21,0	26,0	16,0	6 0	1,0	2,0	—	2,0	100	194
	♂♂	4,0	—	24,0	30,0	14,0	10,0	14,0	4,0	—	—	—	100	29
	Оба пола	2,0	9,0	15,0	22,0	24,9	15,0	7,0	2,0	2,0	—	2,0	100	223
							оз. Сасыкколь							
Май	♀♀	0,3	0,3	9,4	47,4	24,6	10,3	3,9	0,9	0,9	—	0,3	100	329
	♂♂	—	1,3	9,9	42,6	28,5	7,7	5 2	5,2	—	0,3	0,3	100	77
	Оба пола	0,2	0,4	9,3	46,0	25,0	9,8	4,1	1,7	0,7	0,2	0,4	100	406

Средние возрастные азме ы окуня из Алакольских оз р в 1962 г.

Возрастные размеры	Пол	Возраст															n
		2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+	16+	
оз. Алаколь																	
Длина тела (без С), *см*	♀♀	129	149	163	190	202	226	253	270	—	300	—	—	—	—	—	292
	♂♂	130	137	171	168	177	185	200	300	—	—	—	—	—	—	—	46
Вес, *г*	♀♀	49	66	94	124	150	213	276	288	—	435	—	—	—	—	—	
	♂♂	41	51	86	83	91	85	150	440	—	—	—	—	—	—	—	
оз. Сасыкколь																	
Длина тела (без С), *см*	♀♀	—	—	180	247	250	253	272	275	277	296	274	312	297	265	205	91
	♂♂	—	—	—	—	250	248	253	231	284	287	290	287	—	290	—	30
Вес, *г*	♀♀	—	—	100	249	257	317	364	355	409	438	489	485	550	830	170	
	♂♂	—	—	—	—	240	246	231	225	389	373	370	435	—	390	—	
оз. Кошкарколь																	
Длина тела (без С), *см*	♀♀	—	186	263	264	282	282	282	—	—	—	—	—	—	—	—	86
	♂♂	—	—	232	247	277	280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
Вес, *г*	♀♀	—	140	398	377	461	459	445	—	—	—	—	—	—	—	—	
	♂♂	—	—	283	308	425	425	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица 5

Средние возрастные размеры окуня из Алакольских озер в 1963 г.

Возрастные размеры	Пол	Возраст											n
		2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	
оз. Алаколь													
Длина тела (без С), *см*	♀♀	150	171	184	200	238	203	220	190*	235	—	217	152
	♂♂	125	131	206	171	166	222	220	235*	—	—	—	22
Вес, *г*	♀♀	66	99	102	115	136	140	181	110*	225	—	147	
	♂♂	25	28	77	89	77	182	155	210*	—	—	—	
оз. Сасыкколь													
Длина тела (без С), *см*	♀♀	—	105	241	253	262	329	273	285	330	—	340*	198
	♂♂	—	—	222	251	280	247	262	373	220*	280*	—	56
Вес, *г*	♀♀	—	30	250	278	310	410	355	495	730	—	720*	
	♂♂	—	—	204	252	333	282	312	580	210*	370*	—	

* Единичные экземпляры.

Осенью этого же года в оз. Кошкарколь окунь из промысловых уловов был представлен самками в возрасте от 3 + до 8 + лет и самцами от 4 + до 7 + лет.

В последующем, 1963 году в уловах оз. Алаколь среди рыб от 2 + до 12 + лет преобладали самки в возрасте от 3 + до 7 + лет, что составляет 88% (табл. 3).

В оз. Сасыкколь наблюдается подобное же явление. Принимая во внимание, что нормально растущий окунь впервые созревает на 4—5-м году жизни можно отметить, что он в уловах Алакольских озер представлен в основной массе половозрелыми рыбами; это говорит о нормальном состоянии промысловых запасов. В уловах 1962—1963 гг. преобладали самки в соотношении 7 : 1—9 : 1.

Рост. Характер роста окуня показан в таблицах 4 и 5. Возрастные размеры самок как по длине, так и по весу несколько выше, чем у самцов.

При сравнении возрастных размеров окуня из оз. Алаколь и Сасыкколь мы находим, что в 1963 г. они были несколько выше ,чем у рыб тех же озер в 1962 г. Как показали наблюдения, окунь из оз. Сасыкколь растет интенсивнее алакольского. Окунь из оз. Кошкарколь исследовался только в 1962 г. Его возрастные размеры оказались выше, чем у окуня названных выше озер.

Сравнив рост окуня из Алакольских озер и из оз. Балхаш (Серов, 1964), мы нашли, что размеры балхашского окуня в 1954 г. были несколько выше по длине и весу (данные за последующие годы Н. П. Серовым не приведены).

Упитанность. Упитанность окуня из Алакольских озер в 1962 г. была выше, чем в 1963 г. (табл. 6).

В 1962 г. наиболее высокой была упитанность окуня из оз. Кошкарколь. Алакольский и сасыккольский окуни в этом отношении мало отличались друг от друга. Упитанность сасыккольского окуня в 1963 г. выше, чем у алакольского.

Резкого различия в упитанности самцов и самок каждого водоема в отдельности не обнаруживается; она не слишком различается и с возрастом. В оз. Алаколь окунь имел в 1963 г. наиболее низкую упитанность, что может быть объяснено его высокой численностью в данном водоеме и в связи с этим интенсивным использованием кормовой базы.

Питание. В 1963 г. было исследовано 118 желудков окуней из оз. Алаколь и 24 желудка окуней из оз. Дажаланашколь. Результаты обработки изложены в таблице 7. В 27 случаях из 118 были обнаружены остатки рыбы, что составляет 23% встречаемости. По характеру чешуи и костей, найденных в желудках рыб, установлено, что в восьми случаях это были остатки окуня и в одном случае — мальков губача.

Таблица 6

Упитанность окуня по Кларк

Возраст	оз. Алаколь				оз. Сасыкколь				оз. Кошкарколь	
	1962 г.		1963 г.		1962 г.		1963 г.		1962 г.	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
2+	1,63	1,36	0,68	0,59	—	—	—	—	—	—
3+	1,49	1,55	0,79	0,49	—	—	0,97*	—	2,17*	—
4+	1,38	1,35	0,81	0,82	1,37*	—	1,05	1,13	1,75	1,76
5+	1,35	1,68	0,83	0,81	1,17	—	1,07	0,97	1,69	1,71
6+	1,37	1,33	0,86	0,62*	1,33	1,15*	0,90	0,98	1,70	1,67
7+	1,52	1,13	0,89	0,90	1,45	1,47*	0,99	1,17	1,68	—
8+	1,42	1,38	1,00	0,87	1,45	1,29	1,04	1,01	1,64	—
9+	1,31	1,41	1,02	0,82*	1,37*	1,50	1,11*	1,99	—	—
10+	—	—	—	—	1,49	1,48	1,11	1,03*	—	—
11+	1,22	—	1,11	—	1,44	1,36	—	1,11*	—	—
12+	—	—	0,84	—	1,43	1,37	1,12	—	—	—
13+	—	—	—	—	1,43	1,61	—	—	—	—
14+	—	—	—	—	1,47	—	—	—	—	—
15+	—	—	—	—	1,46*	1,47*	—	—	—	—
16+	—	—	—	—	1,51*	—	—	—	—	—

* Единичные экземпляры.

Таблица 7

Состав пищи окуня из Алакольских озер (1963 г., по фиксированным пробам), %

Водоем	Показатели	Компоненты пищевого комка									Сумма
		рыбы	взр. насеком.	лич. насеком.	ракообразн.	черви	ткани теплокровн. животн.	икра	детрит	0	
Оз. Джаланашколь 27 апреля	экз	4	5	1	—	—	—	—	2	12	24
	%	17	21	4	—	—	—	—	8	50	100
Оз. Алаколь 2 июня	экз	7	14	16	1	1	8	—	1	15	63
	%	11,1	22,2	25,2	1,6	1,6	12,8	—	1,6	23,9	100
Оз. Алаколь 14 июня	экз	20	9	13	1	—	1	1	5	5	55
	%	26	16	24	2	—	2	2	9	9	100

Из других компонентов были встречены взрослые насекомые, их личинки, черви и ракообразные; детрит встречен в шести случаях. В одном случае в желудках окуня была обнаружена икра; по цвету и размерам она походила на окуневую.

