Пямяти моего Учителя
профессора Бориса Георгиевича Розанова
в год его 70-летия

Куст Герман Станиславович

ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ.

Рекомендовано к изданию

Ученым Советом Института почвоведения

Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

и Российской Академии наук

Москва, 1999

Аннотация.

Автор книги – доктор биологических наук, заместитель директора Института почвоведения МГУ-РАН, профессор факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова излагает результаты многолетних исследований в области оценки и картографирования опустынивания. Оригинальность подходов автора заключается в том, что он рассматривает опустынивание как комплексное явление деградации природных комплексов, а предлагаемые им методы изучения опустынивания основаны на последовательном исследовании тенденций изменения разных компонентов природных систем. Автор обосновывает новую эволюционную эколого-генетическую концепцию явления опустынивания и показывает возможность ее применения для оценки и картографирования опустынивания как в среднем и мелком масштабе (на примере Южного и Восточного Приаралья), так и для обзорных карт (на примере засушливых территорий России). Большое внимание в работе уделено также вопросам постгидроморфной эволюции почвенного покрова засушливых территорий.

Книга рассчитана на широкий круг ученых, интересующихся вопросами опустынивания и эволюции природных систем засушливых территорий: географов, почвоведов, геоботаников, а также может быть рекомендована в качестве учебного пособия для студентов вузов, специализирующихся в области изучения пустынь, полупустынь и сухих степей.

ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 7
Разработка принципов эколого-генетической оценки опустынивания. 9
История представлений. 9
История разработки и развития содержания термина "опустынивание". 9
Историяи развития представлений о факторах, причинах и процессах опустынивания. 13
Основные методологические подходы к эколого-генетической оценке опустынивания. 20
Приаралье как объект для изучения опустынивания. 25
Особенности Приаралья как объекта для изучения опустынивания. 25
Методы оценки и картографирования опустынивания в Приаралье. 26
Опыт оценки опустынивания в Приаралье. 27
Опыт изучения причин опустынивания в Приаралье. 31
Взаимосвязь и систематика причин опустынивания в Приаралье. 35
Принципы систематики причин опустынивания для целей комплексной оценки. 35
Ирригация. 36
Отгонное животноводство. 45
Техногенное воздействие. 47
Сведение древесно-кустарниковой растительности. 50
Особенности действия причин опустынивания на различных генетически однородных типах территорий Приаралья. 52
Динамические изменения и эволюция природных комплексов Приаралья при опустынивании. 55
Динамические ряды (серии) растительности. 56
Подходы к выделению динамических рядов растительности в Приаралье. 56
Динамические ряды растительности ландшафтов дельтовых равнин. 59
Локальные нарушения на такырных равнинах. 66
Восстановительные смены постирригационных ландшафтов. 66
Динамика растительности песчаных пустынь. 67
Ряды трансформации. 68
Динамика растительности на останцовых возвышенностях и плато. 72
Динамика растительности обсохшего дна моря. 72
Ряды развития и трансформации рельефа. 74
Эоловые процессы. 75
Изменение рельефа на обсыхающем дне моря. 78
Стадии опустынивания рельефа. 79

Почвы Приаралья, их изменения и эволюция в условиях современного опустынивания. 86
Краткий очерк исследований по вопросам эволюции почв дельтовых областей Приаралья. 86
Принципы эволюционной систематики и номенклатуры почв Приаралья. 94
Развитие и эволюция почв в Приаралье и процессы почвообразования при опустынивании. 97
Эволюция и развитие почв современных опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи. 97
Естественная эволюция почв на территориях древних дельт Приаралья. 125
Процессы почвообразования при эволюции почв дельтовых территорий Приаралья. 129
Общая характеристика и частные почвенные процессы опустынивания. 129
Процессы почвообразования в современных опустынивающихся дельтах Амударьи и Сырдарьи. 131
Процессы почвообразования на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь. 138
Эволюция почв и процессы почвообразования на обсыхающем дне Аральского моря. 144
Изменения почв орошаемых территорий Приаралья в условиях сокращения норм орошения или прекращения ирригации. 150
Движущие силы эволюционных изменений почв в Приаралье. 152
Эволюционные состояния почв. 156
Эволюционные состояния почвенного покрова. 157
Гомеостаз почвенного покрова. 160
Особенности современного этапа постгидроморфной эволюции почв Приаралья в связи с опустыниванием. 166
Динамические ряды опустынивания. 171
Классификация опустынивания. 171
Типы опустынивания. 173
Подтипы опустынивания. 173
Степень, скорость и глубина опустынивания. 175
Картографирование опустынивания Южного и Восточного Приаралья. 198
Дешифрирование и картографирование ландшафтов Приаралья по космическим снимкам. 198
Исследование состояния различных компонентов ландшафтов и идентификация параметров опустынивания. 201
Атлас опустынивания Южного и Восточного Приаралья. 202

Адаптация принципов и методов эколого-генетической оценки и картографирования опустынивания для целей составления карты опустынивания РФ. 209
Теоретические предпосылки возможности использования эволюционных эколого-генетических принципов оценки опустынивания для исследования и картографирования опустынивания в засушливой зоне Российской Федерации. 209
Постгидроморфная эволюция почв и почвенного покрова водноаккумулятивных равнин засушливых территорий и ее корреляция в разных биоклиматических зонах. 209
Карта опустынивания/деградации почвенного покрова России (1:2500000). 231
Введение. 231
Состояние исследований по оценке опустынивания в России и СССР. 233
Картографическая оценка опустынивания Российской Федерации (в масштабе 1:2500000). 239
Принципы адаптации методики оценки и картографирования опустынивания для целей составления мелкомасштабных карт опустынивания/деградации почвенного покрова. 240
Анализ картографических приемов отражения явлений деградации природной среды на мелкомасштабных обзорных картах. 247
Выбор и обоснование объектов исследования. 252
Проверка принципа разделения потенциальной опасности опустынивания и актуальной деградации. Сравнение площадных оценок. 254
Генерализация диагностических шкал для оценки степени потенциальной опасности и актуальной деградации почвенного покрова. 255
Составление исходного банка данных по индикаторам опустынивания/деградации почвенного покрова, принципы индикации картографических параметров. 256
Принципы индикации и диагностики основных картографируемых параметров. 260
Причины опустынивания. 260
Потенциально опасные и актуальные направления опустынивания. 260
Оценка степени потенциальной опасности деградации почвенного покрова. 261
Степень актуальной деградации почвенного покрова. 262
Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова Российской Федерации". 263
Оценка распространения опустынивания/деградации почвенного покрова России по данным анализа карт. 265
Оценка территорий, подверженных воздействию причин опустынивания. 265
Оценка актуальных направлений опустынивания/деградации почвенного покрова. 268
Заключение. 273
Список иллюстраций 274
Список таблиц 276
Список использованных сокращений 278

Список использованных литературных и картографических материалов 279
Приложения: 313
Приложение 1. Краткая объяснительная записка к карте опустынивания Южного и Восточного Приаралья 1:500.000. 313
Приложение 2. Список основных положений, определений, терминов и методологических принципов. 320
Приложение 3. Руководство по оценке и картографированию опустынивания в низовьях рек замкнутых бассейнов соленых озер (последовательность проведения работ с помощью разработанных методологических принципов) 326
Приложение 4. Список необходимых специалистов и экспертов для проведения работ по оценке опустынивания с помощью разработанной методологии. 331
Приложение 5. Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации земель Южного и Восточного Приаралья" (уменьшенные копии карт и карто-схем масштаба 1:500000) 332
Приложение 6. Приаралье в фотографиях 343
Приложение 7. Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова Российской Федерации" (уменьшенные копии и фрагменты некоторых карт масштаба 1:2500000) 352

ВВЕДЕНИЕ.

Настоящая работа является итогом цикла научных исследований, выполненных как лично автором, так и под его руководством на факультете почвоведения МГУ и в Институте почвоведения МГУ-РАН в области изучения, картографирования и прогноза явления опустынивания. Основными предпосылками данной работы послужили представления в области оценки и анализа современных процессов аридизации суши, развивавшиеся под руководством профессоров В.А.Ковды и Б.Г.Розанова в МГУ им. М.В.Ломоносова. В рамках представлений, сложившихся в данном научном направлении, опустынивание рассматривается как комплексное природное и антропогенное явление, затрагивающее 3600 миллионов гектар суши земного шара, и имеющее неблагоприятные экологические, экономические и социальные последствия. Именно поэтому сейчас особую актуальность приобретает решение вопросов, связанных не только с методами борьбы с опустыниванием, но и связанных с ранней диагностикой, мониторингом и прогнозом этого явления. Термин “опустынивание” не относится к расширению границ существующих пустынь. Это явление возникает вследствие нерационального использования природных ресурсов аридных земель.

Опустынивание уже в современном мире привело к возникновению ряда так называемых зон экологических катастроф. Среди них наиболее известные – Сахельский пояс в Африке, Приаралье - в Центральной Азии, Калмыкия – в Европе. Нами за основу для разработки принципов, изложенных в данной работе, в качестве модельной территории было выбрано Приаралье. Этот выбор не случаен. Приаралье - это хороший полигон для изучения явления современного интенсивного опустынивания, близкий по существу проблем к целому ряду регионов Земного шара—дельтовым регионам бассейнов соленых озер, таких как Чад, Тарим (Китай), Маккадигади (Кения), Магади (Ботсвана), а также ряду постгидроморфных территорий засушливых зон Северной и Южной Америки. Уникальность Приаралья в этом аспекте состоит в том, что здесь наблюдается большое разнообразие территорий в отношении явления опустынивания — обсыхающее дно Аральского моря, современные опустынивающиеся дельты Амударьи и Сырдарьи, древние опустыненные дельты, территории орошаемых оазисов с разной длительностью сельскохозяйственного использования (до нескольких тысяч лет), а также современные пустыни.

Принципы анализа явления опустынивания, разработанные на примере Приаралья, в настоящее время (как показано в последнем разделе данной работы) находят применение и при оценке опустынивания для таких крупных территорий, как пояс засушливых земель Российской Федерации.

Несмотря на то, что основная часть работы, касающаяся оценки опустынивания в Приаралье, была выполнена в течение 1988-1993 годов, основные методологические принципы и подходы к оценке и картографированию данного явления не потеряли актуальность и в настоящее время, и используются для составления карты опустынивания Российской Федерации, чему и посвящен второй раздел нашей работы.

Автор выражает глубокую благодарность всем специалистам и ученым, которые на разных этапах помогали в проведении данной работы, а в ряде случаев являлись соавторами тех или иных исследований (специальные ссылки сделаны в соответствующих главах): С.А.Аветяну, О.В.Андреевой, Б.В.Андрианову,

А.Б.Бахиеву, М.Е.Бельгибаеву, Н.Ю.Бухваловой, Н.Ф.Глазовскому, Е.В.Глушко, В.С.Залетаеву, С.В.Зонну, В.Д.Дерюжинской, Б.Жоллыбекову, Л.О.Карпачевскому, В.А.Ковде, Л.Я.Курочкиной, Н.К.Мукетанову, Н.М.Новиковой, А.В.Петелину, В.И.Плотникову, В.Г.Попову, А.В.Птичникову, Р.М.Разакову, Р.Р.Реймову, Б.Г.Розанову, Д.В.Руховичу, Е.М.Самойловой, В.Е.Сектименко, Е.В.Сидоровой, Ю.Н.Фармаковской.

Автор также признателен Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Центру международных проектов Госкомэкологии РФ, Российскому фонду фундаментальных исследований, Президентской программе поддержки молодых докторов наук, руководству факультета почвоведения МГУ и Института почвоведения МГУ-РАН за организационную и финансовую поддержку при проведении исследований, результаты которых положены в основу настоящей работы.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ

ИСТОРИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Проблема опустынивания и его оценки в современной науке насчитывает менее 30 лет. Несмотря на молодость проблемы, во время подготовки к Конференции ООН по опустыниванию в Найроби (UNCOD), состоявшейся в 1977 году, и в течение 15 лет после нее в мировой научной литературе развернулась широкая дискуссия по таким вопросам как природная или антропогенная природа опустынивания, критерии оценки этого явления, понятия “засуха”, “пустыня”, “деградация”, “снижение биосферного потенциала”, и т.д.

ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ И РАЗВИТИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕРМИНА “ОПУСТЫНИВАНИЕ”

История разработки и развития содержания термина “опустынивание”в мировой науке детально рассмотрена в работах R.Odingo (1990, 1990a), Verstraete (1986), Глянца с соавт. (1984), И.С.Зонна (1996) и других. Поэтому здесь мы, не вдаваясь в подробности, остановимся лишь на основных вехах в истории этого термина и на тех особенностях, которые послужили предметом развития при выполнении нашей работы.

Термин “опустынивание” был впервые применен французским экологом и лесоводом А.Обревилем (Aubreville, 1949) для обозначения процесса деградации растительности и почв в гумидных и субгумидных районах тропической Африки вследствие обезлесения, беспорядочного выжигания естественной растительности и возделывания сельскохозяйственных культур. Интересно отметить одно из почти забытых к настоящему времени утверждений Обревиля о том, что опустынивание — лишь одно из проявлений общей тенденции эволюции ландшафта.

Долгое время этот термин встречался в научной литературе крайне редко вплоть до 1972 года, когда в Стокгольме состоялась Международная конференция по человеку и окружающей среде. Здесь явление опустынивания впервые было названо в числе важнейших проблем окружающей среды, хотя тогда ему и не придавалось еще такого пристального внимания как спустя всего 2-3 года в связи с развернувшейся деятельностью Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), образованной в 1973 году.

В конце 1973 года 29 сессия Генеральной ассамблеи ООН принимает решение о подготовке и проведении в 1977 году конференции ООН по опустыниванию (Compendium..,1978). Этим решением и последовавшей конференцией (ЮНКОД) был дан импульс развитию научных и практических работ в области опустынивания.

Несмотря на усилия научной общественности, в докладе ЮНКОД исполнительный директор ЮНЕП М.Толба отмечал, что “опустынивание — неологизм, еще не появившийся в словарях, оно не имело и до сих пор не имеет определения, которое удовлетворяло бы всех”.

Действительно, на Стокгольмской конференции 1972 г. слово “опустынивание” использовалось учеными только для обозначения явления, характеризующего деградацию земель в целом и деградацию почв и растительности в частности. Однако специального определения при этом не давалось.

Из наиболее важных определений опустынивания этого периода необходимо привести следующие.

Dregne (1976) определил опустынивание как процесс истощения аридных, семиаридных и некоторых субгумидных экосистем комбинированным воздействием деятельности человека и засухой. Это процесс, который ведет к изменению экосистем путем сокращения продуктивности растений, изменения биомассы и разнообразия макро- и микрофауны и флоры, ускорения разрушения почвенного покрова и увеличивающейся опасности сокращения занятости населения.

Le Houerou H.N., 1972 рассматривал несколько аспектов явления опустынивания: во-первых, опустынивание — это явление, вызванное человеком; нет свидетельств об увеличении аридности климата в течение индустриального периода; во-вторых, опустынивание — это результат демографического давления, которое проявляется в основном в перевыпасе, перегрузке песчаных почв земледелием, уничтожении древесных пород на топливо и расширении механизированного земледелия.

Он же вместе с Раппом (Rapp et al., 1976) был инициатором большой дискуссии в отношении употребления термина “дезертизация” (desertization) вместо “дезертификация” или “опустынивание” (desertification).

В дальнейшем под влиянием деятельности “Рабочей группы по опустыниванию в аридных землях и вокруг них” Международного Географического союза устоялся термин desertification — дезертификация или опустынивание, который стал обозначать в общем смысле обусловленное антропогенными факторами явление деградации природной среды засушливых областей в результате нерациональной эксплуатации уязвимых экосистем. Термин “дезертизация” сейчас редко используется, но нелишним будет отметить, что под ним понимается процесс естественного образования пустынь в течение длительного времени под влиянием преимущественно климатических изменений (Проблемы опустынивания, 1989).

Подводя итоги предыдущих исследований, ЮНКОД в 1977 году принимает следующее определение опустынивания: “Опустынивание—это интенсификация или расширение пустынных условий. Опустынивание представляет собой процесс, ведущий к снижению биологической продуктивности с последующим сокращением растительной биомассы в отношении потенциальной емкости данного региона для домашнего скота, сбора урожая и материального благополучия людей”. При этом под пустынями понимаются районы, характеризующиеся скудной растительностью или ее полным отсутствием из-за недостаточного выпадения дождей или почвенной аридности (UNCOD, 1977a).

В дальнейшем сразу после 1977 года это определение подверглось серьезной критике как слишком неопределенное. Как отмечал Б.Г.Розанов и И.С.Зонн (1981), такое определение приемлемо только для целей политической конференции ООН, но ни в коей мере не может считаться четким и ясным в практическом отношении, ибо не является оперативным определением в точных научных терминах. Во-первых, нет четкого определения, что такое пустынные условия, во-вторых, здесь под опустыниванием понимается любая деградация территории, в третьих, не дается различия между опустыниванием и периодическими засухами. В четвертых, нет объективных измеряемых критериев (индикаторов) опустынивания.

Следует добавить, что помимо этих проблем, бурные дискуссии шли в отношении таких вопросов, как антропогенная или естественная природа опустынивания, обратимый или необратимый характер процессов опустынивания, критерии для оценки скорости, степени, опасности опустынивания, совокупность причин и факторов опустынивания и т.д. Импульс, данный ЮНКОД, был настолько

велик, что по вопросам опустынивания в мире с 1977 по 1988 год вышло более 3000 работ, в которых так или иначе затрагивались и методические вопросы (World Desertification.., 1991).

Выделяя основные вехи в развитии той трактовки явления опустынивания, которая легла в основу данной работы, приведем здесь с небольшими комментариями несколько определений опустынивания, сформулированных в период с 1977 по 1992 гг.

В СССР над этой проблемой серьезно работали Б.Г.Розанов и И.С.Зонн (1981), В.А.Ковда (1981,1984).

Розанов и И.С.Зонн приводят следующее определение:

"Опустынивание — это природный или антропогенный процесс необратимого изменения почвенного и растительного покрова засушливой территории в сторону аридизации и уменьшения биологической продуктивности, которое в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню".

При этом авторами были даны четкие определения, что такое засушливая территория, пустыня и что подразумевать под аридизацией почвы и растительного покрова. Были сформулированы подходы к оценке степени аридизации почв и растительности, степени риска опустынивания.

В этом определении авторы сделали несколько новых важных акцентов. Во-первых, были четко оговорены территории, подверженные опустыниванию засушливые территории. Во-вторых, был сделан акцент на то, что опустынивание приводит не только к деградации растительности, но и почвенного покрова и раскрыта роль почв в явлении опустынивания. В третьих, было указано на необратимость опустынивания.

Это определение достаточно долго использовалось в качестве основного, по крайней мере в СССР, однако не было принято научной общественностью мира. На наш взгляд, основные причины этого заключаются в том, что во-первых, здесь нечетко были оговорены причины, приводящие к опустыниванию, во-вторых, не было дано четкого определения, что такое биосферный потенциал и каковы критерии его разрушения, а в третьих, что на наш взгляд является самым главным, это определение значительно сужало значение явления опустынивания в связи с ограничением его только необратимыми процессами. Думается, что большую роль в неприятии этого определения сыграла также и общая неготовность к тому времени широких научных и политических кругов к новому определению. Эта готовность и необходимость переопределения опустынивания появилась значительно позже, в конце 80-х годов, когда стало ясно, что определение ЮНКОД или его последующие вариации не удовлетворяют большинство организаций, развернувших свою деятельность по борьбе с опустыниванием в соответствии с "Планом действий..."(UNCOD, 1977).

В пользу этого предположения говорит также и тот факт, что не было детально рассмотрено и принято определение опустынивания, выработанное научной группой, подготовившей "Временное руководство по оценке и картированию опустынивания" (Provisional..., 1982; 1984) в результате работ, выполненных под эгидой ЮНЕП, ФАО, ЮНЕСКО. Содержащееся в нем новое определение опустынивания звучало следующим образом. "Опустынивание можно определить как разнообразное проявление экономических и социальных процессов а также естественных процессов (в том числе инициированных), которые ведут к уничтожению равновесия почвенных, растительных, воздушных и водных ресурсов в областях, подверженных эдафической и/или климатической аридности.

Продолжающееся ухудшение ведет к уменьшению или потере биологического потенциала земель, ухудшению условий жизни и расширению пустынных ландшафтов".