В оз. Джаланашколь из 24 окуней у четырех были обнаружены рыбы (3 — окуни, 1 — не определен), у шести — насекомые и их личинки, у двух — детрит, у остальных двенадцати желудки были пусты.

Как видно из приведенных примеров, в обнаруженной в желудках окуня пище преобладают бентические беспозвоночные животные (52%). Наличие их показывает, что окунь конкурирует в питании с сазаном. Сказанное подтверждает данные литературы (Малиновская, 1959).

О размножении. По Л. С. Бергу (1949), нерест окуня начинается с первой половины апреля и продолжается до половины мая при температуре воды 8—10°. Это подтверждается нашими наблюдениями. По данным гидрометслужбы на Алакольских озерах весной 1963 года температура воды, благоприятная для нереста (9,1°С), была только с 21 апреля. С этого дня и до первой половины мая она с некоторыми колебаниями повышалась, достигнув 14,1—14,6°С. Следовательно, нерест окуня в оз. Алаколь начался на десять — двенадцать дней позже обычного. Разгар нереста наблюдался в первой половине мая. К этому времени температурный режим Алакольских озер оказался наиболее благоприятным, и, по данным биологических анализов, в уловах преобладали рыбы со зрелыми половыми продуктами. Далее происходило затухание нереста.

Однако в Сасыкколе наблюдались другие сроки нереста окуня. Там к середине мая основная масса производителей уже отнерестовала.

Выводы

Окунь в Алакольских озерах имеет промысловое значение. В годовых уловах в настоящее время он занимает второе место после сазана.

Возрастной состав окуня представлен особями от 2 + до 16 + лет. В уловах преобладали старшие возрастные группы, что обеспечивает нормальное воспроизводство его запасов.

Половое соотношение у окуня от 7 : 1 до 9 : 1 в пользу самок.

Возрастные размеры самок по длине и весу выше, чем самцов. Несколько замедленным ростом отличается алакольский окунь.

В 1962 г. окунь был более упитанным, чем в 1963 г. В 1963 г. он имел в оз. Сасыкколь упитанность выше, чем ала-

кольский. Кошкаркольский же окунь в 1962 г. был наиболее упитанным.

Будучи хищником, окунь в то же время потребляет значительное количество беспозвоночных, конкурируя в питании с сазаном.

В 1963 г. в связи с неблагоприятным температурным режимом нерест окуня был поздним, однако это не отразилось на воспроизводстве его запасов.

В связи с интродукцией судака в оз. Алаколь в 1963 г. для окуня складываются новые условия существования. С одной стороны, он приобретает конкурента в питании, с другой — сам становится жертвой рентабельного хищника — судака.

ЛИТЕРАТУРА

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 3. Л., 1949.

Инструкция по определению степени зрелости половых продуктов у рыб. ВНИОРХ. Л., 1938.

Малиновская А. С. Кормовая база Алакольских озер и ее использование рыбами. «Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии», вып. 2. Алма-Ата, 1959.

Некрашевич Н. Г. Новые формы рыб из Алакольских озер. «Уч. зап. Томского ун-та», 1948, № 11.

Некрашевич Н. Г. К систематике и экологии сазана Алакульских озер. «Тр. Ин-та ихтиологии и рыбного хоз-ва АН КазССР», т. 4. Гурьев, 1963.

Некрашевич Н. Г. Отчет по теме «Рыбохозяйственное изучение Алакольских озер». Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1965.

Некрашевич Н. Г. Материалы по ихтиологии Алакольских озер. Настоящий сборник.

Некрашевич Н. Г. Современное использование рыбных ресурсов Алакольских озер и перспектива их увеличения. Настоящий сборник.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 3, ЛГУ, 1939.

Серов Н. П. Рыбы бассейна Балхаша и биологические основы рационального использования сырьевых запасов. Фонды КазНИИРХ, 1964.

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

К. В. СМИРНОВА

ПАРАЗИТОФАУНА РЫБ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР

Впервые ихтиопаразитологические исследования на Алакольских озерах были проведены в 1940 и 1941 гг. (Смирнова, 1944). За два сезона работ было вскрыто 1187 экземпляров рыб в возрасте от сеголетка до 11 лет. На основе полученных данных выяснено, что состояние Алакольских озер в отношении заражения рыб паразитами вполне благополучно. Паразитофауна всех видов рыб бедна как качественно, так и количественно. Совершенно отсутствуют такие виды паразитов, которые в половозрелом состоянии паразитируют у человека. Большинство видов оказались личиночными формами паразитов рыбоядных птиц, поэтому сокращение численности этих птиц могло бы способствовать уменьшению зараженности рыб многими видами трематод, цестод и нематод.

Не было обнаружено ни одного случая заражения алакольских рыб ремнецом, часто весьма патогенным для рыб и нередко служащим причиной массовых эпизоотий. Не были обнаружены паразитические инфузории, например, такой патогенный для рыб вид, как ихтиофтириус, совершенно отсутствовали миксоспоридии, не были найдены *Dactylogyrus extensis* и *Dactylogyrus vastator.*

Из четырех видов рыб Алакольских озер (сазан, маринка, окунь и губач) наиболее зараженным оказался окунь, наименее — сазан.

В настоящее время Алакольские озера, общая площадь которых составляет более 350 тыс. *га,* имеют большое рыбохозяйственное значение. В ближайшие годы здесь должен быть осуществлен целый комплекс акклиматизационных мероприятий. Поэтому совершенно необходимыми оказались дополнительные ихтиопаразитологические исследования. Они были

проведены в 1962 и 1963 гг. в тех же районах, что и двадцать лет назад. На оз. Алаколь рыба для исследований была взята в районе с. Рыбачье (северо-запад), на Сасыкколе в районе рыбзавода Сагат (запад).

Ихтиофауна Алакольских озер имеет большое сходство с ихтиофауной Балхаша, что служит подтверждением общности этих озер в геологическом прошлом. Об этом же говорит и сходство паразитофауны рыб указанных водоемов. Так, у основной промысловой рыбы — сазана — имеется много общих видов паразитов (см. табл. 1).

Таблица 1

Видовой состав паразитов сазана Алакольских озер и Балхаша

Паразиты	Алакольские озера		Балхаш		
	Наши данные		Ахмеров, 1941 г.	Максимова, 1962 г.	Наши данные, 1964 г.
	1944 г.	1963 г.			
Trypanosoma danilewskyi	—	+	—	—	+
Trichodina sp.	—	+	—	—	+
Ichthyophthirius multifiliis	—	+	—	—	—
Gyrodactylus medius	—	+	—	+	+
Dactylogyrus anchoratus	+	+	+	+	+
D. extensus	—	+	—	+	+
D. intermedius	—	—	+	—	—
D. vastator	—	—	+	—	—
Diplozoon paradoxum	+	+	+	+	—
Diplostomulum spathaceum	+	+	+	+	+
D. clavatum	—	—	—	+	—
Tetracotyle sogdiana	—	—	+	+	—
Phyllodistomum dogieli	—	—	—	+	—
Gryporhynchus cheilancristrotus	—	—	—	—	+
Contracoecum squalii	—	+	+	+	+
C. siluri-glanidis	—	—	—	+	—
Quadrigyrus cholodkowskyi	—	—	+	—	—
Piscicola geometra	—	—	+	+	+
Ergasilus sieboldi	—	—	—	+	+

Говоря об общности паразитофауны Алакольских озер и Балхаша следует учесть, что *Ergasilus sieboldi,* по данным А. И. Агаповой (1963), проник в Балхаш после вселения туда, в 1949 г., леща из Аральского моря.