И далее:

"Опустынивание представляет собой постепенный процесс, проходящий через несколько стадий перед достижением конечной стадии, которая означает необратимое изменение. Естественные пороговые изменения в современности и прошлом, а также текущие гео-социо-экономические изменения, могут провоцировать или сохранять постоянной интенсивность процессов опустынивания. Следовательно, опустынивание является результатом как естественных процессов, так и результатом воздействия человека и животных, но только через регулирование человеческой деятельности оно может быть замедлено или остановлено". Это определение отличалось в лучшую сторону от того, которое было принято ЮНКОД в 1977 г. Как пишет Odingo (1990), это определение не ограничивало опустынивание только экологическим подходом, а больше внимание уделяло социально-экономическим процессам. Во-вторых, здесь было понимание того, что естественные процессы не менее важны для понимания опустынивания, чем антропогенные. Упор на пресловутый биологический потенциал теперь отодвинут на задний план. И, наконец, возникла полная ясность с тем, что на некоторых стадиях опустынивание может быть обратимо, хотя есть и такие "барьерные" моменты в его развитии, когда обратные изменения становятся невозможны.

Возможность для принятия этого определения или, по крайней мере, его основных принципиальных позиций была в 1984 году, когда на совещании Совета управляющих ЮНЕП подводились итоги выполнения "Плана действий по борьбе с опустыниванием" (General Assessment..., 1984).

Однако здесь, несмотря на то, что изданное в 1982 году "Временное руководство..." и переизданное в окончательном виде в 1984 г. уже начало внедряться, было принято определение опустынивания в духе 1977 года: "Опустынивание — это снижение или потеря биологического потенциала земли и может приводить в ряде случаев к пустынным условиям. Это одна из сторон широко распространенного ухудшения экосистем, характеризующегося снижением или уничтожением биологического потенциала, например, животной и растительной продукции. Для многих случаев характерно в то же время, когда возрастание продуктивности необходимо для поддержания роста населения как результата развития". Это определение в силу его устарелости мало кого удовлетворяло, и критика продолжалась. Во второй половине 80-х годов с критикой и предложениями выступили Hare (1987), Wilhite and Glanz (1987), Dregne and Tucker (1988), Odingo (1989), Kassas (1988) и другие.

Критика в адрес определения ЮНЕП нарастала, и к концу 1988 г. сложилась ситуация, в концентрированном виде изложенная в работе Warren & Agnew (1988): "Большинство работ по опустыниванию основывают свои аргументы, молясь на статистику, в то время как сами исходят из противоречащих определений".

В том же году Мировой банк провел свой критический анализ состояния исследований по проблеме опустынивания (World Bank, 1988), одним из результатов которого было следующее определение опустынивания. "Опустынивание —это процесс устойчивой деградации земель в аридных, семиаридных и засушливых гумидных областях, вызываемый по крайней мере частично человеком. Этот процесс снижает потенциал продуктивности до такой степени, когда он не может быть восстановлен путем ликвидации причины, а также не может быть легко перестроен без дополнительных инвестиций". Как это не удивительно, но именно это

определение, данное с типичным оттенком финансистов, будучи произнесено в критический период, стало прототипом современного определения опустынивания, первая версия которого была принята на Высшем консультативном совещании по оценке опустынивания в 1990 году, и которое в настоящее время рекомендовано для использования всем международным и национальным организациям, связанным с проблемами опустынивания.

Дискуссия по обсуждаемой проблеме в общих чертах завершилась в 1990-93 гг. Итогом ее было принятие советом управляющих ЮНЕП в феврале 1990 г. нового определения опустынивания, рекомендованного к единому международному использованию и послужившего основой для наших разработок (UNEP, 1990).

Согласно этому определению, последняя версия которого изложена в Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1996),

Опустыниванием (в смысле целей его же оценки) называется деградация земель в аридных, семиаридных и засушливых субгумидных регионах в результате действия различных факторов, включая изменения климата и деятельность человека.

В рамках этой концепции понятие **земли** включает почвенные и местные водные ресурсы, поверхность земли и растительность (или сельскохозяйственные культуры); под понятием **деградация** подразумевается снижение ресурсного потенциала в результате воздействия на земли одного или комплекса процессов (водной и ветровой эрозии и последующего переотложения переносимого материала, постепенного уменьшения количества или разнообразия естественной растительности, а также засоления и содообразования). Оценка опустынивания должна обеспечивать количественную и качественную оценку проявлений этих процессов, например в форме современного состояния или интенсивности водной эрозии, основываясь на ясных критериях. Информация о состоянии для каждого процесса является частью такой оценки и не должна быть представлена просто обобщенными классами интенсивности опустынивания для явления опустынивания/деградации земель в целом

Как будет показано ниже, содержащиеся в этом определении методологические подходы, положенные в основу наших разработок в области оценки и картографирования опустынивания, полностью себя оправдали. Однако, прежде чем переходить к изложению этих методологических подходов и методов, мы считаем целесообразным для лучшего понимания содержащейся в них новизны, сделать краткий экскурс в историю развития представлений о факторах, причинах и процессах опустынивания.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФАКТОРАХ, ПРИЧИНАХ И ПРОЦЕССАХ ОПУСТЫНИВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЕГО ОЦЕНКИ.

Описаний факторов и причин опустынивания, их обоснования и выявления касаются практически все работы, посвященные проблеме опустынивания. Всего 20-25 лет назад факторы, причины и процессы опустынивания практически не дифференцировались. Шел этап накопления фактических сведений о проявлениях опустынивания.

В 1973 году на Совете управляющих ЮНЕП (Compendium.., 1978) отмечалось, что опустынивание — это результат трех основных причин: эрозии почв, засоления и загрязнения почв. Все эти причины напрямую связывались с антропогенным влиянием, а именно – с землепользованием.

В пояснительной записке к карте опустынивания, подготовленной ФАО-ЮНЕСКО-ВМО (World Desertification map, 1977) указывалось, что основные проявления опустынивания заключаются:

(1) в чрезмерном выпасе или нерациональном возделывании почвы, что ведет к интенсивной ветровой эрозии и развитию ветровых процессов; (2) в каменистых и скалистых поверхностях, подвергающихся обнажению в результате дефляции или плоскостного смыва; (3) в обнажении почв и ускоренной овражной эрозии, ведущей в том числе к заилению поверхности почв в результате переотложения выносимого материала; (4) в засолении и осолонцевании; (5) в воздействии человека и животных, проявляющихся в чрезмерном выпасе, нерациональной культивации почв, использовании технических средств и сведении растительности на топливо.

Было отмечено, что свойственная экосистеме восприимчивость к опустыниванию определяется ее существующими климатическими, территориальными, почвенными и растительными условиями. Эта присущая какому-либо району подверженность считается неотделимой от влияния человека.

Как видно из приведенных списков, они носят чисто описательный характер, совершенно не систематизированы и неполны. Однако, это были первые попытки привлечь внимание мирового сообщества к изучению явления опустынивания.

Постепенное накопление знаний и переосмысление научного и фактического материала, собранного перед ЮНКОД, позволило Б.Г.Розанову (1977) дать несколько более широкое толкование проявлений опустынивания.

Он писал, что несмотря на разнообразие процессов опустынивания, можно выделить и наиболее общие факторы, приводящие к опустыниванию различных регионов. К ним Розанов относил:

- деградацию растительного покрова и сопутствующую ей эрозию почв в результате чрезмерного выпаса;
- усиление эрозии и дефляции засушливых земель при их интенсивном и нерациональном использовании под богарное земледелие без учета природных особенностей почвенного покрова;
- отсутствие взаимодействия и корреляции между земледелием и животноводством;
- уничтожение растительного покрова при заготовке топлива;
- разрушение растительного и почвенного покрова при дорожном и индустриальном строительстве, геологоразведочных работах, разработке полезных ископаемых, строительстве населенных пунктов и ирригационных сооружений;
- разрушение хрупкого пустынного покрова автотранспортом;
- уничтожение растительного покрова и разбивание почв скотом вокруг неправильно расположенных и нерационально организованных водопойных колодцев;
- вторичное засоление, подщелачивание и подтопление орошаемых и окружающих их земель;
- рост солончаковых пустынь в бессточных бассейнах.

Называя перечисленное факторами опустынивания, Розанов отмечал, что все эти факторы могут действовать в разном сочетании или по отдельности.

Расширив понимание явления опустынивания, Розанов, тем не менее, в то время еще не придавал значения различию между факторами, причинами и процессами опустынивания. Среди выделенных им факторов встречаются в основном не столько причины опустынивания в современном их понимании, сколько отдельные цепочки

причинно-следственных связей, сопровождающих отдельные различные проявления опустынивания.

Пожалуй, впервые соображения по этому поводу прозвучали у Dregne (1976). Dregne отмечал, что опустынивание — это результат комбинированного влияния деятельности человека и засухи. Он определял опустынивание как процесс, ведущий к изменению экосистем путем сокращения продуктивности растений, уменьшения биомассы и разнообразия макро- и микрофауны и флоры, ускорения разрушения почвенного покрова и увеличивающейся опасности сокращения занятости населения.

Как нетрудно заметить, в этом же определении содержится и намек на необходимость различать антропогенные и естественные (климатические) причины опустынивания.

В этом отношении заслуживает большого внимания дискуссия, развернувшаяся в конце 70-х — 80-х годах и продолжающаяся до настоящего времени по вопросу о засухах и их роли в явлении опустынивания. Импульс этой дискуссии был дан разразившейся в 1968—72 гг. Большой Сахельской засухой. До этого времени считалось, что засуха —это обычное флуктуационное явление климатической природы. Однако со времени подготовки к ЮНКОД засухи стали связывать с более продолжительным экологическим ущербом, вызванным деградацией земель и опустыниванием.

Наиболее активные исследования в области изучения явления засухи и его связи с опустыниванием проводили Glanz (1977, 1987, 1986, 1992), Dracup (1980), Ковда (1977, 1984), Чарни (1977), Будыко (1974), Lamb (1983), Каттерсон с соавт.(1987).

Развитие представлений о “климатическом опустынивании”, о роли засух в опустынивании, а также некоторые субъективные факторы, дали основание ряду авторов считать природные климатические причины ведущими в процессе опустынивания.

Dregne (1987) так описывает историю вопроса. “В 1975 г. д-р Толба, исполнительный директор ЮНЕП, пригласил (нас — Г.К.) участвовать в разработке научных основ по контролю опустынивания, с упором на засуху как на причину. Вальтер О. Робертс, Рид Брайсон и Герман Флон — каждый из них узкий метеоролог, - интуитивно пришли к погоде и климату, что было очень удобно.... После дискуссии, происходившей в течение последующих двух лет, последовал значительный крен в сторону от понимания засухи как причинного агента опустынивания. Наоборот, антропогенному влиянию стали придавать все большее значение. К моменту проведения ЮНКОД засухи и человек были примерно равны как причины опустынивания.... Сейчас все широко обсуждают антропогенное влияние, а засуха рассматривается как сопутствующий фактор в особых случаях деградации пастбищ и усиления ветровой эрозии. Тем не менее, большое количество экологов склоняется к тому, что не может быть опустынивания без засухи”.

Мы позволили себе привести здесь большую цитату, поскольку Дрегне — один из немногих зарубежных авторов, который наряду с Маббутом (1981) высказывался по вопросу о природных причинах опустынивания в начале и середине 80-х годов.

В СССР в это время целый ряд ведущих специалистов по опустыниванию рассматривали причины опустынивания, подразделяя их на природные (естественные) и антропогенные (И.С.Зонн,1982; Орловский,1981; И.С.Зонн, Орловский, 1984; Харин с соавт., 1983).

Так, И.С.Зонн (1982) вслед за Ковдой (1977, 1981) отмечает, что наиболее важными факторами аридизации являются: засушливость климата; преобладание

процессов дефляции; малый поверхностный сток; поверхностное или неглубокое засоление почв в плакорных условиях, карбонатность и загипсованность гидроморфных почв, образование солевых кор; разреженная растительность с низкой биологической продуктивностью. При этом он тут же замечает, что из природных факторов, вызывающих опустынивание, наиболее важным является, несомненно, климатический. Специфические климатические условия аридных территорий —обилие солнечного света, малое количество атмосферных осадков, высокие температуры воздуха, большой дефицит влажности и, наконец —засухи, создают условия благоприятствующие опустыниванию.

В 1984 г. Зонн и Орловский подробно рассмотрели значение климатического фактора, правда уже с указанием на то, что раздельный анализ природного и антропогенного факторов затруднен и часто ведет к неправильным выводам.

В отличие от взглядов на природные причины опустынивания, в отношении антропогенных факторов или причин опустынивания в 80-х годах в мировом сообществе сложились более-менее близкие суждения. И хотя единые рекомендации по выявлению антропогенных факторов опустынивания не давались, в целом большинство ученых сходились на мнении о том, что к числу главных антропогенных факторов (причин) опустынивания относятся следующие:

- нерациональное пастбищное землепользование, приводящее к перегрузке или (реже) недогрузке пастбищ и их деградации;
- сведение пустынной древесно-кустарниковой растительности на топливо;
- техногенное воздействие (прокладка дорог, коммуникаций, буровые работы, строительство и т.п.)
- нерациональное водопользование и ирригационное строительство;
- неорганизованный туризм и рекреационная деятельность.

Предметно в целом ряде работ были разобраны последствия тех или иных антропогенных воздействий. Особенно большое внимание при этом уделялось пастбищному землепользованию, водопользованию и ирригации.

Следует отметить некоторое терминологическое различие среди работ ученых бывшего СССР и за рубежом. Если в СССР причины и факторы опустынивания отождествлялись, то в зарубежных работах причины (causes) и факторы (factors) опустынивания обозначали разные понятия. Термин “причины” употреблялся в первую очередь для обозначения вышеупомянутых антропогенных воздействий на природные системы, подверженные опустыниванию, а термин “факторы” применялся в отношении природных условий того или иного региона, рассматриваемых как комплекс предпосылок к развитию процессов опустынивания (Provisional Methodology...,1984). В русском языке этому термину в значительной мере соответствуют понятия “условия” и “природные предпосылки” опустынивания.

При этом систематике причин опустынивания в зарубежной литературе уделялось значительно меньше внимания, чем разработке систематических списков так называемых *процессов опустынивания*.

Как уже отмечалось выше, впервые указания на разделение причин и процессов опустынивания встречается у Dregne (1976). В дальнейшем концепция процессов опустынивания как последствий неблагоприятной деятельности человека в аридных и засушливых областях получила развитие в работах Маббута (1985); Кассаса (1985); Харина с соавт.(1983); Darkoh (1989); Provisional Methodology...(1984) и других.

Дж. Маббут (1984, 1985) отмечал, что при оценке современных особенностей и тенденций опустынивания главное внимание уделялось следующим процессам:

- наступление и разрастание дюн и песчаных покровов;
- ухудшение состояния пастбищных угодий;

- ухудшение состояния неорошаемых пахотных угодий;
- заболачивание и засоление орошаемых земель;
- обеднение и разрушение массивов древесной растительности;
- снижение доступности и ухудшение качества подземных и поверхностных запасов воды.

Харин с соавт.(1983) к процессам, характеризующим опустынивание, относил: деградацию почвенного покрова, ветровую и водную эрозию, засоление и заболачивание почв, загрязнение внешней среды, зоогенное и техногенное опустынивание.

Во “Временном руководстве...” ФАО (Prov. Methodology.., 1984) среди естественных и антропогенных процессов опустынивания называются: деградация растительного покрова; водная эрозия; ветровая эрозия; засоление; коркообразование и упл/отнение почв; снижение содержания органического вещества почв; аккумуляция веществ, токсичных для растений и животных.

Близкие Маббуту и ФАО взгляды высказывал Darkoh (1989), выявивший в Южной Африке следующие процессы опустынивания: деградация пастбищ; деградация почвенного плодородия в земледельческих районах; водная эрозия; ветровая эрозия; расширение массивов песков, образование и наступление дюн; осадконакопление в реках и водохранилищах; заболачивание и/или засоление; уничтожение лесов.

Tolba M.K. (1990) (цит. по B.G.Rozanov, 1990), исполнительный директор ЮНЕП, указывал, что опустынивание может быть охарактеризовано следующими процессами: “обеднение и изреживание растительного покрова, способствующее потере биологической продуктивности и обнажению поверхности почв для усиливающейся водной и ветровой эрозии, приводящее к потере почвенного органического вещества и питательных элементов, а также к деградации почвенной структуры и гидрологических свойств почв, что через коркообразование и уплотнение ведет к дальнейшей потере плодородия и дает возможность часто развиваться засолению и осолонцеванию или ведет к аккумуляции других веществ, токсичных для растений и животных. Эти процессы в целом связаны с деградацией в подчиненных им системах жизнеобеспечения человека, включая значительные изменения в продуктивности орошаемого или богарного земледелия и снижении поголовья скота, ведут к переэксплуатации и упадку естественных ресурсов, включая водные ресурсы и лесную растительность, к упадку и забрасыванию поселений, к снижению и деградации стандартов здоровья и питания, а также ведут к снижению стандартов в социальном обеспечении и к социально-экономическому стрессу, включая усиливающуюся миграцию, ведут к социально-политическому раздору”.

Итоги целому комплексу исследований, проведенных в разных странах разными учеными в области систематики процессов опустынивания и причин (causes) опустынивания были подведены в 1991 году Kassas et al. (1991) в докладе, представленном от имени исполнительного директора ЮНЕП на 3-ю специальную сессию Совета управляющих ЮНЕП в 1992 году.

В докладе M.Tolba (1992) указывалось, что причины различных форм экологической деградации и соответствующего социально-экономического упадка представляют собой комбинацию: а) антропогенной эксплуатации, которая превышает естественную емкость системы земельных ресурсов, а также случайная небрежность или забрасывание земель как результат миграции людей; б) естественной хрупкости системы природных ресурсов; в) неблагоприятных климатических условий, в особенности сильных повторяющихся засух.

Эксплуатация земельных ресурсов является результатом таких способов использования земель как орошаемое земледелие, богарное земледелие и пастбищное животноводство в сочетании с другими дополнительными факторами, такими как значительная вырубка лесов, выработка минеральных ресурсов, чрезмерный туризм и охота на диких животных. Чрезмерная антропогенная нагрузка на естественные ресурсы связана с (а) увеличением населения и возрастанием потребностей человека; (б) социально-политическими процессами, которые оказывают давление на сельские общины в направлении ориентации их производства на национальные и международные рынки; (в) социально-экономическими процессами, снижающими рыночную значимость сельскохозяйственной продукции и поднимающими стоимость основных потребностей сельского населения; (г) процессами национального развития, в особенности программами расширения земельных угодий под производство выгодных продуктов, что вызывает конфликты, связанные с использованием земли и воды и часто приводит к снижению площадей, доступных для общин, ведущих маргинальное хозяйство.

В том же докладе в отношении процессов опустынивания указывалось, что хотя процессы опустынивания или их конечные результаты хорошо известны, их наиболее очевидные симптомы заключаются в следующем:

- снижении или падении урожайности в ирригационном или богарном земледелии;
- уменьшении естественной растительности и биомассы на пастбищах, а также последующее исчерпание пищи, необходимой для соответствующего поголовья скота;
- уменьшении доступной древесной биомассы и последующем увеличении расстояния до источников древесного топлива или строительного материала;
- снижении доступной воды в результате уменьшения стока рек или ресурсов подземных вод;
- наступлении песков, которые могут перекрывать продуктивные земли, поселения или транспортно-коммуникационные системы;
- увеличивающемся затоплении, осадкообразовании в водоемах, загрязнении воды и воздуха;
- разрушении социальных связей в результате деградации систем жизнеобеспечения, что вызывает необходимость внешней помощи или заставляет людей искать занятости в других местах (феномен экологических беженцев).

Подводя итог краткому очерку, отметим, что к концу 80-х — началу 90-х годов в области изучения опустынивания сложились четкие взгляды на дифференцированное рассмотрение причин и вызванных ими процессов опустынивания. При этом среди причин опустынивания называются как связанные с антропогенным воздействием, так и имеющие естественный характер. Среди причин естественного характера одно из ведущих значений имеют климатические условия.

Ориентация мировой науки по опустыниванию в начале 90-х годов сместилась в сторону социально-экономических и политических аспектов этого явления. Однако, несмотря на это, в области изучения естественнонаучных аспектов проблемы наблюдается тенденция к усилению внимания к познанию причинно-следственных связей и механизмов явления опустынивания, а также механизмов устойчивости природных и природно-антропогенных систем к опустыниванию.

Большой опыт в этом плане уже накоплен в отношении отдельных цепочек причинно-следственных связей, вызванных воздействием каких-либо локальных или

единичных причин (особо хорошо изучены цепочки, связанные с отгонным животноводством и орошаемым земледелием)*.

Тем не менее, как это следует из разработок ЮНЕП и ООН (Status..., 1992; Report..., 1990; Agenda-21, 1993), стоит насущная задача более глубокого изучения как антропогенных так и естественных причин опустынивания, вызываемых ими процессов и их взаимосвязей с целью мониторинга опустынивания и борьбы с ним. Другими словами, подводя итог данному краткому очерку, можно сделать вывод, что история изучения вопросов о причинах и процессах опустынивания позволяет охарактеризовать современный период как определенный рубеж в понимании причин и следствий явления опустынивания. Мы бы охарактеризовали этот рубеж как границу между этапом накопления знаний и этапом разработки системного взгляда на комплекс факторов, причин и следствий опустынивания. Пожалуй, что первой серьезной работой, знаменующей начало этого этапа, явилась статья И.С.Зонна (1990).