При сравнении видового состава паразитов других промысловых рыб Алакольских озер и Балхаша наблюдается аналогичная картина.

Паразитофауна рыб каждого из озер Алакольской группы не имеет существенных различий, так как между отдельными

озерами имеется в настоящее время водная связь через протоки и цепь мелких озер, часто заросших тростником и другой водной растительностью.

Истекший со времени первых исследований двадцатилетний период характерен значительным повышением уровня воды (в среднем на четыре метра). Это повлекло за собой изменение береговой линии, увеличение глубины озер, уменьшение зарослей макрофлоры, сокращение площадей биотопов, пригодных для обитания брюхоногих моллюсков — первых промежуточных хозяев многих паразитов рыб. Значительно изменился и солевой состав воды. Особенно большие изменения солености воды произошли за последние годы.

Все эти факторы повлекли за собой изменение видового состава и количественного соотношения водных беспозвоночных. Оказали свое влияние эти изменения и на рыб, так как изменился характер нерестилищ, места откорма и нагула молоди и т. п. По сравнению с другими рыбами возросла численность сазана и увеличился его удельный вес в промысловых уловах. Количество других промысловых рыб в уловах соответственно сократилось.

Большие изменения за истекшие годы произошли и в отношении численности рыбоядных птиц — окончательных хозяев многих паразитов. Резко сократилось число некоторых видов чаек и в особенности баклана. Многочисленные колонии этой птицы на островах Улькен и Кишкене Аралтобе (оз. Алаколь) практически перестали существовать.

Зараженность сазана и губача *Ichthyophthirius multifiliis* оз. Алаколь летом 1963 г. показана ниже.

Оз. Алаколь у с. Рыбачье

Рыбы	Процент заражения	Интенсивность заражения
Сазан половозрелый	40.0	1—32
Сазан двухлетка	33.3	1—29
Губач половозрелый	13.3	1—3

Значительно богаче стал видовой состав моногенетических сосальщиков. Кроме встречавшихся ранее трех видов, обнаружены в настоящее время еще три (у сазана — *Dactylogyrus extensus* и *Gypodactylus medius,* а у губача — *Gyrodactylus nemachili*). Интенсивность заражения рыб этими видами пока не велика, но *G. nemachili* в 1963 г. было заражено 74% всех исследованных мальков губача размером от 14 до 45 *мм,* т. е. этот паразит оказался весьма распространенным.

При сравнении материалов паразитологических вскрытий 1940—1941 и 1962—1963 гг. для большинства паразитов, свя-

занных в своем жизненном цикле с рыбоядными птицами, характерно значительное снижение интенсивности заражения. Из таких паразитов наиболее распространенным у рыб Алакольских озер являлся *Diplostomulum spathaceum*. Встречаемость этого вида у рыб в разные годы показана в таблице 2.

Таблица 2

Зараженность рыб Алакольских озер *Diplostomulum spathaceum*, %

Виды рыб	Алаколь				Сасыкколь		Кошкарколь	
	1940 г.	1941 г.	1962 г.	1963 г.	1940 г.	1963 г.	1941 г.	1963 г.
Окунь	13,3	11,7	—	—	25,5	—	6,7	—
Маринка	8,5	4,5	—	—	33,3	—	Данных мало	—
Сазан	42,5	7,2	—	—	3,0	—	28,5	—
Губач	Данных нет	100	13,3	6,7	100	26,5	66,6	Данных нет

Значительно снизилась также зараженность рыб метацеркариями *Clinostomum complanatum*, цистицерками *Gryporhynchus cheilancristrotus* нематодами из рода *Contracoecum* (табл. 3).

Таблица 3

Зараженность окуня личиночными стадиями трематод, цестод и нематод, %

Паразиты	Алаколь		Урджар		Сасыкколь		Кошкарколь	
	1941 г.	1963 г.	1941 г.	1963 г.	1941 г.	1963 г.	1941 г.	1963 г.
Clinostomum complanatum	6,3	6,7	10,1	6,7	100	13,3	30,5	20,0
Gryporhynchus cheilancristrotus	82,3	20,0	30,0	Данных нет	Данных нет	20,0	46,6	13,3
Contracoecum squalii	46,3	6,7	33,3	—	26,6	—	46,8	—
C. siluriglanidis	21,2	6,7	33,3	—	25,0	—	30,0	—

В таблице 3 приведенные для оз. Сасыкколь данные получены во время стационарных исследований в западной части озера (Сагат). Окуни, пойманные в 1963 г. в районе рыбозавода Арал-Тюбе (восточная часть озера), оказались зараженными *C. complanatum* на 72% при интенсивности заражения от 1 до 18 экземпляров у одной рыбы.

Некоторые виды паразитов (*Posthodiplostomulum cuticola*, несколько видов *Tetracotyle*, *Philometra abdominalis*), встре-

чавшиеся у рыб Алакольских озер в 1940—1941 гг., совсем не найдены в настоящее время.

Паразитические ракообразные как 20 лет назад, так и в настоящее время представлены лишь одним видом — *Lernaea cyprinacea*. В 1940—1941 гг. эти рачки встречались часто, их число на одной рыбе доходило до 38. Местом локализации служили основания плавников, жаберные дуги, ноздри и даже глаза рыб (губача и маринки). У молодых маринок *L. cyprinacea* так глубоко внедрялась под кожу, что своим прикрепительным аппаратом зацеплялась за позвоночник хозяина. В настоящее время таких случаев наблюдать не приходилось. В 1962—1963—1964 гг. *L. cyprinacea* чаще всего встречалась у молоди маринки в количестве не более 6 экз. у одной рыбки.

Массовых заболеваний и очень большой интенсивности заражения рыб каким-либо одним видом паразитов наблюдать не приходилось. Сведения о заражении паразитами основных промысловых рыб Алакольских озер даны в таблицах 4, 5 и 6 (по материалам 1963 г.).

Таблица 4

Паразитофауна сазана

Паразиты	Алаколь		Сасыкколь	
	Процент заражения	Интенсивность заражения	Процент заражения	Интенсивность заражения
Trypanosoma danilewskyi	33,3	Данных нет		
Ichthyophthirius multifiliis	40,0	1—32	—	—
Trichodina sp.	6,7	3	20,0	1—4
Dactylogyrus anchoratus	20,0	1—8	55,0	1—7
D. extensus	20,0	1—3	20,0	1—2
Cyrodactylus medius	6,7	1	—	—
Diplozoon paradoxum	6,7	1	—	—
Contracoecum squalii	6,7	2	20,0	1—2
Количество вскрытых рыб	15		25	

У исследованных дополнительно 25 экз. сазанов-двухлеток также были обнаружены ихтиофтириусы в количестве от 1 до 29 у одной рыбы, кроме них в небольшом количестве — *Dactylogyrus anchoratus* и *Dactylogyrus extensus*.

Специальных бактериологических исследований на Алакольских озерах произведено не было, но при массовых анализах уловов в июне—июле 1963 г. на Сасыкколе обнаруживались отдельные экземпляры сазанов с признаками острой и хронической краснухи. У таких рыб Н. Каировой был сделан

анализ крови для выяснения их физиологического состояния. Материалы эти находятся в стадии обработки.

Следует отметить, что исследование окуней на кровепаразитов не производилось. У балхашского окуня, по данным А. П. Максимовой и исследованиям Н. Каировой, проведенным в 1964 г., трипанозомы встречались весьма часто. Например, в западном районе Балхаша в июле 1964 г. Н. Каировой была выявлена стопроцентная зараженность окуня кровепаразитами.