Заслугой И.С.Зонна, на наш взгляд, является то, что он обратил внимание на факт, что во многих работах по опустыниванию достаточно вольно трактуется ряд положений, имеющих принципиальное методическое значение для познания генетической природы опустынивания и типологии этого явления. И.С.Зонн заостряет внимание на “многофакторности процесса опустынивания”, и необходимости разделения факторов и причин опустынивания, совершенно справедливо отмечая, что многие авторы допускают отождествление факторов с причинами. “Несмотря на всю определенную теоретическую и методическую ценность и эмпирическую значимость,... общей чертой (работ многих авторов — Г.К.) является отсутствие “логической чистоты” в понимании механизма процесса опустынивания.

И.С.Зонн приводит принципиальную схему процесса опустынивания, вводя понятия “фактор-процесс” и “процесс-следствие”. Воздействуя на природную среду, антропогенный фактор-процесс становится при “выходе из нее” природно-антропогенным процессом-следствием, неся на себе результирующую нагрузку деятельности, выражающуюся в модификации природного материала.

Подобный подход позволил И.С.Зонну, в частности, на примере такого фактора-процесса как “орошаемое земледелие” показать, что далеко не все виды орошаемого земледелия могут вызвать процесс опустынивания. Так, по И.С.Зонну, “фактору-процессу — орошаемому земледелию будут соответствовать только те факторы-процессы, чьи процессы-следствия способствуют переходу через критические состояния параметров объекта деятельности, то есть аридной или полуаридной территории. Например, полив затоплением чаще будет переходить эти значения, чем полив по бороздам, а ведение капельного орошения не вызывает явления опустынивания”.

На основе построения типологических сеток матричного типа И.С.Зонн приходит к выводу, что опустынивание типологизируется на основе учета и сочетания комплекса ведущих факторов-процессов, участвующих в его формировании и обусловленных видом деятельности человека (характер использования земли), а также учета процессов-следствий (последствий использования земельных ресурсов). Иными словами, тип опустынивания по И.С.Зонну представляет собой взаимосвязанную систему антропогенных факторов-процессов и природно-антропогенных процессов-следствий.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Рассмотрев историю разработки определения опустынивания и вопросов, связанных с разделением факторов, причин и процессов опустынивания, мы вплотную подошли к изложению основных методологических принципов, разработанных нами для целей оценки и картографирования опустынивания. Эти принципы, целиком основанные на новом определении опустынивания, принятом ЮНЕП в 1990 г.(Desertification..., 1990) и его новых уточненных версиях 1991 и 1992 гг. (Desertification..., 1991; Desertification..., 1993; Конвенция..., 1996), были разработаны для целей оценки и среднемасштабного картографирования опустынивания в Приаралье, а в настоящее время адаптируются также и для целей средне- и мелкомасштабного картографирования засушливых и аридных территорий Российской Федерации.

Вернемся к определению опустынивания, изложенному в Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (см. выше). Центральным понятием в нем является понятие “земель” (land) как изменяющегося (деградирующего) объекта опустынивания. На наш взгляд, введение именно этого понятия, имеющего четко очерченные пространственные и смысловые границы, позволяет легко реализовать содержащиеся в данном определении методологические принципы именно для целей средне- и крупномасштабного картографирования опустынивания.

По нашему мнению, сложность применения для тех же целей методологических принципов, содержащихся в других, более ранних определениях, состояла именно в том, что эти определения разрабатывались для целей глобальных или крупно региональных оценок. Центральными понятиями в них были “процессы опустынивания”, “экосистемы”, “биологическая продуктивность” и т.п., то есть понятия, не имеющие четких пространственных границ. Для глобальных оценок и мелкомасштабного картографирования, когда важно показать распространение того или иного процесса опустынивания или однотипного антропогенного воздействия на территориях, гетерогенных в отношении почв, растительности, рельефа и т.п., такой подход значительно более эффективен, поскольку практически не требует генерализации более крупномасштабных карт и позволяет использовать некие обобщенные концептуальные взгляды, позволяющие проиллюстрировать масштабные изменения природных систем или масштабные влияния на них. Однако, чем крупнее масштаб, тем резче на первый план выходят естественные ландшафтные границы, связанные с разнообразием геоморфологии, гидрологии, почвенных и растительных особенностей, каждая из которых по своему реагирует на ту или иную причину опустынивания, что и обусловливает значительно большую необходимую детализацию при рассмотрении как процессов опустынивания, так и их следствий.

Помимо того, что в качестве отправного момента для целей оценки и картографирования опустынивания нами используется понятие “земель” как изменяющегося объекта опустынивания, мы на основе анализа международных тенденций развития принципов понимания явления опустынивания вычленяем из нового определения два методологических подхода, позволяющих глубже понять и раскрыть сущность этого явления.

Первый подход, основанный на идеях Маббута (1981), Дрегне (1987), и высказанных в сжатом виде в докладе Толба (1992) (см выше), состоит в разделении понятий *опустынивание* и *аридность*. Аридность территорий или ее увеличивающаяся засушливость (аридизация) сами по себе не приводят к опустыниванию, равно как и разнообразные процессы (эрозия, засоление, снижение

количества и разнообразия растительности и т.п.). Опустынивание наступает только тогда, когда те или иные разнообразные антропогенные воздействия, возбуждая или усиливая различные деградационные процессы, дают возможность существующей или усиливающейся засушливости макро-, мезо- и микроклимата (соответственно аридности и аридизации) активно и направленно воздействовать на почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, растительность.

В связи с этим аридность климата или его аридизация рассматривается в качестве *факторов опустынивания* (рис.1). Разнообразные антропогенные воздействия рассматриваются в качестве *агентов опустынивания,* а в совокупности с инициируемыми ими *природными процессами*, ведущими к опустыниванию —в качестве *причин опустынивания.*

Все компоненты экосистем, изменяющиеся при опустынивании (почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, биота) выступают при этом в качестве *условий опустынивания*, являясь с одной стороны — *объектами опустынивания*, а с другой —*регуляторами воздействия* на экосистемы факторов и причин опустынивания (рис.1).

Как нам представляется, в такой постановке предлагаемая нами схема взаимосвязи факторов, агентов, условий и результатов опустынивания практически не противоречит существовавшим ранее подходам, а напротив, вбирает в себя все рациональное, что было наработано в предыдущие годы.

Действительно, в схеме показано, что при опустынивании, как правило, участвуют компоненты шести основных блоков.

Первый блок - это ***объекты опустынивания*** — “земли”, включающие в себя почвы, водные ресурсы, рельеф и растительность. Каждый из этих объектов опустынивания обладает набором собственных свойств, функционирует по своим законам, что обусловливает разнообразие откликов “земель” на те или иные внешние воздействия.

Однако, это разнообразие откликов не является случайным. Изменение каждого из компонентов природных систем (или земель) под воздействием внешних факторов происходит по определенным правилам (законам), которые могут быть описаны через процессы, сопровождающие эти изменения. Поскольку эти процессы хорошо известны в отдельных науках, изучающих поведение и эволюцию (изменение) отдельных компонентов природных систем (почвоведение, геоботаника, геоморфология, климатология, гидрология и гидрогеология) и, как показывает опыт их изучения, имеют место не только в антропогенно нарушенных, но, прежде всего в природных системах, можно утверждать, что все ***процессы опустынивания***, составляющие ***второй блок*** нашей схемы, носят природный характер. Иначе говоря, мы хотим такой постановкой вопроса показать, что процессы, происходящие в природных системах при опустынивании, — не есть что-то исключительное, принадлежащее только опустыниванию. Аналогичные явления (засоление почв, снижение фиторазнообразия, понижение уровня грунтовых вод, потеря гумуса и т.д.) имеют место и в других условиях, не обязательно подверженных опустыниванию. Относить эти процессы к процессам опустынивания (более приемлемым, на наш взгляд, является термин “частные процессы опустынивания” — см. ниже) можно только с тех позиций, что явление опустынивания реализуется именно через эти процессы. Вне этого контекста их нельзя называть процессами опустынивания.



Рис.1. Схема взаимодействия факторов, агентов, условий и результатов опустынивания.

прямые воздействия

опосредованные воздействия

агенты + процессы = причины опустынивания

объекты + регуляторы = условия опустынивания

Третий необходимый ***блок*** этой схемы — ***факторы опустынивания*** — призван отразить тот факт, что вне аридных и засушливых условий опустынивание невозможно. Опустынивание может происходить только в тех природных зонах, которые расположены в аридных, субаридных и засушливых субгумидных условиях. Вместе с тем, мы считаем целесообразным для целей средне- и крупномасштабного картирования ввести в этот блок понятие об аридности и/или засушливости не только макро-, но и мезо- и микроклимата, чтобы иметь возможность отразить вероятность локального проявления опустынивания, связанного с местными особенностями.

Как уже отмечалось выше, среди специалистов по опустыниванию сложилось мнение, что аридность или засушливость климата — не только необходимая предпосылка опустынивания, но также и собственно изменение климата (например периодические засухи) может вызвать опустынивание. В связи с этим в третий блок включено понятие аридизации или увеличивающейся засушливости. Аридизация также может проявляться не только на микроуровне, но и на мезо- и микроуровнях и приводить к локальным проявлениям опустынивания. В частности, именно такая ситуация характерна для большинства ландшафтов дельтовых территорий Приаралья на первых стадиях опустынивания, когда макроклимат остается тем же, но меняются местные условия, приводящие к опустыниванию.

Четвертый крупный ***блок*** включает в себя ***результаты опустынивания*** как последствия направленного изменения объектов опустынивания под влиянием внешних воздействий. Как указывали Розанов и И.С.Зонн (1981), “опустынивание (результат опустынивания - Г.К.) может быть оценено лишь путем сравнительного анализа, то есть при сопоставлении двух различных состояний. Это сопоставление может быть сделано двумя... методами: а) сопоставление состояний одной и той же территории (объектов опустынивания - Г.К.) в различающиеся моменты времени и б) сопоставление состояний двух различных территорий в один и тот же момент времени... В случае метода (б) используется принцип сравнительно-географического анализа”.

Объекты опустынивания (первый блок) играют в явлении опустынивания не только пассивную роль. Так, например (если говорить о почвах), если на одних почвах какое-либо внешнее воздействие может приводить к сильному опустыниванию территории, то на других почвах оно же приведет к более слабому проявлению опустынивания или не приведет к таковому совсем. И наоборот, на одних и тех же почвах разные воздействия могут приводить к разным результатам, причем при комплексном влиянии может происходить усиление или ослабление воздействия в зависимости от сочетания воздействий.[*]

То же касается и других объектов опустынивания, каждый из которых в силу своих особенностей (свойств и режимов) не только регулирует степень, скорость и глубину протекания процессов опустынивания, но и сам изменяет свои свойства и, следовательно, регуляторные функции в процессе опустынивания. В целях понимания этих особенностей механизма явления опустынивания на схеме выделен ***пятый блок - регуляторы опустынивания***, включающий те же компоненты, что и первый блок.

Регуляторы и объекты опустынивания в совокупности образуют единый блок “***условия опустынивания***”.

---

[*] *Более подробно роль почв в регулировании опустынивания рассмотрена нами в статье “О роли почв в явлении опустынивания и путях ее изучения // Проблемы освоения пустынь, 1991, № 5.

Шестой блок - антропогенные агенты опустынивания, включающие в себя самые разнообразные виды воздействий человека на природные системы аридных территорий, стоит несколько особняком. Это сделано для того, чтобы показать, что в отличие от условий, факторов, процессов и результатов опустынивания, тесно связанных между собой и представляющих в известной мере относительно замкнутую природную систему с набором прямых и опосредованных связей, антропогенные агенты могут оказывать прямое влияние на любой из блоков этой системы — на климат, ландшафты, процессы функционирования их компонентов, их регуляторные функции, и даже на результаты опустынивания. Такое расположение антропогенных агентов в схеме призвано отразить не только то, что вмешательство человека в природную систему на любом ее участке может нарушить ее естественное функционирование, но также и то, что только антропогенное вмешательство, приложенное в нужном месте и в нужное время, может затормозить и даже остановить опустынивание.

Антропогенные агенты и процессы опустынивания образуют в совокупности блок "***причины опустынивания".***

Существо **второго методологического подхода**, вытекающего из определения опустынивания, состоит в раздельном рассмотрении изменений состояния почвенного покрова, рельефа, растительного покрова и гидрологии территории, которые понимаются в качестве отдельных ***составляющих*** явление опустынивания.

Как видно из схемы, к числу *составляющих* явление опустынивания относятся ***климатическая составляющая***, выступающая в качестве фактора опустынивания и результата опустынивания, а также ***почвенная, геоморфологическая, биологическая и гидрологическая составляющие***, выступающие в роли условий и результата опустынивания.

Условное разделение явления опустынивания на эти составляющие имеет, на наш взгляд, ряд преимуществ. Во-первых, это позволяет глубже разобраться в причинах и результатах (следствиях) опустынивания, проследить протекающие при этом процессы, оценить устойчивость экосистем засушливых территорий к опустыниванию, а также дает возможность прогнозировать характер, степень и глубину протекания опустынивания. (Это тем более актуально, поскольку термины “опустынивание почв”, “опустынивание растительного покрова” достаточно давно используются в науке, хотя и не включены в ее понятийный аппарат). Так, например, изменение каждого компонента опустынивающихся ландшафтов (почвы, растительности и т.д.) может быть оценено через их специфические свойства-индикаторы. Это позволяет рассматривать опустынивание как комплексное сочетание относительно независимых направленных явлений (серий растительных смен, эволюционных рядов почв и т.п.) с разработкой для каждого из них диагностических показателей направления, степени, скорости и глубины изменений. Сравнение изменений почвенного покрова и почв как относительно более стабильного компонента с соответствующими изменениями растительности как менее устойчивого компонента ландшафтов может дать возможность (как будет показано ниже) устанавливать скорость и глубину опустынивания земель путем использования только актуальных признаков, не прибегая к мониторингу явления опустынивания в целом.

Разделение явления опустынивания на составляющие целесообразно еще и с тех позиций, что до настоящего времени нет интегрального показателя ресурсного потенциала земель (термина, используемого в новом определении опустынивания). Вместе с тем, в отдельных науках (почвоведении, геоботанике, гидрологии и др.) существуют свои методы оценки качества изучаемых объектов. Так, например, в

почвоведении показателями плодородия почв являются структура почв, содержание и качество гумуса, мощность гумусового горизонта, тип и степень засоления; при оценке биологической продуктивности растительного покрова используются показатели общей биомассы, ежегодного прироста, интенсивности биокруговорота и т.д.

Предложенные нами методологические подходы к оценке и картографированию опустынивания в дальнейшем полностью подтвердились при создании карты опустынивания Приаралья.

ПРИАРАЛЬЕ КАК ОБЪЕКТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ.

ОСОБЕННОСТИ ПРИАРАЛЬЯ КАК ОБЪЕКТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Как отмечалось во введении, Приаралье как показательный регион для разработки методов оценки и картографирования опустынивания было выбрано не случайно. Дело в том, что данный регион чрезвычайно сложен в отношении оценки опустынивания в силу как разнообразия самой территории, так и многообразия факторов, оказывающих на нее свое воздействие. Вопросам изменения природной среды выбранного региона в связи с обсыханием Аральского моря и сокращением стока рек в Арал, принципам географического районирования этой территории в условиях меняющейся природно-климатической обстановки посвящено значительное число научных работ. Здесь нам не хотелось бы повторять уже сказанное другими исследователями, поэтому позволим себе лишь кратко, на основе анализа и обобщения литературного и фондового материала, посвященного прямо или косвенно проблеме опустынивания в Приаралье, выделить несколько аспектов, обусловливающих сложность изучения явления опустынивания в этом регионе.

1.Опустынивание охватывает огромную территорию с разнообразным почвенным и растительным покровом, гидрологическими и геоморфологическими особенностями. В силу этого опустынивание может быть вызвано и/или интенсифицировано широким набором причин и протекать в разных направлениях с различной скоростью и степенью. Основные территории, подверженные современному интенсивному опустыниванию, приурочены к современным дельтам Амударьи и Сырдарьи.

2. Приаралье неоднократно подвергалось опустыниванию ранее, в том числе и в историческое время, что накладывает свой отпечаток на современные процессы деградации земель. К территориям, в наибольшей степени сохранившим на себе следы былого опустынивания, относятся Присарыкамышская и Акчадарьинская дельты древней Амударьи, а также высохшие русла и дельты Жанадарьи и Кувандарьи.

3. В наибольшей степени опустынивание захватывает естественные угодья — так называемые бывшие “живые” дельты Амударьи и Сырдарьи. Современные орошаемые земли охвачены процессами прогрессирующего засоления, потери почвенной структуры и дегумификации, которые значительно повышают риск опустынивания на этих землях и увеличивают его скорость и степень в случае сокращения поливных норм или прекращения орошения из-за нехватки поливных вод.

4. Современное опустынивание в регионе является результатом различных факторов или их совокупности. Наиболее важными среди них являются: (а) увеличение минерализации речных вод в результате сброса коллекторно-дренажного стока в русла в их верхнем и среднем течениях; это ведет к повышению содержания

легкорастворимых (в том числе токсичных) солей в почвах и грунтовых вод дельт; (б) зарегулирование стока рек, что приводит к снижению уровня Аральского моря, обсыханию дельтовых озер и сокращению продуктивных водных ресурсов в дельтах; в конечном счете это приводит к возрастанию дренирующей способности территорий в результате углубления и обсыхания русел рек и протоков в дельтах. Характерной особенностью современного опустынивания в "живых" дельтах является то, что основные его причины расположены на значительном удалении от опустынивающихся территорий.

5. Современное опустынивание в дельтах имеет цепной характер. Изменения водного баланса в дельтовых экосистемах инициируют целый ряд новых проявлений опустынивания на этих территориях. К наиболее распространенным относятся следующие цепи трансформационных изменений природных систем. Быстрые изменения в водно-солевом балансе почв приводят к возрастанию их засоления. Прекращение регулярных паводков и разливов ведет к превращению дельт в области аридной аккумуляции легкорастворимых солей. Кроме того, значительный вклад в солевой баланс почв вносит эоловый соле- и пылеперенос с солончаков обнажившегося дна Аральского моря. Как следствие, обсыхание и засоление территорий ведет к потере устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям, связанным с периодическим отчуждением биомассы в результате выпаса и вырубки. Это, в свою очередь, приводит к дигрессии пастбищ и разбиванию поверхностного плодородного горизонта почв, что дает возможность развитию эоловых процессов на песчаных и легкосуглинистых отложениях дельт. Интенсивность дефляции быстро нарастает. Особенно важно отметить тот факт, что подобные изменения имеют место даже в тех случаях, когда антропогенная нагрузка на экосистемы не возрастает, а остается постоянной или даже несколько снижается, но при этом не принимается во внимание существенное снижение предела потенциальной устойчивости экосистем и способности их к восстановлению, вызванной опустыниванием.

6. В процесс опустынивания в Приаралье, в особенности в дельтах, оказываются вовлеченными все компоненты дельтовых ландшафтов — почвы, местные водные ресурсы, биота, рельеф. Чрезвычайная хрупкость аридных экосистем ведет к тому, что снижение устойчивости какого-либо из этих компонентов к антропогенному воздействию ведет к деградации экосистем в целом.

7. На молодых вновь образованных поверхностях постаквальной суши Аральского моря идет формирование новых природных комплексов по пустынному типу.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ПРИАРАЛЬЕ.

На опустынивание как на одну из составляющих экологического кризиса в Приаралье неоднократно указывалось ранее. Опубликованы десятки работ, где в той или иной степени экологическую ситуацию, сложившуюся к настоящему времени в Приаралье, рассматривают через призму опустынивания. Однако большая часть этих исследований посвящена не столько изучению опустынивания в Приаралье как своеобразного природного или антропогенного явления, сколько рассмотрению отдельных аспектов этого явления, связанного с изменением каких-либо из компонентов опустынивающихся ландшафтов (почвы, растительности, рельефа, гидрологии и др.) Эти работы имеют большое значение для познания явления опустынивания в Приаралье и содержат огромный фактический материал. К числу наиболее значительных исследований этого плана следует отнести работы Бахиева с

соавт.(1977); Бахиева (1985); Богдановой с соавт. (1980); Боровского (1978); Виноградова с соавт. (1982); Жоллыбекова (1991, 1992); Ишанкулова (1980); Кабулова (1990); Киевской с соавт. (1979, 1980); Костюченко (1979,1984); Нечаевой (1981); Новиковой с соавт. (1981); Попова В.Г. с соавт. (1982, 1985); Стародубцева с соавт. (1978); Хакимова (1989) и многие другие.

Основной акцент в этих работах делается на мониторинг и познание закономерностей изменения таких компонентов ландшафта как почвы, растительность, рельеф, грунтовые и поверхностные воды в результате зарегулирования или изменения направления тока рек бассейна Аральского моря.

Значительно меньшая часть работ посвящена исследованию опустынивания в Приаралье как комплексного явления. Все это работы последних лет. Среди них из опубликованных относительно большим тиражом надо назвать следующие: Карта антропогенного опустынивания аридных территорий СССР под ред. Н.Г.Харина (1:2500000); монографические работы Рафикова и Тетюхина (1981); Попова В.А.(1990); “Опустынивание в Узбекистане..” (1988); а также работы Герасимова с соавт.(1983); Птичникова (1991).

Большинство же других работ, таких как карта “Опустынивание Южного Приаралья”1: 200000 под ред. А.А.Рафикова, карта антропогенных ландшафтов дельты Сырдарьи 1: 200000 и карта антропогенных категорий ландшафтов Казахстанского Приаралья 1: 500000 Гельдыевой Г.В. и Будниковой Т.И. находятся в фондах различных организаций или, как например ландшафтная карта и карта динамики опустынивания Приаралья 1:1000000 А.В.Птичникова, представляют собой иллюстративный материал-приложение к диссертационной работе.

Вместе с тем, несмотря на ограниченное число и малую доступность работ, посвященных комплексному изучению динамики природных систем (или экосистем, или ландшафтов) Приаралья, нам бы хотелось подробнее остановиться на них как на предпосылках и своего рода прототипах к составленной нами в соответствии с изложенными выше методологическими принципами карте опустынивания Южного и Восточного Приаралья 1:500000.

ОПЫТ ОЦЕНКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ПРИАРАЛЬЕ.

Приоритеты в разработке методов оценки и картирования опустынивания в СССР и СНГ принадлежат Институту Пустынь АН Туркменистана, где под руководством А.Г.Бабаева и Н.Г.Харина на протяжении более чем 25 лет проводились исследования в этом направлении. Разработана оригинальная методика оценки и картографирования опустынивания, широко пропагандируемая институтом на разных уровнях и опробованная в нескольких странах с аридным климатом (в Туркмении, Монголии, Мали, Аргентине). Методические подходы этой научной школы в той или иной степени прослеживаются во всех упоминавшихся выше разработках, посвященных оценке и картографированию опустынивания в Приаралье.

Если попробовать конспективно изложить основные положения комплексного подхода, используемого Хариным с соавторами. для оценки и картирования опустынивания, то они заключаются в следующем.

Во-первых, под опустыниванием понимается “процесс деградации аридных экосистем, сопровождающийся снижением биологической продуктивности, развитием эрозии, засоления и других нежелательных процессов и происходящий под воздействием человека”. С другой стороны, авторами специально рассматриваются так называемые природные “предпосылки опустынивания”, к которым они относят “особенности и условия климата, гидрологическое строение

поверхности, режим поверхностных вод, геологические процессы, почвенно-растительный покров и др.” (Харин и др., 1987).

Во-вторых, авторы выделяют для целей картографирования несколько типов опустынивания (“т.е. типов процессов, характеризующих опустынивание”): 1) деградация растительного покрова в результате интенсивного использования; 2) опустынивание вокруг колодцев (как разновидность 1-го типа); 3) деградация растительного покрова в результате недовыпаса; 4) дефляция; 5) водная эрозия; 6) засоление орошаемых почв; 7) засоление почв, вызванное снижением уровня моря и зарегулированием стока рек; 8) техногенное опустынивание.

Каждый из типов представлен несколькими аспектами опустынивания: современное опустынивание, темпы опустынивания, внутренняя опасность опустынивания, влияние животных (домашних) на природную среду, степень антропогенного влияния. Для этих аспектов разработаны качественные и количественные критерии, позволяющие для каждого из них определить классы опустынивания в терминах: слабое, умеренное, сильное, очень сильное. Сумма балльных оценок классов опустынивания по каждому из аспектов того или иного типа позволяет определить так называемому суммарную опасность опустынивания.

В-третьих, помимо типов, аспектов, классов и суммарной опасности опустынивания, авторы рекомендуют отдельно показывать (1) земли, исключенные из оценки опустынивания (массивы подвижных песков природного происхождения, каменистые склоны, солончаки и др.); (2) тип аридности климата (аридный, семиаридный); (3) режим осадков и период засух; (4) число дней с пыльными бурями; (5) контрастность зимних и летних температур воздуха.

Методика изучения и картографирования опустынивания, разработанная Хариным с соавторами, привлекает в первую очередь широтой восприятия явления опустынивания, а также предложенными количественными и качественными диагностическими критериями.

Однако, по нашему мнению, она содержит не только ряд мелких недочетов, касающихся главным образом набора критериев для оценки типов и классов опустынивания, но и базируется на некоторых принципиальных соображениях, с которыми трудно согласиться.

Так, Харин с соавторами не высказывают своего принципиального мнения о природной или антропогенной природе явления опустынивания. Если в 1983 году авторы допускают естественную природу опустынивания, то в 1987 и 1990 году говорят только об антропогенном опустынивании и исключают из оценки природные бедленды. В 1992 же году при картографировании опустынивания в Монголии, несмотря на использование в качестве основы ранней версии определения опустынивания, данного ЮНЕП (Desertification.., 1990)*, Харин с соавт. пишут, что “процесс опустынивания можно рассматривать как природно-антропогенный”.

Конечно, можно было бы не заострять на этом вопросе внимание, если бы отсутствие принципиального мнения на этот счет авторов методики не сказывалось в целом на предлагаемых методах изучения опустынивания.

В первую очередь это находит отражение в наборе типов опустынивания. Здесь авторы часто путают причину и следствие, природный процесс и антропогенное воздействие. Достаточно обратить внимание на то, что в одном списке типов присутствует дефляция и техногенное опустынивание, результатом которого может быть и дефляция. В этом же списке присутствует два принципиально не

* В нем говорится только об антропогенной природе явления опустынивания

отличающиеся по итоговым результатам типа: засоление почв при орошении и засоление почв при зарегулировании стока. Вместе с тем, отсутствует интерпретация такого явления как опустынивание при зарегулировании стока, не сопровождающееся засолением. Неясно также, в чем сущность 1-го типа — деградации растительности в результате интенсивного использования. Этот тип опустынивания явно связан с деградацией почв и, как правило, вызывает дефляцию в случае легких почв, однако из развернутой характеристики данного типа этого не следует, и т.д.

Второе существенное замечание касается того, что согласно методике Института Пустынь, на картах отражению подлежат экосистемы. По нашему мнению, которое разделяет ряд других ученых (Рафиков, 1988; Птичников, 1991; Глушко, 1991; Гельдыева, 1988; Новикова, 1989 и другие), использование экосистем в качестве единицы картографирования не совсем правильно, так как они характеризуют территории, в которых лишь живая природа имеет сходные условия. При этом литогенные, геоморфологические, гидрогенные условия учитываются лишь опосредованно. В этом отношении карты, составленные на ландшафтной основе, более достоверно и генетически правильно характеризуют естественно ограниченные территории.

Третье принципиальное соображение касается того, что для составления карт опустынивания по методике, разработанной Институтом Пустынь, требуется чрезвычайно большой фактический материал. Во-первых, это материалы динамических наблюдений за состоянием природной среды на ключевых участках как минимум за 15-20 лет, а во-вторых, необходим большой объем дорогостоящего документального материала (в том числе и аналитического), на основе которого строятся диагностические критерии для оценки типов и классов опустынивания.

Определенное развитие методика института Пустынь получила в работе “Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним” (1988) и на “Карте опустынивания Южного Приаралья (1:200000)”, составленной в 1988 году Отделом Географии АН Узбекистана.

Во-первых, авторы существенное внимание уделили рассмотрению факторов опустынивания природного и антропогенного характера. Делается попытка оценить взаимосвязь природных и антропогенных факторов, с указанием на конкретные примеры, когда развитие антропогенного опустынивания усугубляется природными факторами. Несмотря на то, что авторы не дают четких определений, что они понимают под факторами, причинами, процессами, типами опустынивания, на картах, составленных ими, проведено разделение причин опустынивания и типов опустынивания. В частности, ими выделяются:

Типы опустынивания:

1.деградация растительности;
2.дефляция;
3.водная эрозия;
4.засоление почв;
5.техногенные;
6.опустынивание, связанное со снижением уровня Аральского моря;
7.опустынивание, связанное со снижением уровня грунтовых вод и засолением почв;

Причины опустынивания:

(а) недовыпас; (б) перевыпас; (в) вырубка деревьев и кустарников; (г) низкая эффективность существующих КДС (коллекторно-дренажных систем) и некачественная промывка засоленных земель; (д) близкое залегание уровня грунтовых вод и невысокая эффективность существующих КДС; (е) гидроморфный

режим орошения на основе высокоразвитой дренажной системы; (ж) беспорядочное движение автотранспорта, передвижение гусеничных и колесных тракторов и других видов механизмов, интенсификация изыскательских, буровых, строительных и других видов работ; (з) осушение и засоление дна водоемов в результате снижения их уровня; (и) деградация растительного покрова в результате прекращения регулярного обводнения дельтовых равнин; (к) распашка крутых склонов и слабое применение противоэрозионных мероприятий; (л) слабое применение противодефляционных мероприятий.

Нельзя сказать, что подобное разделение выдерживает критику, высказанную ранее (в частности, выделение типов 6 и 7 и причин (з) и (и) недостаточно обосновано и продумано. На наш взгляд, их лучше как минимум поменять местами, однако определенный прогресс здесь был достигнут. Из приведенных списков видно, что к причинам в первую очередь относятся антропогенные воздействия, а типы выделяются как правило на основании природных процессов.

Во-вторых, Отделом Географии АН Узбекистана обосновано применение ландшафтного подхода при картографировании опустынивания, в результате чего контуры на подготовленных здесь картах более соответствуют естественным природным границам, что позволило В.А.Попову (1990) провести комплексный анализ динамики границ ландшафтов дельты Амударьи на современном этапе опустынивания. Были построены балансовые пространственные модели динамики ландшафтов и модель вероятностей переходов ландшафтов дельты Амударьи. Построенные модели дали возможность количественно (в единицах площади) прогнозировать вероятность взаимного или направленного перехода ландшафтов, различающихся по увлажнению.

Независимо от исследований ОГАН Узбекистана, А.В.Птичников (1991), изучавший динамику опустынивания ландшафтов Приаралья по космическим снимкам и также взявший за основу методику института Пустынь, пришел к близким результатам при разработке методики оценки опустынивания. Им также при составлении карт 1:1000000 был использован ландшафтный подход. Подробный анализ причин современной динамики ландшафтов Приаралья позволил ему четко разделить опустынивание на природно-антропогенное и антропогенное, подразумевая под первым те природные процессы, которые активизируются человеком не напрямую, как например в результате техногенной или пастбищной дигрессии, а опосредованно, например в результате водозабора в верхнем течении рек.

Однако, по сравнению с исследователями ОГАН Узбекистана Птичников пошел дальше в применении ландшафтного подхода к оценке опустынивания. По сути, он показал, что вместо использования трудоемких частных индикаторов для оценки классов опустынивания, достаточно в качестве комплексного индикатора использовать ландшафтно-генетические ряды, иллюстрирующие динамику природно-территориальных комплексов, а также динамику экзогенных процессов, инициированных опустыниванием. В результате современное состояние опустынивания можно определить по доминированию определенных стадий ландшафтно-генетических рядов на исследуемом участке, а интенсивность (темпы) ведущих ландшафтообразующих экзогенных процессов (процессов опустынивания) определяется Птичниковым по резкости границ изменения ареала процесса.

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ПРИЧИН ОПУСТЫНИВАНИЯ В ПРИАРАЛЬЕ

Описанию причин деградации природной среды в Приаралье посвящено значительное число работ. Как правило, в большинстве этих работ причины

изменений природной обстановки в Приаралье не подвергаются специальному анализу, а просто в общем виде описывают происходящие изменения в ландшафтах и экосистемах и/или их отдельных компонентах, которые в основном связываются с сокращением притока речных вод в дельты и море.

К числу наиболее крупных работ такого рода, которые мы рассматриваем как заложившие фактическую базу для современного этапа системного анализа причинно-следственных связей, вызывающих и сопровождающих трансформации природных систем в Приаралье, можно отнести исследования Бахиева (1985, 1987); Кабулова (1990); Жоллыбекова (1991); Рафикова с соавт.(1981); Ишанкулова (1980); монографические работы и сборники: “Аральский кризис”(1991), “Проблемы Аральского моря...”(1983) и другие.

Этот этап, как нам представляется, начался в конце 80-х годов и характеризуется появлением нескольких монографических работ.

Так, в 1988 году выходит коллективная монография, подготовленная ОГАН Узбекистана “Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним”, в которой авторы на основе методики оценки и картографирования опустынивания, разработанной Хариным с соавт. в 1983 году, предпринимают попытку проследить причинно-следственные связи, вызывающие и сопровождающие опустынивание в Узбекистане, уделяя при этом большое внимание явлениям, связанным с проблемой Аральского моря и Приаралья. Авторы выделяют и систематизируют факторы и индикаторы опустынивания и на основе историко-динамического принципа дают рекомендации по составлению прогнозных карт.

В частности, карта “Прогноз изменения природных комплексов Южного Приаралья до 2005 г.”была подготовлена ими в том же году.

В этих разработках пока еще не проводится детальный системный анализ взаимодействий разных компонентов изменяющихся ландшафтов, а лишь анализируются последствия крупных антропогенных воздействий на природные комплексы на уровне “влияние выпаса на почвы”, “влияние техногенного воздействия на растительность”, “орошаемое земледелие как причина вторичного засоления” и т.п. Вместе с тем, систематизация причин опустынивания в крупные блоки (включая антропогенные факторы (агенты — Г.К.) и природные процессы) по их следствиям-индикаторам — это большое достижение этих авторов. В 1990 году Акрамов и Рафиков несколько детализируют эти подходы, внимательно анализируя последствия развития орошаемого земледелия в Средней Азии, сводя их к следующей цепочке:

Развитие ирригации --> увеличение водопотребления в верховьях рек --> изменение природной среды в дельте Амударьи: (осушение озерно-болотных комплексов, изменение гидрографической сети, изменение режима грунтовых вод, эволюция почв, процессы соленакопления, экзогенные сукцессии растительного покрова, изменение климатических условий, интенсификация рельефообразующих процессов, социально-экономические последствия, возникновение новой антропогенной пустыни на высохшем дне Аральского моря).

В 1990 году по тому же пути объединения причин Аральского экологического кризиса в крупные блоки пошел Н.Ф.Глазовский. Он выделил несколько причин социально-экономического характера: ошибочная стратегия размещения производительных сил и сельскохозяйственных культур, освоение трудно мелиорируемых земель, низкое качество оросительных систем и завышение норм орошения и водоотведения и др. Эти причины, как отмечал автор, были связаны с декларативным решением о расширении орошаемого земледелия в регионе. И далее Глазовский рассмотрел блоки последствий расширения земледелия: изменение

объема речного стока, изменение режима стока, изменение гидрографической сети, изменение солености дельт, изменение Аральского моря, изменение климата, изменение солевого выноса, трансформация ландшафтов осушенного дна, изменение уровня грунтовых вод, вторичное засоление почв, опустынивание почв, изменение региональной миграции солей, изменение твердого речного стока, изменение интенсивности биогенного круговорота веществ в ландшафтах, изменение животного и растительного мира, загрязнение среды, изменение социальных показателей (рост заболеваемости, рост социальной напряженности, изменение занятости, изменение сельскохозяйственного производства).

Однако, поскольку Глазовский не ставил задачи показать систему взаимодействия этих разных причин и природных процессов, то мы и не встречаем у него попыток составить цепочки причинно-следственных связей, сопровождающих изменение природной обстановки в связи с Аральским кризисом.

Как нетрудно заметить из приведенных списков, они весьма широко и обстоятельно иллюстрируют тот набор антропогенных воздействий и природных процессов, которые являются основными движущими силами современных изменений природных комплексов в Приаралье.

К сожалению, принципиальные взгляды Глазовского, хотя и были приняты при разработке “Основных положений концепции сохранения и восстановления Аральского моря, нормализации экологической, санитарно-гигиенической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье” (1991) , однако указанные им социально-экономические причины уже называются следствиями кризиса, а проблеме закономерностей изменения природной обстановки в регионе почти не уделяется внимания.

Жоллыбеков в 1992 году привел новый аспект рассмотрения антропогенных воздействий на окружающую среду Южного Приаралья. Он оценивает антропогенные воздействия с точки зрения их пространственных и временных границ и выделяет , с одной стороны, региональные, субрегиональные, локальные и линейные антропогенные воздействия, а с другой стороны, кратковременные, долголетние и вековые воздействия.

Принципиально иной подход при оценке и картографировании опустынивания в Приаралье, основанный на концепции ландшафтно-генетических рядов, использовал Птичников (1991). Он различает антропогенные воздействия и те процессы, которые они инициируют в ландшафтах. Птичников различает четыре типа антропогенного воздействия в Приаралье: орошаемое земледелие, отгонное животноводство, водохозяйственное строительство и прокладку различных коммуникаций. Водохозяйственное строительство при этом рассматривается в комплексе с орошаемым земледелием.

Для каждого из выделенных типов Птичников перечисляет последствия его воздействия на ландшафты, проявляющиеся в изменении рельефа, почв, растительности. Иначе говоря, в какой-то степени Птичников повторяет сделанное коллективом ОГАН Узбекистана, однако делает это, во-первых, для более крупной территории (все Приаралье), а во-вторых, рассматривает проблему глубже, учитывая этапы ускорения, затухания и стабилизации изменений, отвечающих тому или иному антропогенному воздействию. Он также опосредованно учитывает пространственные и временные границы проявления антропогенных воздействий и их следствий, рассматривая механизмы природно-антропогенного опустынивания.

Для изучения динамики ландшафтов Птичников использует понятие экзогенных процессов, применяя для Приаралья их номенклатуру, данную Е.А.Востоковой (1988): засоление, осушение, дефляция, эоловые аккумулятивные процессы,

струйчатая и овражная эрозия, карстово-суффозионные, оползневые и обвально-оползневые. Кроме того, Птичниковым на основании подходов В.С.Залетаева (1989) рассмотрены также так называемые “типы аппликативных взаимодействий” процессов природного и антропогенного характера. Показано, в каких случаях следует ожидать ускорения опустынивания (изоаппликация), а в каких —замедления (контраппликация).

Однако и Птичников не ставил перед собой задачу разобраться в системе внутриландшафтных связей, позволяющей лучше понять механизмы трансформаций отдельных ландшафтов, а выражаясь использованной им терминологией —описать механизмы аппликативных взаимодействий почвенных и рельефообразующих процессов и сукцессий растительного покрова.

В какой-то степени предпосылки к возможности рассмотрения цепей причинно-следственных связей, вызванных определенным агентом опустынивания, содержатся в фундаментальных работах специалистов по пастбищам, преимущественно геоботаников (Нечаева,1981,1979; Курочкина, 1973,1981; Карибаева, Курочкина,1991), рассматривавших закономерности и последствия влияния выпаса на пустынные экосистемы.

Построенные геоботаниками схемы очень подробно отражают влияние выпаса на растительный покров, однако мало внимания уделяют почвенным изменениям и совсем не учитывают возможного влияния выпаса на рельеф и климат. В отличие от частных задач геоботаников, перед нами стояла задача комплексного системного анализа взаимодействий различных антропогенных агентов и природных процессов, вызывающих и сопровождающих современные трансформации природных систем в Приаралье.

Эта задача была поставлена в конце 1990 года и сформулирована нами в начале 1991 года соответственно на 1-ом и 2-м совещаниях рабочей группы экспертов по проекту СССР/ЮНЕП “Содействие в разработке Плана действий по сохранению Аральского моря”(Материалы..., 1990; Материалы..., 1991).

В частности, нами было отмечено, что основными причинами опустынивания в современных дельтах Амударьи и Сырдарьи являются:
(1) увеличение минерализации речных вод в результате сброса КДВ в реки выше по течению; (2) зарегулирование стока рек, ведущее к сокращению продуктивных водных ресурсов в дельтах. Эти причины по своему генезису прямо не связаны с опустыниванием и носят крупно региональный или бассейновый характер. В свою очередь, эти крупно региональные причины инициируют или усиливают целый ряд региональных и локальных процессов опустынивания. Эти процессы носят большей частью естественный характер и, как правило, в той или иной степени всегда имели место в дельтовых экосистемах в результате дельтового литоморфопедогенеза. Это, в первую очередь, обсыхание и засоление территорий, "под командных" к отмирающим дельтовым протокам. В свою очередь, это приводило к сменам почвенного и растительного покровов на этих территориях в сторону уменьшения степени их гидроморфизма и ксерофитизации. Периодическое или спорадическое обводнение дельт паводковыми водами, миграции русел и протоков приводили к периодическому возобновлению циклов эволюции ландшафтов и обеспечивали динамическое равновесие этой территории, поддерживаемое за счет поступления воды извне.