Таблица 5

Паразитофауна окуня

Паразиты	оз. Алаколь		оз. Сасыкколь	
	Процент заражения	Интенсивность заражения	Процент заражения	Интенсивность заражения
Trichodina sp.	13,3	1—3	8,0	1—17
Clinostomum complanatum	6,7	3	13,3	2—5
Gryporhynchus chei lancristrotus	20,0	1—3	20,0	1—7
Diplostomulum clavatum	—	—	8,0	1
Camallanus lacustris	46,6	1—8	72,0	1—20
Количество вскрытых рыб	15		20	

Учитывая сходство паразитофауны рыб Алакольских озер и Балхаша, можно полагать, что алакольский окунь также в значительной степени заражен трипанозомами.

Таблица 6

Паразитофауна маринки

Паразиты	оз. Алаколь		оз. Сасыкколь	
	Процент заражения	Интенсивность заражения	Процент заражения	Интенсивность заражения
Trichodina sp.	6,7	2	5,9	4
Dactylogyrus longicopula	80,0	1—6	82,3	1—18
Diplozoon paradoxum	33,3	1—2	47,0	1—14
Tetracotyle sogdiana	—	—	5,9	87
Piscicola geometra	6,7	1	—	—
Trachelobdella turkestanica	6,7	2	—	—
Lernaea cyprinacea	20,0	1—5	5,9	2
Количество вскрытых рыб	15		17	

При паразитологических вскрытиях маринки из оз. Алаколь, как следует из таблицы 6, *Tetracotyle sogdiana* не были обнаружены. Но при биологическом анализе молоди рыб из этого водоема у нескольких молодых маринок размером до 11 *см* найдены *T. sogdiana* в количестве от 12 до 656. Они образовали скопления, напоминавшие по внешнему виду гонады самок. В полости тела рыб они располагались над кишечником по обе его стороны.

За немногими исключениями, все приведенные данные свидетельствуют о значительной зараженности паразитами рыб Алакольских озер. Это заставляет особенно осторожно подходить к интродукции в эти озера новых видов, чтобы избежать заноса опасных паразитов. При сравнении результатов ихтиопаразитологических исследований 1940—1941 и 1962—1963 гг. оказывается, что за последние годы паразитофауна рыб обогатилась такими видами, как ихтиофтириус и дактилогирус солидус. Появление их у рыб Алакольских озер можно объяснить заносом при интродукции новых видов рыб.

Перспективным планом акклиматизации и интродукции рыб и кормовых беспозвоночных в водоемах Казахстана на 1966—1970 годы предусмотрено вселение в Алакольские озера целого ряда новых видов рыб и беспозвоночных. В частности, предполагается вселение молоди белого амура и судака из Балхаша.

По данным наших исследований 1964 г., рыбы Балхаша в большой степени заражены паразитическим рачком *Ergasilus sieboldi*. У судака этот рачок встречается во всех пяти районах Балхаша в количестве до 105 экз. у одной рыбы. При переселении балхашского судака в Алакольские озера *E. sieboldi* может прижиться там и оказаться новым для рыб этих водоемов патогенным паразитом. Примером тому может служить положение на Балхаше, где до интродукции леща эргазилюса не было, а теперь он встречается у всех видов рыб в количестве до нескольких сот экземпляров. Поэтому пересадку судака в Алакольские озера из Балхаша нельзя рекомендовать. В этом отношении значительные преимущества может представлять судак из р. Урал, который, по нашим материалам 1963 г., не заражен *E. sieboldi* и другими патогенными паразитами.

В дальнейшем масштаб акклиматизационных работ на Алакольских озерах будет все увеличиваться. Основой тому служит бедный видовой состав туводных рыб, большая площадь водоемов, благоприятный гидрологический режим, отсутствие паразитологических противопоказаний. Пример с акклиматизацией сазана, занимающего теперь первое место в промысловых уловах, говорит о большой эффективности

акклиматизации в этих озерах новых видов рыб и беспозвоночных.

Но только учет данных паразитологии, проведение необходимых карантинных и профилактических мероприятий будут гарантировать полный успех этих работ.

ЛИТЕРАТУРА

Агапова А. И. Изменение паразитофауны у рыб, акклиматизированных в Казахстане. В кн.: «Акклиматизация животных в СССР». Алма-Ата, 1963.

Ахмеров А. Х. К изучению паразитофауны рыб оз. Балхаш. «Уч. зап. ЛГУ, серия биологич.», вып. 18. Л., 1941.

Максимова А. П. К фауне паразитов рыб оз. Балхаш. «Тр. Ин-та зоологии АН КазССР», т. XVI. Алма-Ата, 1962.

Смирнова К. В. Паразитофауна рыб Алакульских озер. «Изв. КазФАН СССР», т. 4, 1944.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Н. Г. НЕКРАШЕВИЧ

СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ АЛАКОЛЬСКИХ ОЗЕР И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ УВЕЛИЧЕНИЯ

Алакольские озера имеют сравнительно большое значение в рыбной промышленности Казахстана. Так, годовой улов рыбы здесь за последнее пятилетие (1959—1963) составил от 3 до 4% общей добычи рыбы по республике. За этот период средний годовой вылов рыбы по группе Алакольских озер был равен около 35 000 *ц*.

Промысел рыбы на озерах производится рыбаками из окрестных населенных пунктов, объединенными в рыболовецкие колхозы. Добычу рыбы осуществляет также Алакольский рыбокомбинат (система гослова). Основная его база находится в с. Рыбачьем. Колхозники сдают свои уловы на приемные пункты и рыбозаводы комбината, которые находятся также на озерах Сасыкколь и Кошкарколь.

Таблица 1

Удельный вес гослова и колхозов в годовом вылове рыбы на Алакольских озерах

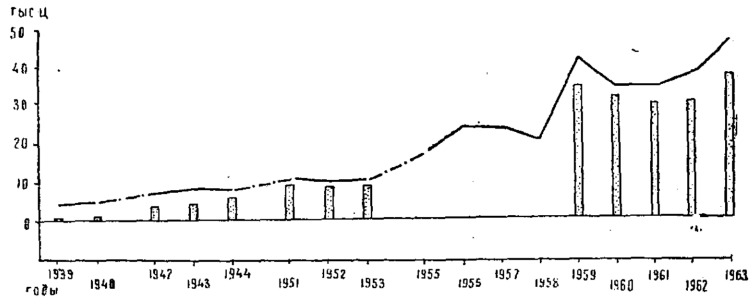
Годы	Гослов		Колхозы		Сумма	
	ц	%	*ц*	%	*ц*	%
1955	1308	7,4	16342	92,6	17650	100
1956	3054	12,5	21341	87,5	24395	100
1957	4453	18,4	19727	81,6	24180	100
1958	4074	19,3	17051	80,7	21125	100
1959	7045	24,0	22307	76,0	29352	100
1960	7520	29,2	18187	70,8	25707	100
1961	10743	30,9	24002	69,1	34745	100
1962	12096	31,9	25609	68,1	37705	100
1963	21821	47,0	24633	53,0	46454	100

Роль гослова в добыче рыбы на Алакольских озерах за последние девять лет значительно возросла. Так, общая добыча рыбы в 1963 г. по сравнению с 1955 г. увеличилась почти в семнадцать раз, а добыча колхозного сектора соответственно лишь в полтора раза (табл. 1). Можно ожидать, что в ближайшие годы государственная рыбная промышленность займет здесь по праву господствующее положение в добыче рыбы.

О состоянии запасов промысловых рыб

Для развития рыбного промысла на Алакольских озерах исключительно важное значение имела успешная акклиматизация здесь сазана в 1932—1933 гг. С одной стороны, относительная скороспелость сазана по сравнению с ценной промысловой рыбой озер маринкой и, с другой, специфика посезонного распределения сазана в водоемах на участках, наиболее доступных для облова, определяют направленность промысла, который здесь можно назвать «сазаньим».

Динамика добычи рыбы на Алакольских озерах показана в таблице 2 и на диаграмме.



Динамика промысловых уловов рыбы на Алакольских озерах (столбики — удельное значение сазана).

Сазан. После акклиматизации стал вылавливаться с июля 1939 г. За полугодие было поймано немногим больше 150 *ц*, что составило около 4% общего вылова всех пород. В 1940 г. в годовом улове сазан составил уже 13%, и в последующие годы стал основным объектом промысла. Так, в 1944 г. его было выловлено: в оз. Алаколь — 78%, Сасыкколь — 37 и Кошкарколь — 94, а в целом по группе озер — 73%. В 1952 г. он составлял в суммарной добыче по всем озерам 90% и в последующие годы — от 80 до 90%. Как видно из таблицы 3, сазан является основным объектом промысла на всех Алакольских озерах, и уловы его устойчивы.

Таблица 2

Динамика видового состава уловов по группе Алакольских озер

Годы	Маринка		Сазан		Окунь		Сумма	
	ц	%	ц	%	ц	%	ц	%
1939	562	14,6	162	4,2	3122	81,2	3846	100
1940	995	21,5	416	9,0	3213	69,5	4624	100
1942	3037	41,5	3784	52,3	425	6,2	7246	100
1943	3149	40,0	4244	53,8	504	6,2	7897	100
1944	154	2,0	5735	75,0	1754	23,0	7643	100
1947	483	4,0	8361	79,0	1759	16,5	10603	100
1948	419	1,0	17291	80,0	4021	18,5	21731	100
1949	1223	1,0	11220	90,0	Св. нет	9,0	12443	100
1950	896	8,1	9896	90,0	203	1,9	10995	100
1951	107	1,0	9316	87,0	1284	12,0	10707	100
1952	193	2,0	8845	90,0	781	8,0	9819	100
1953	393	4,0	7894	80,0	1574	16,0	9861	100
1959	418	1,0	34700	83,0	6692	16,0	41810	100
1960	349	1,0	32120	92,0	2426	7,0	34895	100
1961	350	1,0	29400	84,0	5263	15,0	35013	100
1962	383	1,0	31095	81,0	6868	18,0	38346	100
1963	1293	2,0	37600	81,0	7561	17,0	46454	100

Не располагая данными о качественном составе уловов сазана за минувшие годы, мы ограничимся лишь его характеристикой по анализам 1962 г. (табл. 4).

По линейному и весовому росту алакольский сазан стоит на первом месте. В улове преобладают рыбы в возрасте от 2 + до 5 +, составляя 95,7% в сумме анализированных нами средних проб. В отличие от других озер, в Алаколе относительно высок процент неполовозрелых особей (27,8%). Формально это не противоречит правилам рыболовства ограничивающим вылов «незаконника», т. е. рыб ниже установленной промысловой меры. В связи с достаточно высоким темпом роста не все неполовозрелые особи попадают в эту группу. Так, из 588 проанализированных рыб, особи в возрасте 1 + и 2+, размером до 28 *см* составили около 10%. Учитывая, что часть самок сазана, как показал анализ, становится половозрелой в возрасте 2+, можно считать, что запасы сазана в Алаколе не подорваны. Довольно высокий процент в уловах неполовозрелых рыб заставляет принять меры к регулированию вылова сазана в весенне-летний период, когда он размножается.

Анализ зависимости весового роста от линейного показал, как уже говорилось выше, что при одной и той же длине тела алакольский сазан имеет несколько меньший вес, чем сазаны из других озер группы.

Таблица 3

Динамика видового состава уловов по Алакольским озерам, %

Годы	Алаколь					Сасыкколь					Кошкарколь					Все озера				
				сумма					сумма					сумма					сумма	
	сазан	маринка	окунь	%	ц	сазан	маринка	окунь	%	ц	сазан	маринка	окунь	%	ц	сазан	маринка	окунь	%	ц
1939	1	43	56	100	2515	8	7	85	100	1331	5	—	—	—	—	14	31	65	100	3846
1940	5	50	45	100	2196	20	8	72	100	2240	1	2	97	100	188	12	26	61	100	4624
1944	78	5	17	100	2549	37	1	62	100	2117	94	1	5	100	2977	75	2	25	100	7643
1951	80	1	19	100	4024	85	1	14	100	2631	96	1	3	100	4053	87	1	12	100	10707
1952	88	1	11	100	4981	92	—	8	100	2037	93	5	2	100	2781	90	2	8	100	9819
1953	61	4	35	100	3811	94	—	6	100	2231	93	3	4	100	3819	80	4	16	100	9861
1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	1	16	100	41810
1960	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	Сотые	7	100	34895
1961	89	1	10	100	20914	65	1	34	100	7789	91	1	8	100	6310	84	1	15	100	35013
1962	80	1	19	100	19782	77	2	21	100	9282	87	1	12	100	9330	81	1	18	100	38346
1863	74	6	20	100	20763	80	4	16	100	21887	89	Сотые	11	100	3894	81	5	17	100	46454

Таблица 4

Качественный состав промысловых уловов сазана в Алакольских озерах, 1962 г.

Водоемы	Средние		Преобладающие возрастные группы			Половозрелые %	Занимаемое место по			Повторно нерестующие производители, %
	длина, *см*	вес, *г*	от	до	%		зависим. веса от длины	росту		
								длина, *см*	вес, *г*	
Алаколь	34,2	892	2+	5+	95,7	72,2	3	1	1	29,4
Сасыкколь	30,1	666	3+	5+	94,1	94,8	1	3	3	39,4
Кошкарколь	32,6	784	3+	4+	89,8	94,8	2	2	2	69,0

Сасыккольский сазан по среднему весу в зависимости от длины тела занимает первое место, тогда как по наблюденному темпу роста стоит на последнем. Это значит, что, независимо от числа прожитых лет, он увеличивает вес быстрее, чем при тех же размерах в Алаколе. Исходя из этих данных, можно предполагать, что несмотря на относительную бедность кормовой базы в оз. Сасыкколь, она для более крупных рыб (старше 6+) вполне удовлетворительна. Отставание в темпах роста можно объяснить некоторым перенаселением Сасыккоя, недоловом рыб младших возрастных групп. Несомненно, что при общем перелове сазана в Сасыкколе темпы его роста были бы выше, чем это наблюдается в настоящее время. В уловах преобладают рыбы в возрасте от 3+ до 5+, оставляя в общем вылове 94,1%. Половозрелые в общем вылове составляют 94,8%, а повторно нерестующие — 39,4%, т. е. на 10% больше, чем в Алаколе. Из этих данных следует, что запасы сазана в оз. Сасыкколь интенсивно используются.

Их состояние можно характеризовать таким образом. Условия размножения здесь вполне нормальны. Благодаря этому в Сасыкколе ежегодное пополнение численности сазана больше, чем ее убыль. Когда действовали прежние правила рыболовства, то из года в год отлавливалась рыба старших возрастных групп.

Количество оставшихся рыб усиленно пополнялось благодаря хорошим условиям размножения, и плотность популяции сазана постепенно увеличивалась, а это привело к понижению темпа линейного роста. Последнее мы объясняем так. Нарождающаяся молодь сазана в Сасыкколе обеспечена естественным кормом. Это вызывает дальнейшую задержку ее роста.

Из общей биологии известно, что если животное в первый год жизни растет плохо (а это чаще всего является следствием недостатка пищи), то темп его роста в последующие годы будет замедленным. Вероятно, в Сасыкколе условия питания для рыб старше двухлетнего возраста более благоприятны, поэтому вес тела сасыккольских сазанов по сравнению с равновеликими по длине сазанами из двух других озер выше.

Пониженный темп роста является во всех случаях отрицательным фактором развития запасов ценных промысловых рыб. Чтобы улучшить запасы сасыккольского сазана, следует разредить его численность, т. е. добиться меньшей плотности популяции. Для этого в Сасыкколе следует усилить вылов сазана, сократив промысловую меру до 24 *см*. В этом случае вылавливаться будут и неполовозрелые рыбы, а также впервые достигшие половой зрелости. Разрежение стада производителей не должно принести ущерба воспроизводству запасов, которые в этом случае будут пополняться за счет более полноценной молоди. Мы имеем в виду неизбежное в этом случае разрежение численности нарождающейся молоди, что исключит напряженность в использовании ею кормов.