Отличие условий современного протекания этих процессов в том, что в настоящее время они происходят практически повсеместно и не прерываются пойменно-аллювиальными процессами, что приводит к смещению сложившегося равновесия между макроклиматом и дополнительным обводнением. Равновесие

смещается в сторону действия аридного фактора и ведет к опустыниванию. Кроме того, интенсификация этих процессов в связи с опустыниванием иногда приводит к изменению характера их протекания, выпадению отдельных звеньев из цепи экологических трансформаций, свойственных природным комплексам, эволюционирующим в нормальном дельтовом режиме.

Помимо ранее существовавших процессов, антропогенные агенты опустынивания бассейнового характера инициируют и новые процессы, иногда также носящие бассейновый или даже глобальный характер. К таким процессам, например, следует отнести эоловый соле- и пылеперенос с обсохшего дна Аральского моря.

Инициирование региональных и локальных процессов опустынивания ведет также к снижению устойчивости дельтовых экосистем к воздействию локальных антропогенных агентов опустынивания, которые в условиях большей устойчивости экосистем не имели катастрофических последствий. К числу таких агентов следует отнести периодическое отчуждение биомассы дельтовых экосистем в результате выпаса и вырубки, а также воздействие на обсохшую поверхность почв тяжелой техники, что ведет к развитию процессов формирования эолового рельефа на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах дельты.

Таким образом, среди причин современного опустынивания в Приаралье следует выделять с одной стороны, антропогенные агенты и природные процессы опустынивания, с другой стороны, бассейновые, региональные и локальные причины опустынивания, и с третьей стороны, основные и инициируемые причины опустынивания.

Выделение третьей позиции рассмотрения причин опустынивания в Приаралье отвечает методу типологии опустынивания И.С.Зонна (1990), описанному нами выше и подходам Горшкова (1982) к рассмотрению экзодинамических процессов освоенных территорий.

Вместе с тем, И.С.Зонн применял анализ причинно-следственных связей для разработки подходов к типологии опустынивания, предлагая рассматривать именно *типы опустынивания* как сочетание причин разного уровня и генезиса. На наш взгляд, такой подход является спорным, поскольку нет оснований для того, чтобы причины опустынивания были основой для выделения типов этого явления. Возможно, такой подход и имеет право на существование для целей глобальной оценки, однако в нашем случае мы считаем достаточным ограничиться разработкой систематики причин опустынивания, что само по себе является достаточно сложной задачей для такого комплексного и разнообразного региона как Приаралье.

ВЗАИМОСВЯЗЬ И СИСТЕМАТИКА ПРИЧИН ОПУСТЫНИВАНИЯ В ПРИАРАЛЬЕ.

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМАТИКИ ПРИЧИН ОПУСТЫНИВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ

Как мы уже говорили, систематика причин опустынивания осуществлялась нами на основе рассмотрения цепей причинно-следственных связей.

Попытка увязать все разнообразие антропогенных воздействий и их последствий в цепи причинно-следственных связей оказалась очень удачной. Проведенная обработка собранных по данной проблеме и систематизированных ниже сведений показала, что чрезвычайное разнообразие выделявшихся ранее природных, антропогенных и природно-антропогенных причин опустынивания (первоначальный список состоял из более чем 50 причин) может быть сведено к нескольким генерализованным схемам (см ниже). В этих схемах удалось вычленить несколько позиций, по которым различаются причины опустынивания:

1) *антропогенные агенты и природные процессы* опустынивания;

2)*бассейновые, региональные и локальные причины* опустынивания;

3)*основные и инициируемые причины* опустынивания.

Антропогенное воздействие на территории Приаралья носит комплексный характер. По хозяйственной направленности может быть выделено ***четыре типа*** этого воздействия, а именно: ***ирригация, отгонное животноводство, техногенное воздействие, истребление древесно-кустарниковой растительности***. В соответствии с изложенными выше методологическими подходами эти воздействия рассматриваются нами в качестве *агентов опустынивания*. В целях анализа эффекта воздействия перечисленных антропогенных агентов опустынивания были разработаны схемы взаимодействия того или иного антропогенного агента с различными компонентами опустынивающихся ландшафтов. Принципы, отражающие последовательность составления такого рода описанных ниже схем, заключаются в следующем.

Во-первых, в рамках рассматриваемого типа хозяйственной деятельности (из 4-х перечисленных выше) выявляются все возможные *непосредственные* воздействия на компоненты ландшафта, а также инициированные ими природные процессы. Во-вторых, анализируются взаимодействия в цепи изменений ландшафтных компонентов, вызываемых антропогенными агентами. Эти взаимодействия реализуются через процессы, происходящие в различных компонентах ландшафтов и ведущие к их устойчивым изменениям. Выявление этих процессов, и вычерчивание цепи взаимодействий и составляет второй этап построения схемы. Схема отражает причинно-следственные связи изменений, вызываемых антропогенными агентами, но не учитывает скорости протекания процессов и глубины производимых ими изменений, а также соотношения этих процессов во времени.

Помимо взаимодействий между компонентами ландшафта, на схеме дополнительно отмечается влияние отдельных изменяющихся компонентов ландшафта на *климатический фактор опустынивания*, что, как отмечалось выше, реализуется через изменение мезо- и микроклиматов разных территорий.

Предложенные схемы позволяют: 1) обобщить обширные сведения об антропогенных воздействиях в рассматриваемом регионе; 2) наглядно и кратко

продемонстрировать многообразие природно-антропогенных взаимосвязей в экосистемах региона; 3) расчленить всю сумму протекающих процессов деградации природных систем в соответствии с их обусловленностью теми или иными антропогенными агентами, что позволяет в первом приближении моделировать природные реакции на разнообразные комплексные антропогенные воздействия.

ИРРИГАЦИЯ.

Называя ирригацию среди агентов опустынивания, мы имеем в виду те процессы деградации ландшафтных компонентов, которые обусловлены неблагоприятным изменением качественных и количественных характеристик водных ресурсов вследствие их использования водопотребителями, нарушением сложившегося природного водного баланса в бассейнах рек в целом и отдельных крупных регионах, нарушением технологии водных мелиораций.

Как отмечалось выше, выделяется три уровня негативных изменений на территории Южного и Восточного Приаралья, связанных с ирригацией : 1) изменения бассейнового характера, обусловленные водозабором в верховьях рек Амударьи и Сырдарьи и последующим сбросом коллекторно-дренажных вод в эти реки; 2) регионального характера, связанные с развитием крупных массивов орошаемого земледелия, в частности, на рассматриваемых территориях дельт Сырдарьи и Амударьи; 3) локального характера, связанные с орошением или обводнением отдельных участков или небольших массивов.

Учитывая комплексность ирригации как агента опустынивания, рассмотрим каждый из составляющих его видов антропогенных воздействий по отдельности.

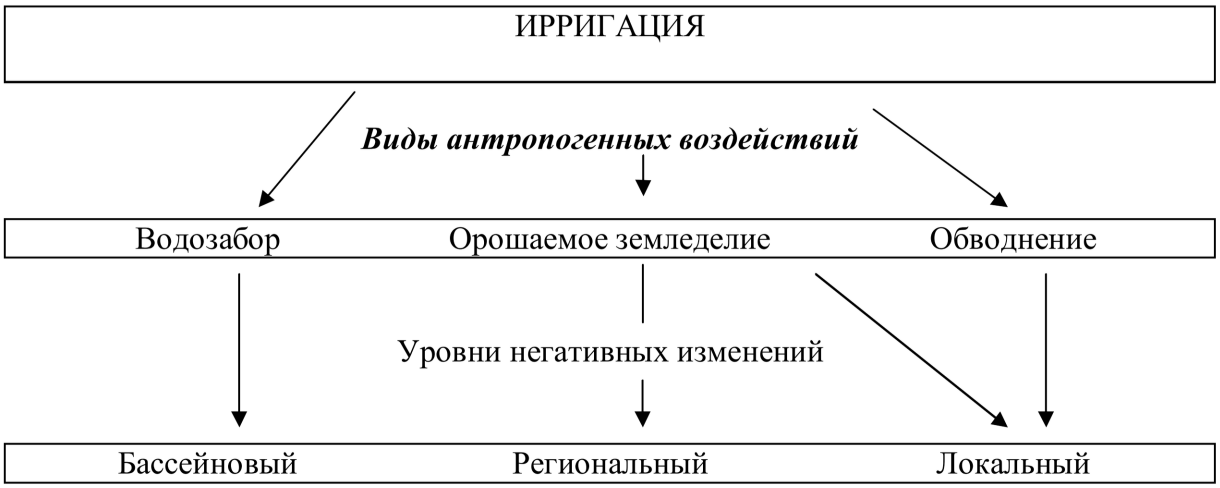


Рис. 2. Уровни негативных воздействий и изменений, вызванных ирригацией как агентом опустынивания.

Водозабор

На схеме "Ирригация. Водозабор" выделено две цепи причинно-следственных связей, исходящих от рассматриваемого антропогенного агента: 1) цепь изменений, вызванных забором воды из рек на орошение (обозначения в символах ( )); 2) цепь изменений, вызванных сбросом отработанных коллекторно-дренажных вод (КДВ) в реки (обозначения в символах < >).

Рассмотрим последовательно каждую из них по состоянию на начало 90-х годов.

Забор вод на орошение.

Широкомасштабное расширение орошения в Средней Азии и Казахстане в начале 60-х годов привело к резкому снижению объема речного стока Аральского бассейна. Если за период 1911—60 гг. приток в Арал из Амударьи и Сырдарьи составлял в среднем 52 куб.км/год, то за период 1975—84 гг. он составил 8,5 куб.км/год (Попов, 1990). За этим последовало ухудшение гидрологического состояния территории Приаралья: прекратились разливы рек Амударьи и Сырдарьи и затопление их пойм и дельт, соответственно сократилось число естественных озер со 100.000 до 5.000, практически исчезли болота на территории пойм и дельт, снизился уровень воды в море и произошло уменьшение его акватории с 56 до 41 тыс. куб.км с обнажением морского дна площадью 25 тыс кв.км (Глазовский, 1990). Эти изменения отражаются на состоянии поверхностных вод [обозначения (1), 1), (2) на схеме??]. За счет изменения гидрологического режима территории произошло снижение уровня грунтовых вод —в среднем на территории дельт от 1—2 до 5—6 м [обозначение 2) на схеме].

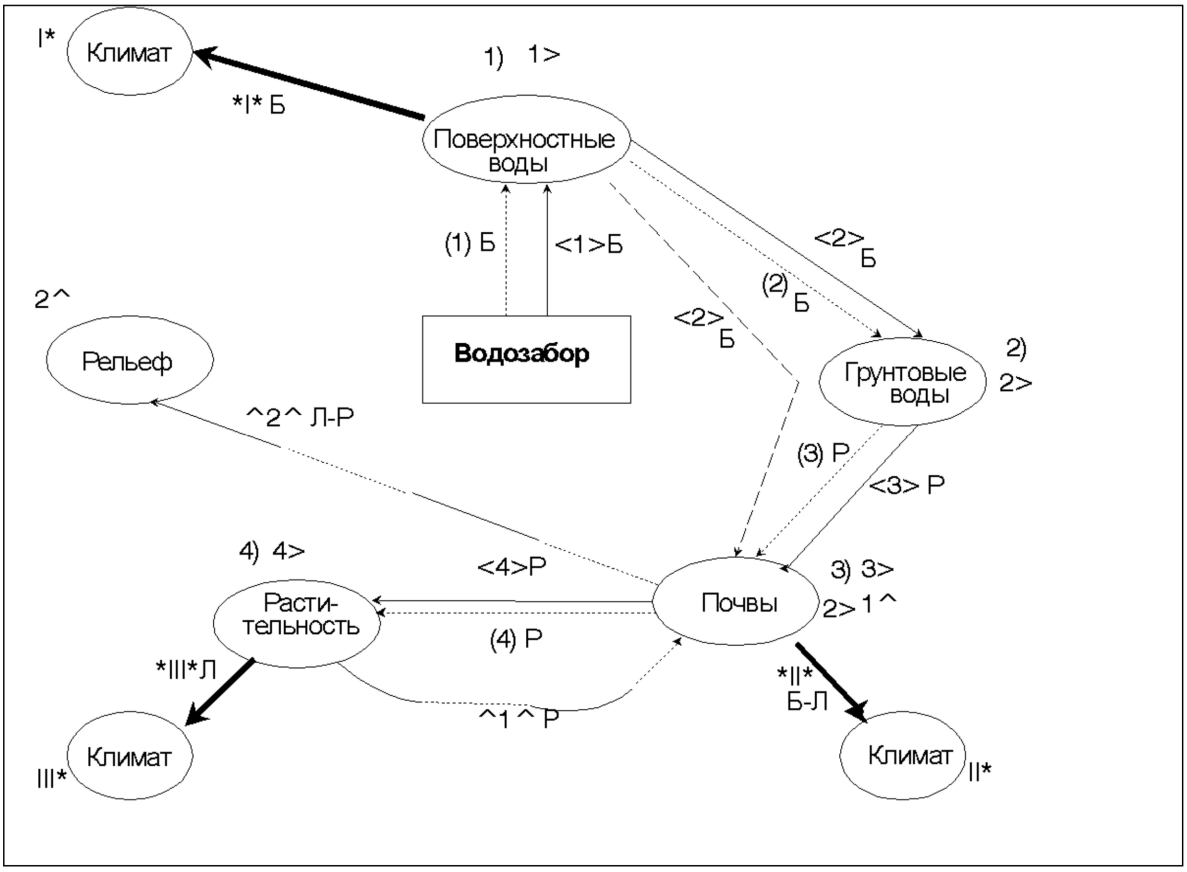
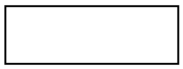
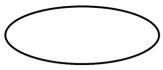
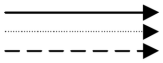
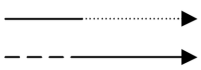


Рис.3 Ирригация, водозабор

Общие условные обозначения к схемам на рисунках 3-9

	исходный антропогенный агент опустынивания
	компоненты природных систем, вовлеченные в цепь причинно-следственных связей
(1), /1/, <2>, ^3^, *II*, и другие обозначения в двойных символах	воздействующий агент или природный процесс, вызванный или усиленный в ходе цепи происходящих изменений (прямые и опосредованные воздействия)
1), 1/, 2>, 3^, II*, и другие обозначения с одним символом	эффекты прямого или лпосредованного влияния агентов опустынивания
	участки однотипных цепей причинно-следственных связей
	участки политипных цепей причинно-следственных связей
Б, Р, Л, Л-Р, Б-Л и т.д.	уровни негативных антропогенных воздействий и изменений. Соответственно: бассейновый, региональный, локальный, смешанные

В процессе обсыхания “живых” дельт Амударьи и Сырдарьи и обнажившегося дна моря пойменный субаквальный водный режим почв сменился супераквальным и элювиальным выпотным и суходольным, что привело к сокращению площадей гидроморфных почв и, в конечном счете, к развитию постгидроморфной эволюции почв в направлении климатогенного тренда развития [обозначения (3), 3) на схеме].

Важную роль в структуре растительного покрова “живых” дельт в прошлом играли тугайные заросли. При обсыхании почв происходит выпадение целого ряда видов, характерных для гидроморфных сообществ, идет ксерофитизация растительного покрова. В дельте Амударьи площади, занимаемые тростниковыми зарослями, сократились с 760 тыс - 1 млн.га (Овчинников и др., 1960; Татжитдинов, Мениахметов, 1967) до 20 - 100 тыс.га (Бахиев и др., 1977; Тлеуов, Кабулов, 1977) [обозначения (4), 4) на схеме]. В условиях безводья в тугайных кустарниковых и древесных зарослях учащаются пожары, которые распространяются на большие площади (Попов, 1990). Таким образом, забор воды из рек в верхнем и среднем течении вызывает процессы опустынивания *в неорошаемой части дельты, на побережье.*

Сброс коллекторно-дренажных вод (КДВ) в реки в верхнем и среднем течениях.

Как результат непродуманного варварского подхода к ведению орошения и, одновременно, в целях повышения объема воды в акватории Аральского моря в последние годы осуществляется постоянный сброс отработанных КДВ напрямую в Амударью и Сырдарью. Эти воды загрязнены токсичными элементами, имеют повышенную минерализацию. В результате среднегодовая минерализация воды в

низовьях рек возросла с 0,3-0,4 г/л до 1-3 г/л, то есть в 3-10 раз (Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним, 1988) [обозначения <1>, 1> на схеме]. Орошение в низовьях рек минерализованными водами резко увеличивает степень минерализации грунтовых вод и повышает засоленность почв. Высокое стояние минерализованных грунтовых вод, в свою очередь, также способствует засолению почв [обозначения <3>, 3>, <2>, 2> на схеме]. Засоление почв означает повышение минерализации почвенного раствора, деградацию гумусового профиля, структуры и др. Эти явления делают крайне неблагоприятными условия произрастания культур на засоленных участках и вызывают их выпадение —начинается *ирригационное опустынивание* [обозначения <4>, 4> на схеме].

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке3

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных забором воды из рек**
(1) забор воды из рек на орошение	1) уменьшение стока рек, сокращение водной поверхности озер, болот, моря
(2) отступание береговой линии моря, озер, прекращение разливов в низовьях рек	2) опускание уровня грунтовых вод
(3) изменение водного режима почво-грунтов с выпотного и десуктивно-выпотного на непромывной (сухой)	3) постгидроморфная эволюция почв в направлении климатогенного тренда развития
(4) обсыхание почво-грунтов	4) ксерофитизация растительного покрова
и обозначения в символах < >	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сбросом коллекторно-дренажных вод в реки**
<1> сброс КДВ в реки	1> возрастание минерализации речных вод
<2> полив минерализованными водами	2> повышение уровня и минерализации грунтовых вод
<3> повышение минерализации почвенного раствора	3> засоление почв
<4> ухудшение водно-физических и мелиоративных свойств почв	4> угнетение сельскохозяйственных культур, галофитизация растительности
и обозначения в символах ^ ^	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ изреживание растительного покрова	1^ обнажение поверхности почв
^2^ дефляция обнаженной поверхности почв	2^ формирование эолового типа рельефа или бедлендов
и обозначения в символах * *	**Причинно-следственные связи, обусловливающие изменения климата**
I нивелирование влияния мезоклимата моря и приморской полосы	I* рост континентальности и аридности климата
II высыхание поверхности почв, изменение альбедо поверхности, дефляция почв	II* изменение микроклимата, рост запыленности атмосферы, увеличение числа пыльных бурь и пыльных поземков
III исчезновение растительного покрова	III* увеличение засушливости микроклимата, рост скорости ветра над поверхностью бывших оазисов

Для выращивания растений на засоленных пятнах требуются более высокие оросительные нормы и нормы внесения удобрений, затрудняется механическая обработка почв. Иначе говоря, ухудшение мелиоративных свойств почв снижает рентабельность угодий. Дальнейший рост засоленности орошаемых массивов

снижает их продуктивность и, в конечном счете, делает невыгодной их эксплуатацию. При выводе этих территорий из севооборота их эволюция будет происходить с проявлением таких процессов как: засоление почв с заселением их галофитной растительностью -> опускание уровня грунтовых вод -> развитие процесса рассоления почв. Процесс рассоления почв может протекать до различных стадий в зависимости от дренажных свойств почв, их расположения в рельефе, а также поведения других компонентов ландшафта (грунтовых и поверхностных вод). В изложенной схеме невозможно определить все многообразие возможных вариантов, однако следует указать позиции, соответствующие предельным стадиям развития процесса. Конечной стадии процесса рассоления соответствуют зональные почвы пустынь с ксерофитными сообществами. При отсутствии предпосылок к рассолению почв (высокое стояние минерализованных грунтовых вод при затрудненном дренаже) возможно формирование бедлендов солончакового типа на заброшенных орошаемых угодьях.

Вторичные изменения.

На этапах развития изменений, связанных с деградацией почв и растительности, возникает цепь вторично инициированных изменений, соответствующих, как правило, конечным этапам эволюции или деградации природных систем. В данном случае имеет место смыкание рассмотренных выше цепей причинно-следственных связей [обозначения ^1^, 1^, ^2^, 2^]. Изменения ландшафта, вызванные чрезмерным забором воды из рек и сбросом КДВ в их русла могут выражаться в изреживании растительного покрова и снижении биологической продуктивности в результате ксерофитизации и галофитизации. И в том и в другом случае это приводит к обнажению поверхности почв и, при соответствующих условиях, к усугублению процесса их дефляции. В конечном счете, процессы опустынивания могут привести к формированию эолового типа пустынного рельефа.