После того как качественный состав популяции промыслового запаса сазана в Сасыкколе достигнет удовлетворительного состояния, необходимо будет вновь пересмотреть правила рыболовства для этого озера.

Качественный состав промысловых уловов сазана в оз. Кошкарколь стоит на втором месте среди сравниваемых водоемов. Наличие в уловах до 90% рыб двух возрастных групп (3+ и 4+), до 95% половозрелых и 69% рыб, нерестующих повторно, говорит об интенсивном использовании запасов кошкаркольского сазана. Относительно высокий темп роста свидетельствует о том, что такое использование запасов нормально. По нашему мнению, на Кошкарколе пока не следует менять режима рыболовства.

Маринка. До начала сороковых годов маринка играла заметную роль в промысле рыбы на Алакольских озерах. Так, в 1940 г. она составляла в годовом улове рыбы по Алаколю 50%, по Сасыкколю — 8% и по Кошкарколю — 2%, а в целом по группе озер — 26%. Алаколь был в то время «мариночным» водоемом, тогда как остальные два озера начали превращаться из окуневых в сазаньи. С течением времени, когда численность сазана в озерах увеличилась, маринки стало ловиться все меньше и меньше. Начиная с 1944 г., в этих водоемах больше 5% ее не вылавливали.

Значит ли это, что маринки не стало, что ее окончательно «вытеснил» сазан? Он действительно вытеснил маринку из промысла, но не из состава ихтиофауны озера Алаколь. Если

Таблица 5

Динамика годового улова рыбы за 1962 г., %

Озеро	Виды рыб	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год	
														%	ц
Алаколь	Сазан	0.1	0.2	2,1	17,4	27,1	12,4	16,5	10,0	9,1	4.2	0.2	0.7	100	16594
	Маринка	0.3	—	0.6	78,4	16.4	1.2	0.9	1.6	0.2	—	—	0.4	100	182
	Окунь	2.4	1.8	8.2	73,0	7,0	0.1	—	—	1.9	4.0	—	1.6	100	3548
Сасыкколь	Сазан	11.9	1.5	1.7	7.1	6,8	7.5	5,0	14,1	13.3	4.5	0.8	25.8	100	7159
	Маринка	—	8.7	—	56,8	—	—	16.3	—	—	—	—	6.3	100	24
	Окунь	6.2	2.1	1,1	34,0	2,8	7.4	6,3	8,5	15.4	8,5	1.4	5.7	100	2101
Кошкарколь	Сазан	18.0	5.2	6,5	10,0	—	11.3	6.6	11.0	5.0	2.5	—	23.8	100	8048
	Маринка	—	—	—	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	100	6
	Окунь	4.7	3.2	14,9	65,0	—	—	—	—	1.5	3,8	—	6.9	100	1276

бы сазан вытеснил маринку в буквальном смысле этого слова, как склонны считать некоторые работники рыбной промышленности, то ее запасы не обеспечивали бы промыслового вылова. А между тем в 1953 г. улов маринки по озерам выражался более или менее значительной цифрой: по группе озер он составил 4% общегодовой добычи. В последующие годы маринка составляла по учету уловов один или менее одного процента, а в 1963 г., когда усилился лов маринки в Алаколе, ее поймано здесь до 6%.

Приведенные цифры ни в какой мере не отражают истинного положения вещей о численности маринки. Судя по промысловым данным, за последние 10—12 лет рыболовство на Алакольских озерах ориентируется главным образом на вылов сазана, как более доступный объект промысла. Маринка же специально не добывается и является приловом к основному улову. Мало того, промысловая статистика не учитывает всего количества вылавливаемой маринки. Дело в том, что эта ценная рыба оседает у рыбаков, которые вялят и коптят ее, а потом продают на сторону. Причиной этому служит большой спрос на

ближайших рынках на маринку, как на отличный рыбный продукт, а с другой стороны, — нежелание рыбаков сдавать эту рыбу на приемные пункты, где за нее очень мало платят. Приходится удивляться, почему алакольская маринка, которая имеет очень высокие пищевкусовые качества, так низко оплачивается.

При желании Алакольский рыбокомбинат мог бы организовать добычу маринки, ее нагуливающихся после нереста производителей вдали от берегов, например, в районе островов Каменных. Нами установлено наличие там рыбы в посленерестовый период.

Белый окунь. Запасы окуня в Алакольских озерах огромны. Основной лов его, как и других рыб, здесь производится в период весенней нерестовой миграции (табл. 5).

По примеру Балхаша (Серов, 1964) состояние запасов окуня в оз. Алаколь может сильно измениться по мере увеличения численности акклиматизированного здесь судака. Промысловое значение окуня станет меньшим, однако качественный состав его уловов должен будет возрасти в связи с вероятным уменьшением численности его карликовой формы.

Об увеличении добычи рыбы. Увеличение добычи рыбы в Алакольских озерах возможно, с одной стороны, при условии освоения глубинных зон Алаколя (до 20—25 *м*), где в значительной степени недоиспользуются запасы маринки, и, с другой, что наиболее важно, за счет реконструкции состава промысловой ихтиофауны и фауны кормовых организмов.

После биологически обоснованного автором предложения Казахская республиканская производственная акклиматизационная станция (КРПАС) «Средазгосглаврыбвода» выпустила в это озеро, в его юго-западную часть, у с. Коктума, партию взрослых судаков, около 750 экземпляров — в апреле и более 1750 — осенью 1963 г., привезенных с нижнего Урала.

Однако ограничиться этим нельзя. Нужно по крайней мере удвоить это количество и выпускать производителей в предустьевом пространстве р. Урджар, где поблизости имеется посадочная площадка для грузовых самолетов. Сокращение срока пребывания судака в пути будет способствовать лучшей выживаемости его производителей и обеспечит их полноценность.

Разнообразие экологических условий в группе Алакольских озер и бедность качественного состава их ихтиофауны позволяют ставить задачу заселения этих озер и водоемов их придаточной системы новыми видами промысловых рыб: серебряным карасем, растительноядными рыбами — амуром, толстолобиком, а также змееголовом и пелагическими планктоноедами — пелядью и синцом. Эти задачи могут быть реше-

ны после разработки соответствующих биологических обоснований, которая начата нами в 1964 г. Это один из путей повышения рыбопродуктивности не только Алакольских озер, но и других водоемов Казахстана.

Схема мероприятий по восстановлению и увеличению запасов ценных промысловых рыб во внутренних водоемах и развитию прудового рыбоводства в СССР на 1965—1980 годы (Гипрорыба, объект № 647, кн. 5, Казахская ССР, Алма-Атинская область) предусматривает вселение в Алакольские озера белого амура, что будет способствовать увеличению годового вылова рыбы в озерах на 14 000 *ц* при условии ежегодного завоза сюда 2 900 000 штук сеголетков. Так как предполагается брать их из не организованного до сих пор Илийского рыбопитомника, то эта рекомендация остается нереальной на неопределенное время. Мы не имеем возможности предложить другую схему, так как не выяснен вопрос об исходном материале, что определило бы эффективность возможной акклиматизации амура в Алакольских озерах. Однако считаем, что использование фонда сеголеток амура, которые будут выращены в ближайшие годы в казахстанских рыбопитомниках, должно идти по линии зарыбления именно Алакольских озер, учитывая, что эти водоемы занимают особое положение, как еще почти нетронутые вмешательством человека в их биологию.

Ниже мы попытаемся произвести примерный прогнозный расчет возможного вылова основной промысловой рыбы — сазана — в Алакольских озерах. Принимая средний годовой улов рыбы в этой группе озер за последние пять лет в 40 000 *ц* и средний удельный вес в нем сазана — около 80%, а также среднюю промысловую навеску — 600 *г*, мы устанавливаем примерное число вылавливаемых за год экземпляров сазана — 5 400 000.