Изменения климата.

Изменения климата на каждом этапе трансформаций, вызванных водозабором из рек и сбросом КДВ, носят относительно самостоятельный характер и связаны с изменениями тех компонентов природной среды, которые в той или иной степени регулируют равновесие специфического мезо- и микроклимата в Приаралье. На рассматриваемой схеме эти изменения представлены символами *I*, I*, *II*, II*, *III*, III*. Изменения климата в результате водозабора выражаются, прежде всего, в стирании различий между бывшей прибрежной полосой и территорией, не подвергавшейся морскому влиянию, увеличении запыленности атмосферы в результате обсыхания обнажившегося морского дна и увеличении числа дней с пыльными бурями. К факторам, влияющим на изменение климата, следует отнести увеличение альбедо поверхности обсыхающей дельты и прибрежной полосы, исчезновение древесно-кустарниковой и тростниковой растительности. Через посредство изменения климата водозабор влияет на всю рассматриваемую территорию, а не только на ее отдельные части (дно моря, орошаемую и неорошаемую часть и дельты) и, в этом смысле, выделяется среди других антропогенных агентов.

Орошаемое земледелие.

На схеме "Ирригация. Орошаемое земледелие" показаны три исходные причины опустынивания, сопутствующего орошению. Это: 1) сброс КДВ в бессточные впадины (обозначения в символах ( )); 2) просачивание дренажных вод с поливных

участков и из коллекторно-дренажных систем (КДС) (обозначения в символах / /); 3) дополнительное дренирование территорий при прекращении их орошения (обозначения в символах < >). Соответственно, на схеме выделено три цепи взаимодействий между компонентами ландшафтов, инициированных этими причинами. Рассмотрим каждую из них по состоянию на начало 90-х годов.

Сброс КДВ в бессточные впадины.

Регулярное расширение площадей орошаемых земель ведет к увеличению количества коллекторно-дренажных вод (в 90-92 годах в бассейне Арала формировалось около 30 куб.км возвратных вод). Так, например, общий наклон дельты Амударьи в сторону моря обуславливает скопление коллекторно-дренажных и сбросных вод к северу от Кунградского и Чимбайского орошаемых массивов в озере Судочье, на обсохшем дне залива Жылтырбас, в естественных понижениях дельт. Огромным приемником дренажного стока является озеро Сарыкамыш на северо-западе Туркменистана. В результате здесь образовались вторичные соленые озера [обозначения (1) и 1) на схеме]. Кроме того, естественные озера также подпитываются сбросными водами. Подтопление земель вокруг соленых озер вызывает повышение уровня грунтовых вод и рост их минерализации [обозначения (2а), 2а) на схеме]. Мелководные сбросные озера являются также мощными естественными испарителями, и по их периферии при периодическом обсыхании происходит засоление почв и образование соровых солончаков [обозначения (2б), 2б) на схеме].

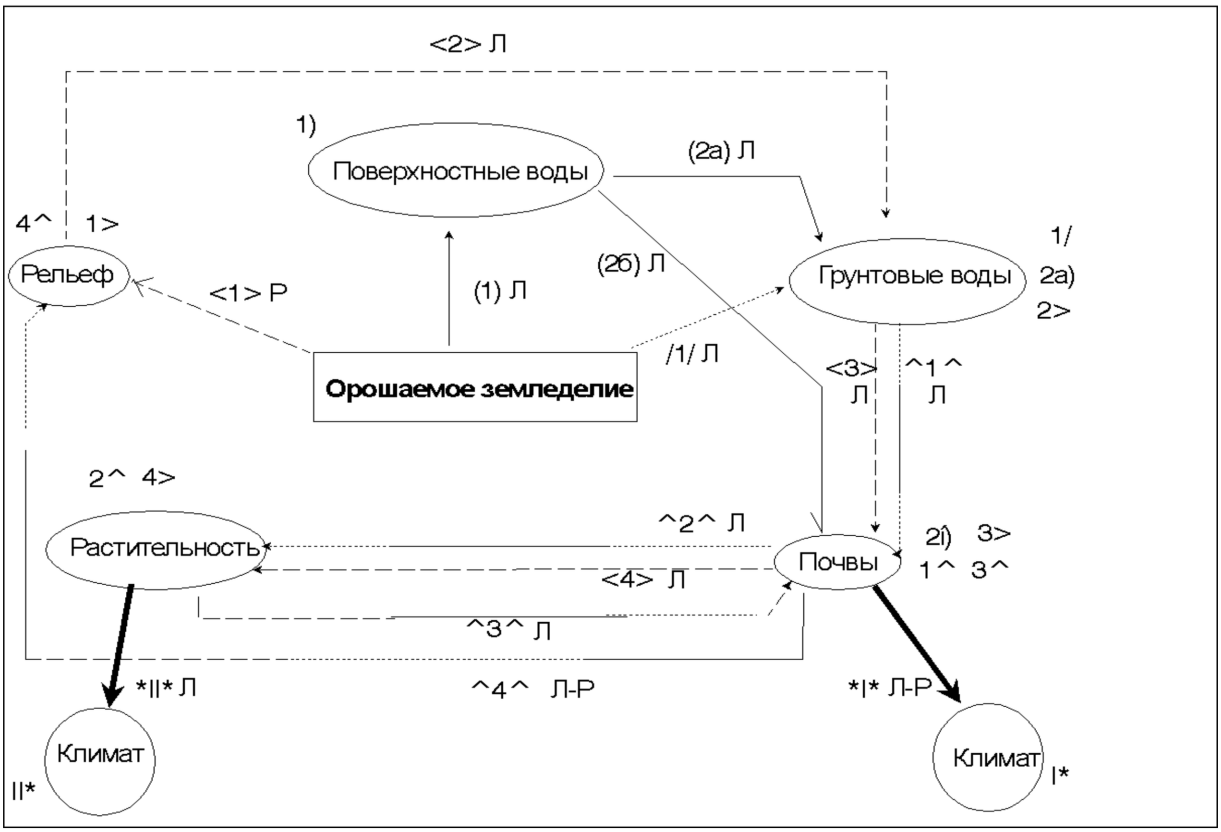


Рис. 4. Ирригация, орошаемое земледелие.

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 4

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сбросом КДВ в бессточные впадины**
(1) сброс КДВ в бессточные впадины	1) возникновение солевых озер
(2а) подтопление сопредельных территорий	2а) повышение уровня и минерализации грунтовых вод
(2б) высыхание озер и разливов с переходом солей в твердую фазу	2б) засоление почв и образование соровых солончаков
и обозначения в символах / /	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных просачиванием фильтрующихся вод с поливных территорий и из КДС**
/1/ фильтрация дренажных вод из КДС и с полей орошения	1/ повышение уровня и минерализации грунтовых вод
и обозначения в символах < >	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных дополнительным дренированием территорий после прекращения их орошения**
<1> строительство каналов	1> формирование ирригационного рельефа
<2> забрасывание (отчуждение территорий и их дренирование	2> опускание уровня грунтовых вод
<3> изменение водного режима почв с ирригационного на аридный	3> постгидроморфная эволюция почв в направлении климатогенного тренда развития
<4> обсыхание почв	4> ксерофитизация растительного покрова
и обозначения в символах ^ ^	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ возрастание минерализации почвенных растворов	1^ засоление почв
^2^ ухудшение водно-физических и других мелиоративных свойств почв	2^ галофитизация растительности, угнетение сельскохозяйственных культур
^3^ изреживание растительного покрова	3^ обнажение поверхности почв
^4^ дефляция обнаженной поверхности почв	4^ формирование эолового типа рельефа или бедлендов
и обозначения в символах * *	**Причинно-следственные связи, обусловливающие изменения климата**
I высыхание поверхности почв, изменение альбедо поверхности, дефляция почв	II* изменение микроклимата, рост запыленности атмосферы, увеличение числа пыльных бурь и пыльных поземков
II исчезновение растительного покрова	III* увеличение засушливости микроклимата, рост скорости ветра над поверхностью бывших оазисов

Фильтрация дренажных вод из КДС.

Подтопление территорий, сопредельных с орошаемыми площадями, которое обусловлено неудовлетворительной работой дренажной системы, либо отсутствием противофильтрационного покрытия в коллекторах при повышенной минерализации грунтовых вод также вызывает повышение уровня грунтовых вод [обозначения /1/ и 1/ на схеме]. В этом смысле результаты 2а) и 1/, представленные на рассматриваемой схеме, оказываются одинаковыми. Это позволяет их объединить для дальнейшего анализа причинно-следственных связей в цепь с обозначением ^1^. Повышение

уровня минерализованных грунтовых вод как в результате сброса КДВ в бессточные впадины, так и в результате просачивания КДВ из коллекторов и с поливных участков, приводит к локальному засолению почв в рассматриваемом регионе [обозначения ^1^, 1^ на схеме]. На данном этапе вновь отмечается смыкание эффектов 1^ и 2б), и дальнейший анализ их совокупного влияния показан на схеме символом ^2^. Ухудшение эдафических условий в результате засоления почв приводит, как и при рассмотрении причинно-следственных связей при воздействии водозабора, к галофитизации растительности на засоленных участках [обозначение 2^ на схеме]. Опустыниванию или деградации при этих причинах подвергается *неорошаемая часть дельты* и действие обеих названных причин носит локальный характер.

Водохозяйственное строительство и усиление дренажа.

Водохозяйственное строительство приводит к формированию особого ирригационного рельефа, где большое место занимают каналы и дрены разной глубины и протяженности. В некоторых случаях (обычно после засоления земель или в результате нехватки оросительной воды) проводится забрасывание сельскохозяйственных угодий и превращение их в многолетние залежи. При выводе земель из орошения наличие дренажа на начальных этапах ускоряет обсыхание земель в результате быстрого опускания уровня грунтовых вод [обозначения <1>, 1>, <2>, 2> на схеме]. В соответствии с этим водный режим почв постепенно переходит в аридный (непромывной), *ускоряется* постгидроморфная эволюция почв в направлении климатогенного тренда развития [обозначения <3>, 3>]. Это приводит к одновременной ксерофитизация растительности [обозначения <4>, 4>]. Описанные изменения имели место как на землях древнего орошения, а также могут происходить и в настоящее время на территориях, выведенных из орошения менее, чем 70 лет назад. Наличие ирригационного рельефа на перечисленных территориях не столько инициирует процессы опустынивания, сколько служит их катализатором, и поэтому должно быть указано среди причин негативного влияния антропогенного агента.

Вторичные изменения.

Как и в случае с описанием изменений под влиянием водозабора, на этапах изменений, связанных с деградацией почв и растительности, возникает цепь вторично инициированных изменений, обусловленных аутоэволюцией природных систем. Изреживание растительного покрова и снижение биологической продуктивности в результате галофитизации и ксерофитизации (здесь происходит смыкание эффектов всех трех исходных причин опустынивания, сопутствующих орошаемому земледелию) приводит к обнажению поверхности почв и усугублению процессов их деградации. При соответствующих условиях, как это отмечалось и выше, это может привести к общей деградации природных систем и формированию на аллювиальных равнинах эолового типа пустынного рельефа [обозначения ^3^, 3^, ^4^, 4^].

Изменения климата.

Влияние орошаемого земледелия, как антропогенного агента опустынивания, на климат осуществляется опосредованно через такие компоненты ландшафта, как почва и растительность. Факторами изменения климата в данном случае, как и при рассмотрении воздействия водозабора, являются: изменение альбедо поверхности, рост запыленности атмосферы. При сведении древесно-кустарниковой растительности увеличивается скорость ветра над поверхностью бывших оазисов, уменьшается количество осадков [обозначения *I*, I*, *II*, II*].

Обводнение.

Часть тростниковых зарослей, приуроченных к внутрипойменным понижениям, искусственно обводняется затоплением [обозначения (1), 1) на схеме "Ирригация. Обводнение"]. Так же, как и в случае возникновения вторичных озер, это вызывает локальное повышение уровня грунтовых вод на сопредельных территориях [(2), 2)], что способствует вторичному засолению почв [(3), 3)]. Следующие за этим галофитизация растительности и изреживание растительного покрова [^1^] ведут к обнажению поверхности почв аллювиальных равнин, облегчают их дефляцию [1^,^2^,2^].

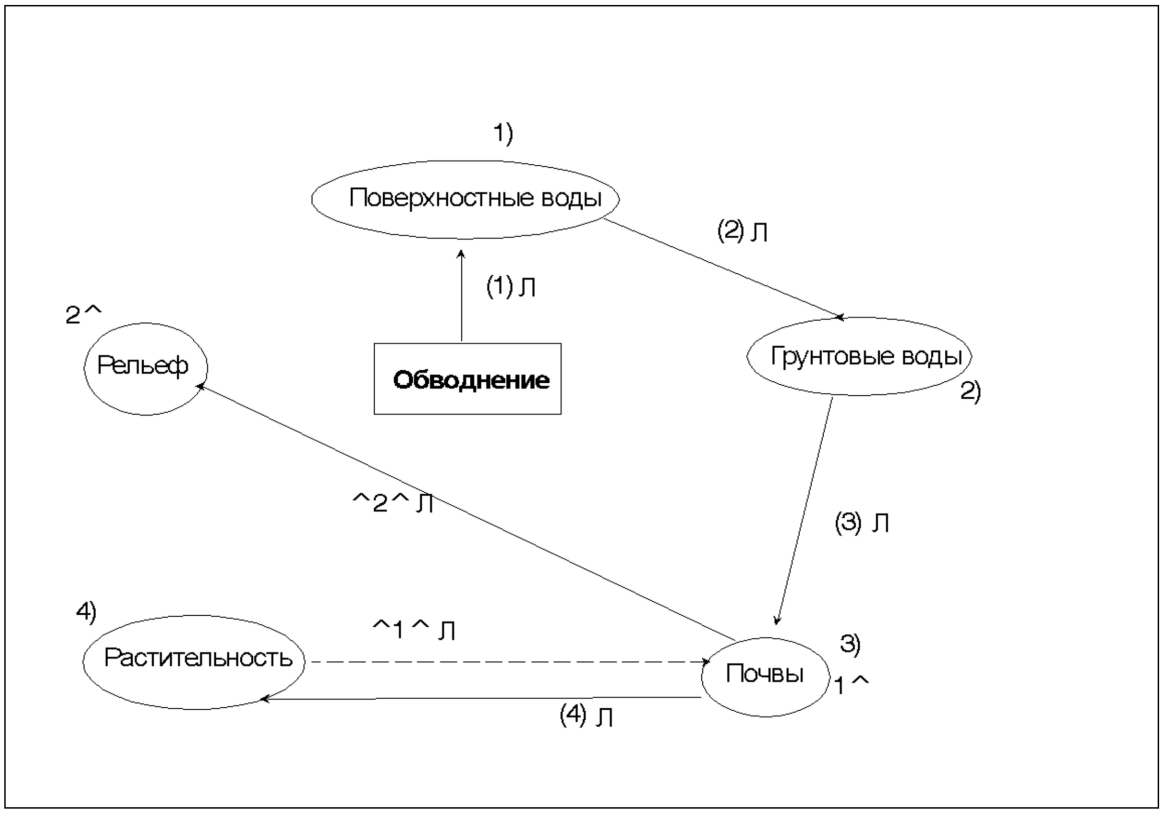


Рис. 5. Ирригация, обводнение

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 5

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных обводнением**
(1) затопление понижений рельефа	1) образование затопленных территорий
(2) подтопление сопредельных территорий	2) повышение уровня минерализованных грунтовых вод выше критического
(3) возрастание минерализации почвенных растворов	3) засоление почв
(4) ухудшение водно-физических и других мелиоративных свойств почв	4) галофитизация растительности
и обозначения в символах ^ ^	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ изреживание растительного покрова	1^ обнажение поверхности почв
^2^ дефляция обнаженной поверхности почв	2^ формирование эолового типа рельефа или бедлендов

ОТГОННОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО.

Выпас в Приаралье ведется практически всюду: в пустынях Каракумов и Кызылкумов, на территориях древних опустыненных дельт, на обсохшем дне моря, в современных дельтах, включая также и орошаемые территории.

Негативный эффект отгонного животноводства выражается в деградации растительного и почвенного покрова, вариантами которой могут быть упрощение вертикальной структуры сообществ и увеличение мозаичности растительного покрова (пасквальное засорение), замоховение и уплотнение почв, изреживание растительного покрова и опесчанивание (Карибаева, Курочкина,1991). Сокращение площади высокопродуктивных пастбищ в дельтах рек в результате экстенсивной системы земледелия, а также обсыхания “живых” дельт приводит к увеличению пастбищной нагрузки, что наиболее пагубно для массивов с песчаными отложениями (Попов,1990). Характерным ландшафтом пустынных пастбищ при перевыпасе являются округлые (радиусом 3—4 км) приколодезные участки, лишенные растительности и покрытые барханами с подвижной верхушкой.

Исходя из того, что объектами непосредственного воздействия данного антропогенного агента являются почва и растительность, его схематическое изображение включает две цепи причинно-следственных связей (схема "Отгонное животноводство").

Изменения почв при перевыпасе.

Уплотнение поверхности почвы и разбивание дернины при неумеренном выпасе вызывает деградацию почвенной структуры и опесчанивание поверхностного слоя [(1), 1)]. Последнее означает ухудшение эдафических условий биотопа, и прежде всего, снижение доступной почвенной влаги, что ведет к ксерофитизации растительности [(2), 2)]. Складываются сообщества песчаной пустыни и, по мере усиления нагрузки, наблюдается выпадение многолетних растений с усилением доминирующей роли эфемеров.

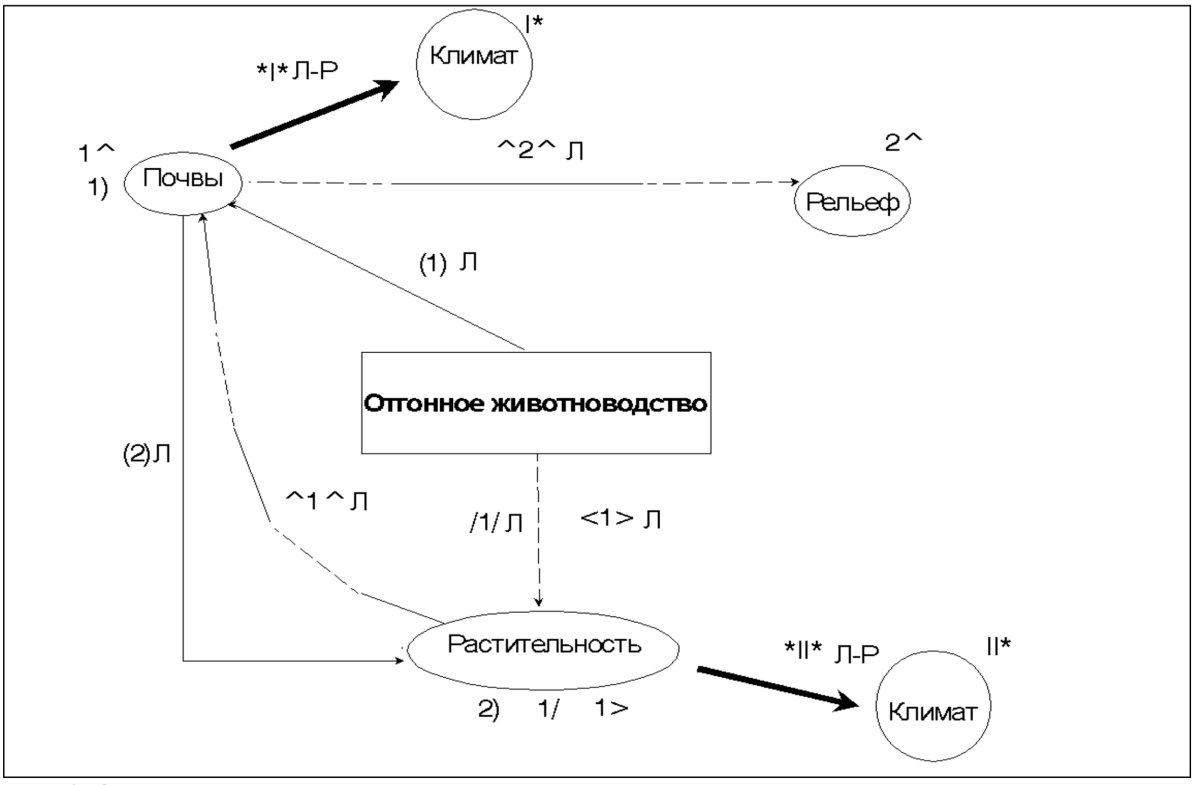


Рис.6. Отгонное животноводство

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 6

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей в изменениях почв при перегрузке пастбищ**
(1) уплотнение и разбивание поверхности почв с нарушением дернины	1) деградация структуры поверхностного горизонта почв и опесчанивание
(2) ухудшение эдафических условий биотопа (снижение доступности почвенной влаги растениям)	2) изменение состава и численности видов (ксерофитизация, псаммофитизация и изреживание)
и обозначения в символах / /	**Цепь причинно-следственных связей в изменениях растительности при недогрузке пастбищ**
/1/ прекращение выпаса	1/ замоховение пастбищ, сокращение числа высших растений и продуктивности сообществ
и обозначения в символах < >	**Цепь причинно-следственных связей в изменениях растительности при перегрузке пастбищ**
<1> поедание и вытаптывание естественной растительности, повреждение корней и побегов	1> изменение численности и состава видов в сторону сообществ песчаной пустыни
и обозначения в символах ^ ^	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ уменьшение проективного покрытия	1^ обнажение поверхности почв
^2^ дефляция обнаженной поверхности почв	4^ формирование эолового типа рельефа
и обозначения в символах * *	**Причинно-следственные связи, обусловливающие изменения климата**
I изменение альбедо поверхности, дефляция почв	II* изменение микроклимата, рост запыленности атмосферы, увеличение числа пыльных бурь и пыльных поземков
II исчезновение растительного покрова	III* увеличение засушливости микроклимата

Изменения растительности при перевыпасе.