Промысел на Алакольских озерах в целом далеко не интенсивен. Однако, учитывая, что сазан вылавливается главным образом в весенне-летний период, когда эксплуатации подвергаются основные контингенты производителей, а на Сасыкколе и Кошкарколе неводами облавливаются места зимних залежек сазана, мы принимаем интенсивность вылова за 40%. Таким образом, можно считать, что годовой промысловый запас сазана выражается цифрой 13 500 000 экз. допустимого к вылову размера. Но нам известно, что около 10—15% из них неполовозрелы, значит из 8,2 млн. экземпляров только 6,8 млн. являются производителями. Известно также, что контингент производителей сазана в Алакольских озерах представлен почти равным соотношением самок и самцов, поэтому можно принять количество ежегодно нерестующих самок в 3,4 млн. экземпляров.

Исходя из схемы, предложенной Н. Л. Чугуновым (по Черфасу, 1940) и принимая во внимание особенности биологии и промысла сазана в Алакольских озерах, приводим расчет промыслового возврата (млн. штук):

Годовой промысловый запас сазана	13,4
Используется промыслом при интенсивности вылова 40%	5,4
Проходит на нерест производителей	6,8
Число нерестующих самок (50%)	3,4
Количество отложенной икры (плодовитость 118,5 тыс. икринок)	402 900
Количество личинок (1% от отложенной икры)	4029
Количество сеголеток осенью (10% от личинок)	403
Количество промысловой рыбы — трехгодовиков (5% от сеголеток)	20,2

Таким образом, в соответствии с приведенными расчетами возможный годовой вылов сазана при интенсивности промысла 40% может быть доведен до 48 500 *ц* сазана, что в полтора раза больше, чем его вылавливается в настоящее время.

Если принять интенсивность вылова сазана за 30 или 25%, то расчеты дадут промысловый возврат соответственно 77 и 98 тыс. *ц*. При существующей напряженности использования относительно небогатой кормовой базы рыбами Алакольских озер такой промысловый возврат мало вероятен. Мы считаем, что интенсивность вылова сазана, принятая за 40%, более близка к реальной, нежели 30 или 25%.

При значительном изменении фактической интенсивности промысла сазана необходимо будет произвести перерасчет возможного ежегодного вылова с тем, чтобы годовые уловы были устойчивыми.

В оз. Алаколь необходимо освоить отдаленные от населенных пунктов участки озера с заливами в его юго-восточной южной и юго-западной частях.

Удельный вес маринки в годовом вылове рыбы по группе озер вырос к 1963 г. до 4%. Это является следствием начала освоения новых участков оз. Алаколь в открытой его части. Ввиду того, что основная добыча маринки производится только на Алаколе, ее удельный вес в общей добыче рыбы на Алакольских озерах в ближайшие годы едва ли будет выше 5%. Тогда вылов ее будет составлять около 3 000 *ц*.

Значение окуня в промысле определяется средним удельным весом за многолетний период порядка 15%. В ближайшие пять лет, пока не будет создано промысловое стадо судака, добыча окуня остается в том же соотношении с выловом других рыб.

Суммируя все приведенные данные, можно наметить прогноз возможного вылова рыбы на Алакольских озерах, который выразится в следующих цифрах:

Сазан	80%	....	45 000 *ц*
Маринка	5%	....	3 000 *ц*
Окунь	15%	....	9 000 *ц*
Годовой вылов всех пород	100%	....	57 000 *ц*

В настоящее время на озерах добывается в год 40—45 тысяч центнеров, что далеко не предел даже при современной интенсивности промысла. Приведенные цифры прогноза добычи рыбы вполне реальны, однако следует отметить, что для обеспечения устойчивых уловов необходимо улучшить условия естественного воспроизводства запасов, а также регулярно проводить спасение молоди сазана и маринки в отшнуровывающихся водоемах, где эта молодь нарождается. Еще в 1963 г. Алакольским рыбокомбинатом совместно с сотрудниками Алакольского отряда КазНИИРХ была разработана схема улучшения нерестилищ и подходов к ним, а также план спасения молоди. При правильной постановке этих работ проблема спасения молоди рыб потеряет свою остроту.

Ввиду того, что в минувшие годы улучшение нерестилищ и подходов к ним, а также спасение молоди рыб проводилось недостаточно, вылов сазана и маринки в ближайшие два года (1965—1966) не должен превышать 40 000 *ц* в указанном выше соотношении. В противном случае может иметь место нарушение условий естественного воспроизводства запасов этих промысловых рыб.

Рассчитывать в ближайшие годы на увеличение общего вылова рыбы за счет акклиматизируемого судака пока нельзя, однако не исключено, что первое поколение судака в Алаколе, достигнув половой зрелости, может дать в 1967 году некоторый промысловый эффект.

ЛИТЕРАТУРА

Некрашевич Н. Г. Отчет по теме «Рыбохозяйственное изучение Алакольских озер». Фонды КазНИИРХ, Балхаш, 1965.

Некрашевич Н. Г. Материалы ихтиологии Алакольских озер. Настоящий сборник.

Некрашевич Н. Г. Биологическое обоснование и первые итоги интродукции судака в Алакольские озера. Настоящий сборник.

Логиновских Э. В. Кормовая база Алакольских озер и ее использование рыбами. Настоящий сборник.

Смирнова К. В. Паразитофауна рыб Алакольских озер. Настоящий сборник.

Цыба К. П. К биологии белого окуня из Алакольских озер. Настоящий сборник.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

1965 *Вопросы географии Казахстана* Вып. 12

Т. Р. ОМАРОВ

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР АЛАКОЛЬСКОЙ ГРУППЫ

Распределение химических элементов в отложениях озер зависит как от внешних, так и от внутренних факторов. К первым относятся климат, жизнедеятельность организмов, физико-химические свойства воды, состав материнских пород местности; ко вторым — свойства самих элементов.

Тяжелые металлы, как и все рассеянные элементы, в илах находятся в различных формах. Частично они входят в кристаллическую структуру веществ, внесенных в водоемы с продуктами выветривания окружающих пород.

Медь, цинк, никель и кобальт извлекаются из воды, сорбируясь глинистыми минералами, гелиями гидроокислов железа, марганца алюминия и др. Определенную роль в распределении указанных элементов играет и органическое вещество.

В химическом составе осадков озер Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь выделяются: растворимая в воде солевая часть, в состав которой входят, в основном, хлориды и сульфаты натрия, карбонатная часть, сложенная углекислым кальцием и углекислым магнием.

Основную массу осадков составляет окись кремния (SiO_2) и окись алюминия (Al_2O_3), а подвижной фосфор (P_2O_5) и окись марганца не имеет значительного содержания. Железа содержится в осадках всех трех озер от 3,99 до 4,15%. Окиси кальция (CaO) в оз. Алаколь содержится от 6,77% до 13,27%; в Сасыкколе — от 12,41 до 30,91; в Кошкарколе — до 20,05%, таким образом CaO меньше всего встречается в Алаколе.

Высокие концентрации кобальта и никеля наблюдаются в озерах Сасыкколь и Алаколь ($c\Sigma_и = 1{,}1\%$). С увеличением солености водоема концентрация кобальта, никеля и меди в воде снижается. Содержание же цинка зависит от суммы ионов.

Химический состав воды оказывает некоторое влияние также на миграцию элементов семейства железа в природных поверхностных водах. Это относится прежде всего к меди и цинку. В частности, в карбонатных озерах концентрация меди и цинка несколько ниже, чем в сульфатных.

Органическое вещество в осадках Алакольских озер распределяется равномерно. Процентное соотношение его, начиная с прибрежной части, увеличивается к центральной части водоема. Если в песках органического вещества на озере Алаколь содержится 0,18, то в глинистых илах содержание его увеличивается до 0,43%.

На озере Сасыкколь органическое вещество в прибрежной части составляет 0,8% и увеличивается в глинистых осадках до 2,01%, на озере Кошкарколь до 1,79.