Поедание и вытаптывание естественной растительности животными приводит , с одной стороны, к снижению численности и состава видов, а с другой —к изреживанию растительного покрова [<1>, 1>].

Вторичные изменения при перевыпасе.

Поскольку с ксерофитизацией растительности также неизменно связано ее изреживание, то имеет место смыкание двух цепей причинно-следственных связей. Снижение проективного покрытия приводит к обнажению поверхности почв [^1^ , 1^] и, далее, в случае легкой литологии отложений, к усилению дефляции с формированием эолового типа пустынного рельефа [^2^ , 2^].

Изменения климата при перевыпасе.

Увеличение числа приколодезных сбоев может привести к изменению мезоклимата и микроклимата территории в сторону большей засушливости (сведение растительного покрова, изменение альбедо поверхности), а также к росту запыленности атмосферы и учащению дней с пыльными бурями и пыльным

поземкам (дефляция обнаженной поверхности почв) [обозначения *I*, I*, *II*, II* на схеме "Отгонное животноводство"].

Изменения растительности при недовыпасе.

Резкое снижение интенсивности выпаса (в случае отсутствия на пастбищных массивах водоисточников) приводит к “замоховению”поверхности (индикатор недовыпаса), вызывающего снижение биологической продуктивности пастбищ и снижению разнообразия видов высших растений, то есть, по-существу, к деградации и опустыниванию пастбищ.

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ.

Техногенное воздействие в Приаралье складывается из *буровых работ и прокладки линейных сооружений.* Они, по-существу, взаимосвязаны (транспортировка буровых вышек и пр.) и их эффект в большинстве случаев аналогичен. В то же время устранение причин негативных изменений ландшафта требует максимально дифференцированного анализа антропогенных агентов и, следовательно, простых схем. Поэтому для характеристики техногенного воздействия в Приаралье мы предлагаем две самостоятельные схемы: "Техногенное воздействие. Буровые работы", и "Техногенное воздействие. Прокладка линейных сооружений".

Буровые работы.

Последствием многочисленных разведочных бурений на различные полезные ископаемые и на воду являются постоянно действующие скважины, самоизливающие воду. Вода накапливаются в понижениях рельефа с образованием озер [(1), 1) на схеме]. Наблюдается подтопление сопредельных территорий [(2а), 2а)]. В результате испарения вод с поверхности озер [(2б)] или повышения минерализации почвенных растворов на сопредельных с озерами территориях [(3)] происходит засоление почв, иногда вплоть до образования соровых солончаков [2б), 3)]. Аналогичный путь засоления почв был рассмотрен в схемах "Ирригация. Водозабор" и "Ирригация. Орошаемое земледелие". Отличительной чертой рассматриваемого варианта является то, что при бурении артезианских скважин подобные озера локализованы на территории пустынь, в предгорьях и на останцах, а при сбросе КДВ, как правило, используются депрессии рельефа, расположенные в дельтах. Вновь образованным солончакам соответствует галофитная растительность [(4), 4)].

Прямые воздействия на почвы и растительность.

Территория, где проводится бурение скважин, вместе с жилыми и складскими помещениями, сараями занимает несколько десятков гектар. После буровых работ эта площадь долгое время остается “мертвой”,или здесь формируются бедленды, так как при этом уничтожается растительный покров (в радиусе 50—70 м от места бурения —полностью) [<1>, 1>], разрушается верхний слой почвы [/1/, 1/].

Вторичные изменения.

Изреживание растительности как при непосредственном воздействии буровых работ, так и при ее галофитизации (слияние двух цепей причинно-следственных связей) ведет к обнажению поверхности почвы [^1^, 1^]. В дальнейшем это, равно как и прямое разрушение поверхностного слоя почвы, облегчает ее дефляцию, эрозию и формирование эолового типа пустынного рельефа и эродированных бедлендов [^2^, 2^].

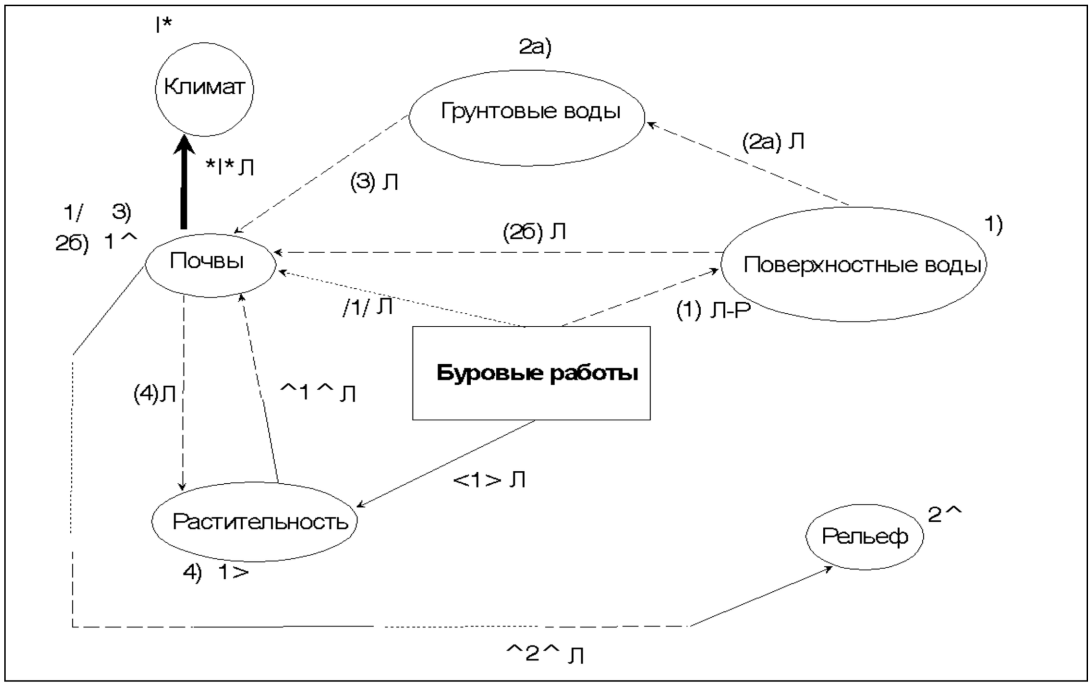
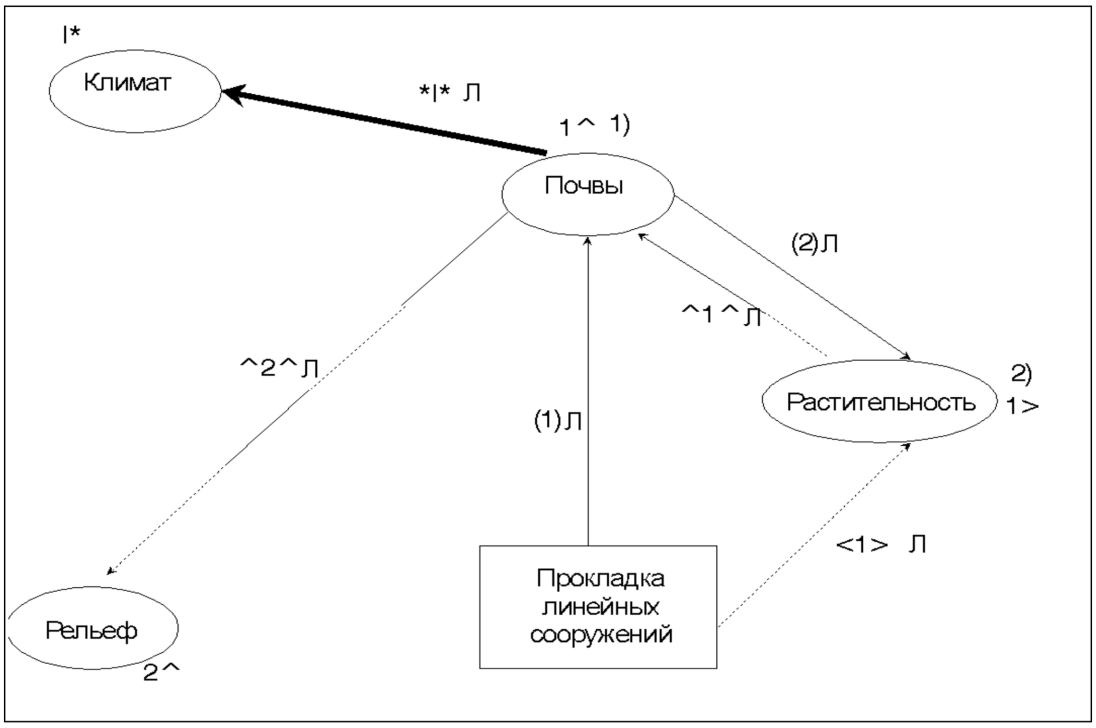


Рис. 7. Техногенное воздействие, буровые работы

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 7

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
– – – – – → **и обозначения в символах ( )**	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных бурением артезианских скважин**
(1) бурение артезианских скважин, выход вод на поверхность и стекание в депрессии рельефа	1) образование озер
(2а) подтопление сопредельных территорий	2а) повышение уровня и минерализации грунтовых вод
(2б) высыхание озер и разливов с переходом солей в твердую фазу	2б) засоление почв и образование соровых солончаков
(3) увеличение минерализации почвенных растворов	3) засоление почв
(4) ухудшение водно-физических свойств почв и эдафических условий	4) галофитизация растительности, снижение проективного покрытия
·····→ **и обозначения в символах / /**	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямыми воздействиями на почвенный покров**
/1/ уничтожение поверхностных горизонтов почв	1/ деградация почв, формирование бедлендов
——→ **и обозначения в символах < >**	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямыми воздействиями буровых работ на растительность**
<1> сведение растительности	1> снижение проективного покрытия
– – – – ——·····→ **и обозначения в символах ^ ^**	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ изреживание растительного покрова	1^ обнажение поверхности почв
^2^ дефляция и эрозия почв	2^ формирование эолового рельефа и эродированных бедлендов

Наблюдения в Кызылкумах показывают, что часто бурение скважин проводится на коротких расстояниях, вследствие чего деградация пустынных ландшафтов в этих районах сгущается и риск развития опустынивания природных комплексов на сравнительно больших территориях становится неизбежным (Опустынивание в Узбекистане..., 1988).



Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 8

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямыми воздействиями на почвенный покров**
(1) строительство дорог, каналов или беспорядочное движение автотранспорта	1) разрушение верхних горизонтов почв или дернины, деградация почв, формирование бедлендов
(2) ухудшение эдафических условий	2) снижение проективного покрытия
и обозначения в символах < >	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямыми воздействиями на растительность**
<1> строительство дорог, каналов или беспорядочное движение автотранспорта	1> прямое уничтожение или угнетение растительности
и обозначения в символах ^ ^	**Цепь причинно-следственных связей при вторично инициированных изменениях природных систем**
^1^ изреживание растительного покрова	1^ обнажение поверхности почв
^2^ дефляция и эрозия почв	4^ формирование эолового или эрозионного рельефа
и обозначения в символах * *	**Причинно-следственные связи, обусловливающие изменения климата**
I увеличение альбедо, высыхание поверхности	I* иссушение микроклимата, рост запыленности атмосферы

Прокладка линейных сооружений (дорог, каналов).

Дороги в Приаралье могут прокладываться как при беспорядочном движении автотранспорта, так и в результате планового дорожного строительства. Если первый вариант в принципе недопустим, так как губителен для пустынных экосистем, то второй приносит вред, если при строительстве пренебрегают рекомендациями экологов. В обоих случаях антропогенное воздействие направлено непосредственно на почву и растительность.

Из-за сложности прохождения автотранспорта в условиях пустынь водители прокладывают несколько дорог в одном направлении. При этом погибает травянистый покров, в большинстве случаев разбивается поверхность почвы (тем больше, чем легче ее гранулометрический состав). Ширина прокладываемых дорог может достигать нескольких километров.

Строительство дорог в пустынях Приаралья состоит в сооружении насыпей из “живой” поверхности и последующим их асфальтировании. При этом по обе стороны асфальтовой дороги на ширину до нескольких сотен метров уничтожается растительный и почвенный покров. Аналогичная картина наблюдается и при строительстве каналов.

В результате изреживания и ликвидации растительного покрова [<1>, 1>, (2), 2)] и обнажения поверхности почв [(1), 1), ^1^, 1^] растет опасность дефляции и эрозии [^2^, 2^]. Как правило, линейные сооружения окружены безжизненными пространствами, по-существу бедлендами, с глубокими дефляционными ямами и эрозионными бороздами. Такие же пространства остаются после беспорядочного движения автотранспорта.

Увеличение альбедо поверхности на территории, лишенной растительного покрова, нарушенной техногенным воздействием, до 40—50% (Быстрицкая, Осыпюк, 1975) вызывает иссушение мезоклимата , увеличивается опасность пыльных бурь так же, как это имеет место при неумеренном выпасе [*I*, I*].

СВЕДЕНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Уничтожение древесно-кустарниковой растительности на территории Приаралья связано, во-первых, с ее использованием в качестве топлива, во-вторых —с искоренением тугайных лесов при расширении пахотных земель, а в-третьих, происходит непреднамеренно при возникновении пожаров, участившихся в последнее время в результате несоблюдения людьми элементарных правил поведения в природе [(1)].

Рубка и выжигание древесно-кустарниковых тугаев приводит к исчезновению ассоциативных с ними видов травянистой растительности [1)]. Кроме того, некоторые виды травянистых растений (например, полынь) используются в качестве топлива и в заготовке грубых кормов. Обнажение поверхности почвы [(2), 2)] увеличивает опасность ее дефляции [(3), 3)], особенно в случае формирования на легких аллювиальных отложениях.

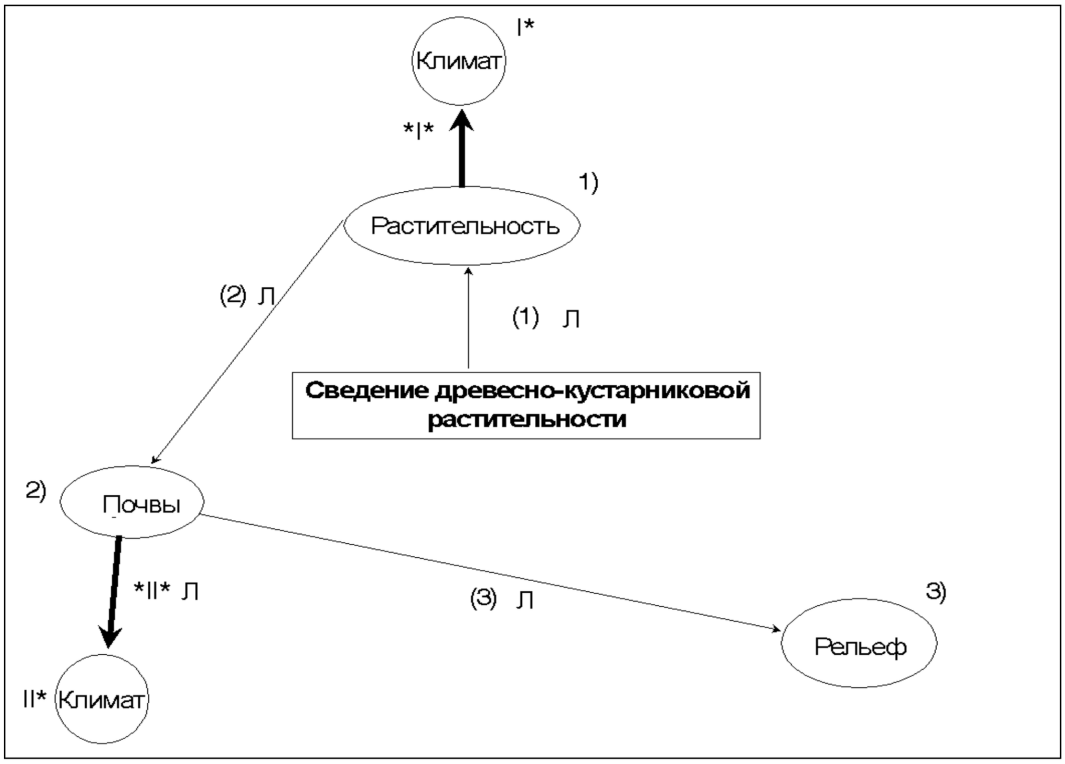


Рис.9 Сведение древесно-кустарниковой растительности.

Дополнительные условные обозначения к схеме на рисунке 9

Прямые и опосредованные воздействия	**Эффекты воздействий**
и обозначения в символах ( )	**Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сведением кустарниковой и древесной растительности**
(1) вырубки, пожары	1) уничтожение древесно-кустарникового яруса и ассоциативных видов травянистой растительности
(2) изреживание растительного покрова	2) обнажение поверхности почвы
(3) дефляция оголенных поверхностей почв	3) формирование эолового типа рельефа, бедлендов
и обозначения в символах * *	**Причинно-следственные связи, обусловливающие изменения климата**
I исчезновение верхнего яруса растительного покрова	I* увеличение скорости ветра
II увеличение альбедо поверхности, дефляция почв	II* аридизация микроклимата, рост запыленности приземного слоя атмосферы

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРИЧИН ОПУСТЫНИВАНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИ ОДНОРОДНЫХ ТИПАХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИАРАЛЬЯ.

Как показывает анализ особенностей действия причин опустынивания на каждом из генетически однородных типов территорий Приаралья, наиболее существенными причинами для всех выделенных типов территорий являются повышенный водозабор в верховьях, а также миграция русел основных водоисточников.

Однако, воздействие антропогенных агентов опустынивания и их следствий на природные системы Приаралья проявляется неравномерно.

Для *современных опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи* и *обсыхающего дна Аральского моря* к числу ведущих причин изменения природных комплексов можно отнести инициированные природные постгидроморфные аутоэволюционные изменения. Кроме того, значительный вклад в опустынивание вносят последствия орошаемого земледелия (забрасывание ирригационно освоенных территорий, фильтрация вод с орошаемых территорий), а также пастбищная перегрузка и сведение древесно-кустарниковой растительности. На обсохшем дне большую роль также начинают играть процессы, связанные с прокладкой автомобильных грунтовых дорог.

В условиях, складывающихся на *современных орошаемых массивах* Приаралья, определяющее опустынивающее воздействие оказывают последствия сброса коллекторно-дренажных вод непосредственно в реки в их верхних течениях. Фильтрацию вод из коллекторно-дренажных систем, последствия обводнения земель, сброс дренажных вод в бессточные впадины можно рассматривать как сопутствующие причины.

Если на территории современных дельт Амударьи и Сырдарьи ведущими причинами изменения природных комплексов являются в основном различные антропогенные агенты, связанные с ирригацией и первичными ее следствиями в цепи причинно-следственных связей (табл.1), то на территориях *современных пустынь*, окаймляющих дельты, главенствующее значение имеют такие агенты, как отгонное животноводство, техногенное воздействие, сведение древесной и кустарниковой растительности на топливо. Последствия ирригации проявляются здесь только в виде подтопленных участков по периферии сбросных коллекторов и озер.