Таким образом, наибольшее содержание углерода имеют мелководные озера, богаче углекислородом также илистые пески, чем пески и песчаные илы. Малое содержание органического вещества в прибрежной зоне связано с тем, что оно обладает весьма малым удельным весом и вымывается из прибрежной полосы и заносится в более глубокую часть водоема, обогащая осадок. Вместе с тем важнейшим фактором, обусловливающим различную степень обогащения осадков органическим веществом, является различная скорость седиментации. Там, где процесс седиментации идет медленнее, осадки обладают повышенным содержанием углерода, а там, где отлагаются большие количества обломочного материала, органическое вещество обогащает донные отложения в меньшей степени. Следовательно, глубина отложения оказывает существенное влияние на степень обогащения осадков органическим веществом.

Из вышеизложенного можно заключить, что количество органического вещества, содержащегося в том или ином типе донных отложений, определяется не только тем его количеством, которое первоначально выпало на дно. В действительности оно является функцией многих факторов, из которых важнейшими являются скорость седиментации, глубина отложения, а также степень и условия сохранности.

Также был сделан анализ пыльцы, растений из донных отложений Алакольских озер*. Во всех пробах в большом количестве встречается пыльца степных трав. Она составляет 76—96% от спектра, 1—3% приходится на пыльцу древесных растений, 2—10% — на пыльцу водных растений и от 1 — до 5—6% на споры папоротникообразных и мхов.

---

* Спорово-пыльцевой анализ произведен в спорово-пыльцевой лаборатории ИГН АН КазССР Л. Н. Чупиной.

Среди пыльцы древесных растений чаще всего (в каждом препарате) встречается пыльца сосны и березы. Ее присутствие можно объяснить большой летучестью (300—500 *км*) пыльцевых зерен этих пород.

Среди пыльцы трав преобладают (для отложений озер Алаколь и Сасыкколь до 60% от общего состава) лебедовые — до 30%. В отложениях озера Кошкарколь, наоборот, преобладает количество пыльцы лебедовых и несколько меньше пыльцы полыней. Здесь это связано с большим осолончакованием почв и грунтов окружающих озеро Кошкарколь, на которых развиваются различные солянки, входящие в семейство лебедовых. Единичными пыльцевыми зернами (в пределах 10) представлена пыльца других трав и полукустарников. Пыльца водных растений принадлежит к ежеголовниковым.

Для всех проб характерно присутствие диатомовых водорослей, а для Кошкарколя и Сасыкколя — зеленых водорослей. Соотношение количества пыльцы к водорослям равно 1 : 99.

СОДЕРЖАНИЕ

А. В. Попов. Географическое положение и строение поверхности Алакольской впадины 3
Т. М. Трифонова. Климатическая характеристика Алакольской впадины 26
Т. М. Трифонова. Ветроэнергетические ресурсы Алакольской впадины и использование их в народном хозяйстве 39
В. М. Болдырев. Режим рек и временных водотоков Алакольской впадины 52
П. И. Шлеймович. Почвенный покров Алакольской впадины 62
О. М. Насонова. Растительность Алакольской впадины . 69
П. П. Филонец. Морфометрия Алакольских озер . . . 79
Е. А. Казанская. Морфология и динамика берегов озера Алаколь 88
В. И. Коровин, Р. Д. Курдин. Уровенный режим Алакольских озер 129
В. И. Коровин. Исследование связей уровня озера Алаколь с гидрометеорологическими факторами 141
Р. Д. Курдин. Ветровое волнение на Алакольских озерах . 151
Т. М. Трифонова. Потери воды на испарение с поверхности озера Алаколь 172
Р. Д. Курдин. Термический режим Алакольских озер . . 182
Р. Д. Курдин. Ледовый режим Алакольских озер . . . 196
Р. Д. Курдин, Л. С. Шильниковская. Гидрохимический режим Алакольских озер 209
Э. В. Логиновских. Кормовая база Алакольских озер и ее использование рыбами 223
Н. Г. Некрашевич. Материалы по ихтиологии Алакольских озер 236
Н. Г. Некрашевич. Биологическое обоснование и первые итоги интродукции судака в Алакольские озера 269
К. Б. Цыба. К биологии белого окуня из Алакольских озер . 280
К. В. Смирнова. Паразитофауна рыб Алакольских озер . 288
Н. Г. Некрашевич. Современное использование рыбных ресурсов Алакольских озер и перспективы их увеличения . . . 296
Т. Р. Омаров. Некоторые сведения о химическом составе отложений озер Алакольской группы. 307

Редакторы *Н. А. Менжулина, З. Н. Пальгова,* худ. редактор *И. Д. Сущих,* тех. редактор *П. Ф. Алферова,* корректор *В. А. Пичкунова.*

* * *

Сдано в набор 6/VIII 1965 г. Подписано к печати 7/XII 1965 г. Формат 60×90¹/₁₆. Печ. л. 19,38+1 вклейка. Бум. л. 9,69. Уч.-изд. л. 21,5. Тираж 1110. УГ09680. Цена 1 р. 65 к.

* * *

Типография издательства «Наука» Казахской ССР, г. Алма-Ата, ул. Шевченко, 28. Зак. 179.

НЕОБХОДИМЫЕ ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
184 (Табл. 1, последняя графа)	1 сверху (оз. Алаколь)	25°,1 25.VII	28,7 16.VII
»	2 сверху (оз. Кошкарколь)	28°,4 29.VII	29,7 3—4.VII
228	20 сверху	Берген	Борган

Заказ 179, тираж 1110

Приложение I

Распределение маринки по длине тела в уловах оз. Алаколь

и сезон	Длина тела (без С), *см*																			Сумма		M, *см*
	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	экз.	%	
9, лето	0,1	0,1	0,1	0,2	1,5	6,5	15,6	21,0	19,3	17,1	9,3	5,1	2,3	1,3	0,3	0,1	0,1	—	—		1184	100	34,8
0 „	—	—	—	—	1,2	5,3	12,9	24,0	15,5	18,5	10,6	6,5	2,3	1,7	0,9	0,3	0,3	—	—		341	100	35,5
1, весна	—	0,1	0,1	0,1	0,2	2,6	6,2	10,1	11,8	10,5	13,0	12,9	1,4	2,1	0,4	4,5	1,2	0,4	0,1		431	100	39,1
5, зима	—	—	1,3	1,4	6,3	9,2	18,2	18,8	9,2	14,8	4,2	9,0	3,4	2,1	2,1	—	—	—	—		142	100	34,2
3, лето	—	—	—	—	—	1,0	1,0	3,0	2,0	11,0	10,0	16,0	23,0	12,0	8,0	4,0	7,0	2,0	—		101	100	42,5
4, зима	—	—	0,6	0,7	2,0	3,3	21,3	25,3	30,0	8,7	7,4	0,7	—	—	—	—	—	—	—		150	100	33,9

Приложение II

Распределение сазана по длине тела в уловах

одоем	Год и сезон	Длина тела (без С), *см*																	Сумма		M, *см*
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	экз.	%	
ыкколь	1962, лето	1,4	6,0	19,4	31,0	14,9	14,6	5,1	3,8	1,7	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	—	0,1		4079	100	27,1
„	1963 „	1,0	14,0	47,3	24,8	6,8	4,2	1,7	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—		3768	100	15,9
„	1964, январь	1,2	3,7	13,2	13,9	4,2	2,4	5,8	22,6	15,4	7,2	1,4	—	—	—	—	—		902	100	31,8
шкарколь	„	—	—	0,3	5,6	13,5	20,1	18,2	25,0	12,2	3,9	1,2	—	—	—	—	—		993	100	32,5
кколь	„	0,2	0,3	3,0	20,6	37,5	27,6	9,2	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—		1041	100	29,5
„	1962, лето	0,2	0,8	4,7	12,0	16,6	20,2	12,9	9,0	6,2	5,7	4,6	2,6	2,5	1,5	0,5	—		2431	100	32,8

В	Ала Сад Сум	Ала Сад Кок Сум