Промежуточное положение в рассматриваемом плане занимают *древние опустыненные дельты* Приаралья (Сарыкамышская, Жанадарьинская и др.), для которых ведущими причинами опустынивания являются не первичные, а вторичные следствия изменения природных систем, вызванные как древней ирригацией, так и естественными геологическими процессами, приводящими к миграции крупных речных русел. А именно, к числу таких причин относятся природные процессы изменения компонентов природных комплексов (почв, растительности, рельефа), сопровождающие естественную (аутогенную) эволюцию ландшафтов в направлении достижения равновесия с аридным климатом.

Таблица 1. Распространение различных групп причин опустынивания по генетически однородным типам территорий Приаралья.

Генетически однородные типы территорий Приаралья	**Наиболее распространенные причины опустынивания (антропогенные агенты и природные процессы)**											
	Ирригация							**Отгонное животноводство**		**Техногенное воздействие**		**Сведение древесной и кустарниковой растительности**
	Водозабор			**Орошаемое земледелие**			**Обводнение**	Перегрузка пастбищ	Недогрузка пастбищ	Буровые работы	Прокладка линейных сооружений (дорог и каналов), беспорядочное движение автотранспорта	
	Забор воды в верховьях на орошение или антропогенная или естественная миграция русел основных водоисточников	Сброс КВД в реки в верхнем течении	Природные длительно производные инициированные эволюционные изменения	Фильтрация вод из КДС и с орошаемых территорий	Сброс КДВ в бессточные впадины	Забрасывание ирригационно освоенных территорий						
Современные опустынивающиеся дельты Амударьи и Сырдарьи	++++	+ -	+++	++	+	++	++	++	-	-	+	++
Обсыхающее дно Аральского моря	++++	+	++++	-	+	-	++	++	-	-	++	+
Современные орошаемые территории	++++	++++	+ -	+++	++	+ -	+++	-	-	-	-	+ -
Древние опустыненные дельты Амударьи и Сырдарьи	++++ (древние миграции) + - (современные миграции)	-	++++	++	++	+++	+	+++	-	+ -	++	++++
Современные пустыни, структурные столовые плато, цокольные равнины, подгорные наклонные равнины и низкогорья	-	-	-	+ -	+	-	+ -	++++	+	+ -	++	++++

- практически отсутствует и не имеет каких-либо серьезных последствий
+ - имеет весьма незначительные последствия и очень слабое распространение
+ имеет незначительные последствия и слабое распространение
++ имеет умеренные последствия и умеренное распространение
+++ имеет серьезные последствия и широкое распространение
++++ имеет очень серьезные последствия и весьма широкое распространение

В целом же, древние опустыненные дельты Приаралья испытывают на себе воздействие практически всего комплекса действующих в регионе агентов опустынивания: ирригации, отгонного животноводства, техногенного воздействия. Воздействие *ирригации* на этих территориях проявляется двумя путями. Во-первых, это — сброс дренажных вод по древним руслам в бессточные впадины рельефа, что вызывает подтопление и засоление прилегающих территорий. Это воздействие носит локальный характер и охватывает незначительные площади. Во-вторых, что гораздо более знаменательно, орошаемое земледелие в древности не только определяло развитие процессов трансформации почвенного покрова в гидроморфно-ирригационный период (до момента забрасывания земель), но и повлияло на ход эволюции постирригационных ландшафтов. Анализ многочисленных публикаций по проблемам эволюции почвенного покрова опустынивающихся дельт Приаралья (Андрианов и др., 1957; Виноградов и др., 1970; Попова, 1978; Хакимов и др. ,1986; Рафиков, Тетюхин,1981; Хакимов,1989; Глазовский,1987 и др.) показал, что в случае прекращения орошения и обводнения как орошавшиеся участки, так и прилегающие к ним неорошаемые территории испытывают сходные эволюционные изменения, в особенности на конечных этапах эволюционных ветвей от гидроморфных и полугидроморфных почв к зональным пустынным. С этой точки зрения древние ирригационные и дельтовые обводнявшиеся искусственным или естественным путем ландшафты принципиально не отличаются, и это позволило подвести единую базу под рассмотрение их постгидроморфной аутоэволюции в направлении климатогенного тренда развития.

В заключение данной главы следует отметить, что этап опустынивания природных систем, на котором ведущее значение приобретают упомянутые процессы, сопровождающие их постгидроморфную аутоэволюцию, наступает в том случае, когда исчерпаны внешние ресурсы, обеспечивающие устойчивость дельтовых и ирригационных систем, а также возможность их релаксации после кратковременных изменений. В Приаралье к такого рода ресурсам относится в первую очередь дополнительное количество воды извне, обеспечивающее режим периодического дополнительного увлажнения дельтовых и/или ирригационных систем. В этом случае равновесие смещается в сторону воздействия аридного климата, и наступает опустынивание.

Необходимо подчеркнуть, что на этом этапе опустынивания помимо тех антропогенных агентов и природных процессов опустынивания, которые связаны с ирригацией, получают возможность для реализации и другие антропогенные агенты, не имеющие широкого развития в гидроморфных природных комплексах, а именно — отгонное животноводство, техногенное воздействие, сведение древесно-кустарниковой растительности. Эти агенты, в свою очередь, включают новые цепи экологических трансформаций с характерными для них причинами изменения. Совокупное действие процессов естественной постгидроморфной эволюции ирригационных и дельтовых ландшафтов и трансформаций, вызванных новыми антропогенными агентами, обусловливают современное разнообразие природных комплексов древнедельтовых опустыненных равнин.

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИАРАЛЬЯ ПРИ ОПУСТЫНИВАНИИ.

Явление опустынивания многообразно. Как показал анализ, проведенный в предыдущей главе, многообразие причин опустынивания, действующих в сочетании на фоне исходно многообразных начальных условий, приводит к различным формам деградации земель, которые объединяются под общим термином “опустынивание”. Многообразие форм опустынивания обусловлено не только различными конечными результатами совокупного действия природных и антропогенных причин, но и еще более многочисленными промежуточными вариантами.

Именно такая ситуация характерна для современного состояния природных комплексов Приаралья, среди которых, как мы указывали выше, встречаются и современные пустыни, и участки древних опустыненных дельт, и участки современных опустынивающихся дельт с разными стадиями опустынивания природных комплексов.

Изучению направлений трансформации природных комплексов и их отдельных компонентов в Приаралье посвящено большое количество работ. Среди них встречаются как исследования узкоспециального характера (работы почвоведов, геоботаников, гидрологов, геоморфологов), так и исследования широкого, обобщающего плана (работы физгеографов, ландшафтоведов). Значительная часть этих работ посвящена как раз изучению промежуточных состояний трансформации природных комплексов и их отдельных компонентов в Приаралье, поскольку именно они служат индикаторами современного интенсивного опустынивания.

Вместе с тем, эти работы зачастую носят разрозненный характер, описывая трансформации экосистем или ландшафтов в разных местах Приаралья, и являются либо узкоспециальными, либо чересчур широкими. Как показывает их анализ, нам практически не удалось встретить ни одной работы, в которой бы проблема трансформации природных комплексов рассматривалась бы в комплексе, с отражением, с одной стороны, деталей эволюционных и/или экологических смен в отдельных компонентах трансформирующихся ландшафтов (почв, растительности, рельефа, поверхностных и грунтовых вод), а с другой стороны, с изучением сопряженности, согласованности этих смен, раскрывающих механизмы формирования природного комплекса в целом.

Иначе говоря, узкоспециализированные работы по изучению изменений почв, растительности и рельефа имеют недостаток в определенном абстрагировании от внутриландшафтных взаимосвязей (абстрагирование “снизу”) и позволяют оценить лишь отдельные стороны этих ландшафтных взаимосвязей. Физгеографические работы, напротив, абстрагируются от этих взаимосвязей “сверху”, сводя все изменения к проявлению неких обобщенных экзогенных процессов, не замечая того, что зачастую многообразие ландшафтов обязано всего-навсего разными скоростями и степенями изменения отдельных компонентов ландшафта, хотя они и изменяются в направлении одного ландшафтно-генетического ряда.

Таким образом, в познании явления опустынивания в Приаралье нарушается системность общей методологии изучения трансформаций природных комплексов. А именно, отсутствует связующее звено в познании цепи внутриландшафтных взаимосвязей между его отдельными изменяющимися компонентами, каждый из которых по-своему и далеко не одинаково реагирует на ту или иную причину опустынивания.

В данной работе мы попытались ликвидировать этот недостаток, используя описанный выше методологический подход разделения явления опустынивания на

отдельные “составляющие”, которые, тем не менее, тесно связаны между собой. В своем сложноорганизованном взаимодействии они составляют единое природное явление опустынивания, многообразно проявляющееся как в изменении собственных свойств отдельных компонентов трансформирующихся ландшафтов, так и в изменении их пространственных и временных границ.

Таким образом, перед нами стояло несколько последовательных задач:

1) обобщить проведенные ранее исследования по изучению изменений отдельных компонентов трансформирующихся ландшафтов и систематизировать их результаты путем генерализации их в единые динамические ряды;
2) на основе последовательной генерализации этих рядов разработать классификацию опустынивания в Приаралье и методы оценки степени опустынивания;
3) на основе сопряженного анализа динамических рядов, составленных для разных компонентов опустынивающихся природных комплексов, разработать подходы к определению скорости и глубины опустынивания.

Осуществление этих трех задач ставило целью, с одной стороны, показать особенности частных проявлений опустынивания в разных компонентах опустынивающихся ландшафтов, а с другой стороны, показать, как сопряженный анализ этих частных проявлений может быть реализован для характеристики опустынивания природных комплексов в целом через такие параметры этого явления как направление, скорость и глубина опустынивания.

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ (СЕРИИ) РАСТИТЕЛЬНОСТИ *.

Подходы к выделению динамических рядов растительности в Приаралье

Для понимания естественной динамики растительности Приаралья ключевым моментом является рассмотрение динамических рядов (серий) сообществ, сопровождающих эволюцию природно-территориальных комплексов разного таксономического ранга (Новикова, 1992). Приобретение ландшафтами черт прогрессирующей аридности происходит вследствие сокращения дополнительного увлажнения и при последовательном прохождении гидроморфной, полугидроморфной и автоморфной стадий. В растительном покрове это находит свое отражение в гидрогенной сукцессии и последовательной смене сообществ, включающих виды, относящиеся к разным гидроэкологическим группам: гидрофитов — мезофитов — мезоксерофитов — мезогалофитов или мезоксерогалофитов — ксерогалофитов — ксерофитов.** Как правило, инициальной стадией являются сообщества крупнотравных корневищных многолетников, затем они сменяются сообществами лугов и мезоксерофильных кустарниково-древесных тугаев. На следующей стадии доминантами становятся мезоксерофильные или мезогалофильные кустарники, которые сменяются затем эквифинальной стадией сообществ галоксерофильных деревьев и полукустарничков. Автоморфная стадия развития дельтовых равнин знаменуется появлением сообществ ксерофитов, ксерогалофитов или водорослевых такыров.

---

* Эта глава подготовлена при тесном содействии доктора Новиковой Н.М.

** Классификация растений по их отношению к условиям обводнения местообитаний (Варминг,1902; Шенников, 1964 и др.) : “мезофиты”— растения, нормально растущие в средних условиях увлажнения, “ксерофиты”—растущие обычно при ограниченном водоснабжении, “гидрофиты”— растения избыточно увлажненных почв, “гидатофиты”—водные растения

Помимо указанного выше процесса опустынивания гидроморфных ландшафтов, значительное место в рассматриваемом районе Приаралья занимают сукцессии растительности, сопровождающие эволюцию ландшафтов дельтовых равнин в автоморфных условиях, песчаных массивов, а также останцовых возвышенностей и плато. Все виды, участвующие в этих сукцессиях, относятся к гидроэкологической группе омброфитов*.

Ландшафты дельтовых равнин, эволюционировавшие в процессе опустынивания до автоморфной стадии глинистых такырных равнин, в ходе дальнейшей эволюции подвергаются опесчаниванию — надвиганию песков. Эта сукцессия получила название псаммогенной и в ней также выделяется несколько стадий: 1- (исходная) водорослево-лишайниковых такыров, 2 — инициальная — эфемерово-однолетнесолянковых группировок, 3 — сообществ галоксерофильных полукустарничков, 4 —галоксерофильных полукустарничков и кустарников, 5 — псаммофильных полукустарников и кустарников, 6 — эквифинальная — псаммофильных полночленных сообществ злаково-полукустарничково-кустарниково-древесных (Новикова, 1992).

Сукцессионные смены зарастания подвижных песков являются наиболее изученными. Условия влагообеспеченности растений в ходе сукцессии изменяются, но не они играют здесь ведущую роль. Эту сукцессию можно назвать литогенной, поскольку смены одного сообщества другим сопровождаются прогрессирующим накоплением частиц мелкозема. Он и является ведущим фактором, обусловливающим сукцессию. По мере закрепления песков растительностью принято выделять несколько этапов или стадий (Ресурсы биосферы пустынь...,1984): 1 — разнотравно-злаковая, 2 —бобовокустарничковая, 3 — древесно-кустарниковая, 4 — полукустарничковая, близкая к коренному, и 5 — эквифинальная или коренная, полукустарничково-злаково-мелкотравная, близкая к зональной.

Формирование ландшафтов пролювиально-делювиальных шлейфов, обрамляющих останцовые возвышенности, сопровождаются процессами разрушения, поверхностных отложений, их переотложением и вымыванием от солей. В растительном покрове это находит отражение в виде нескольких стадий: 1 — группировок однолетних солянок; 2 — сообществ галоксерофитных полукустарничков, кустарников и деревьев при неизменной принадлежности видов к гидроэкологической группе омброфитов.

Основной причиной рассматриваемых смен растительности принято считать экзогенные — внешние по отношению к фитоценозу. Это эдафические сукцессии, в процессе которых смены растительных сообществ обусловлены изменением почвообразующих процессов, водно-физических и химических свойств почв. Растения играют немаловажную роль в процессах трансформации природной среды, ускоряя или замедляя их протекание, способствую формированию “боковых ветвей” и конвергенций.

Растительность не является пассивным реагентом на условия внешней среды. Ее жизнедеятельность существенно преобразует экотоп, изменяя в первую очередь, микроклимат, водный режим и солевой состав почв, микро- и мезорельеф и ландшафт в целом. М.П.Петров (1933,1946), В.А.Дубянский (1928,1929) подчеркивали исключительную роль растительности в эволюции песчаных

---

* Классификация растений по признаку использования разных источников влаги И.Н.Бейдеман (1962) выделяет: “гидрофиты”—растения, использующие высоколежащие грунтовые воды в местах избыточного увлажнения; “фреатофиты”—растения, питающиеся влагой глубоко залегающих грунтовых вод; “трихогидрофиты”—растения, питающиеся за счет влаги капиллярной каймы и “омброфиты”—виды, использующие только влагу атмосферных осадков.

ландшафтов и преобразовании среды псаммофитами на примере возникновения фитогенных форм рельефа. Избирательный характер накопления веществ отдельными видами, и индивидуальность биогеохимических циклов разных типов растительных сообществ (Родин, 1961) оказывают существенное влияние на почвообразовательные процессы. Однако, следует согласиться и с Л.Е. Родиным (1961), и с Л.Я.Курочкиной (1978), в том, что природные сукцессии нельзя объяснить только одной причиной. Обычно возникает сочетание ряда факторов, обусловливающих одновременное переформирование литогенной основы, рельефа, почв, растительности. Чем медленнее происходят изменения факторов среды, внешних по отношению к фитоценозу, (чем ближе скорость развития процесса к собственному времени фитоценоза), тем выше роль растительности в преобразовании экотопов и ландшафтов. К примеру, в случае гидрогенных сукцессий на начальных, быстротекущих, этапах ведущую роль играют экзогенные эдафические процессы; а в псаммогенной сукцессии, при зарастании песков, наоборот, на начальных, более медленно текущих стадиях, растительность играет ведущую роль.

Помимо естественных процессов трансформации природной среды, в настоящее время в Приаралье широкое развитие получили “антропогенные”, как правило, вызывающие деградацию растительного покрова. Они обусловлены перенагрузкой ландшафтов при пастбищном использовании земель, транспортных нагрузках и др. Здесь также можно выделять динамические ряды или серии смен растительного покрова, но они имеют определенное отличие от описанных ранее. В.Б.Сочава (1979) предложил различать” серийные ряды” и “ряды трансформации”. К первым относятся спонтанные сообщества, сменяющие одно другое в процессе динамики вмещающей их геосистемы (описанные нами выше как природная эволюция ландшафтов); ко вторым — сообщества, формирующиеся при прямом воздействии человека на растительность и при восстановлении растительного покрова после этого воздействия. В настоящее время “серийные ряды” в понимании В.Б.Сочавы все чаще называются “рядами развития”.

Для ландшафтных единиц низшего таксономического ранга — фаций ряды трансформации принято называть “конассоциации” или “эпифации”. Эти два термина, введенные соответственно Б.А. Быковым (1983) и В.Б.Сочавой (1979), имеют одинаковый смысл и обозначают территориальную единицу, объединяющую сукцессионно связанные сообщества в пределах одного типа местообитания. Это позволяет выделять “коренные” ассоциации — “...развивающиеся при гармоническом сочетании жизненных факторов и полном использовании экологического потенциала территории” (Сочава, 1979), и условнокоренные и серийные. Характерные диагностические признаки коренных ассоциаций - отсутствие гипертрофического влияния какого-либо фактора среды и длительность существования. В отличие от коренного сообщества, “условно-” или “мнимо-” коренное представляет собой еще не вполне завершившийся возврат к коренному состоянию. Особо выделяются длительно производные сообщества. В некоторых случаях их производный характер очевиден, поскольку их существование поддерживается человеком. Например — луга на месте пойменных лесов и кустарников, поддерживаемые постоянным выпасом скота. Все сообщества, появляющиеся в процессе становления коренной ассоциации относятся к серийным.

Наши собственные изыскания, проведенные в Приаралье в разные годы, а также обобщение материалов, полученных другими авторами (Бахиев, 1985; Граве, 1936; Дробов, 1950; Майлун, 1960, 1973; Новикова, 1985; Пельт, 1951; Плисак, 1979, 1981; Родин 1963; Чалидзе, 1973, 1974), позволяют следующим образом описать основные

закономерности смен растительных сообществ в условиях естественной эволюции ландшафтов дельт рек аридных районов и в условиях природно-антропогенного опустынивания и представить их в виде обобщенных схем эколого-генетических (динамических) рядов (серий) и рядов трансформации.

Динамические ряды растительности ландшафтов дельтовых равнин

В аридных районах смены растительности ландшафтов дельтовых равнин относятся к наиболее быстротекущим.

Динамические процессы, обусловливающие смены растительных сообществ дельтовых ландшафтов происходят под влиянием совокупного действия многих факторов и относятся к разряду эндо-экогенетических сукцессий (Родин, 1961), в которых наряду с внешними факторами среды принимает существенное участие и средообразующая деятельность самих растений, в особенности —доминантов сообществ. Среди внешних факторов среды наибольшая роль принадлежит водному, поэтому сукцессии отнесены нами к гидрогенным. В ходе развития дельт наблюдается не только сокращение количества доступной растениям влаги, но и изменение ее режима, качества (возрастание минерализации, изменение химического состава), при изменении источника увлажнения. Первоначальное избыточное увлажнение пресными речными водами паводковых разливов при близко залегающих к поверхности грунтовых водах сменяется сезонным дефицитом влаги в летний период, так как увлажнение местообитаний при прекращении паводковых разливов обеспечивается только подземными водами, подпитываемыми и опресняемыми речной водой, фильтрующейся из русел, затем, когда речной сток в руслах прекращается, основным источником влаги остаются глубоко залегающие грунтовые воды, не связанные с рекой, и формируемая ими пленочно-капиллярная кайма, и, на последнем этапе, единственным источником остается влага атмосферных осадков, попадающая в почву. Однако, на отдельных этапах этого ряда возможны включения галосерий и псаммосерий.

В соответствии в представлениями географов (Масленникова, 1987), развитие опустынивающегося дельтового ландшафта не заканчивается на стадии формирования такырной равнины, а имеет продолжение в виде формирования песчаной бугристой или бугристо-грядовой равнины. Таким образом и в сукцессионном ряду мы указываем завершающей псаммосерию растительных сообществ. Она формируется вследствие накопления песчаного материала и обусловленного им изменения водно-физических и химических свойств экотопов.

Хорошая изученность динамики растительности дельт в настоящее время позволяет рассматривать эколого-генетические ряды, формирующиеся на основных элементах дельтового рельефа: прирусловых валах и межрусловых понижениях.

Смены растительности на прирусловых валах.

На начальных этапах формирования прирусловых валов создаются условия, благоприятные для развития тростниковых сообществ (Pragmites australis) с незначительным участием ивы и мезофильного разнотравья. Тростниковые заросли активно способствуют задержанию и накоплению приносимого речными водами твердого стока, что, в свою очередь, ведет к гипсометрическому росту прирусловых валов и изменению условий существования растений. Характерной чертой тугайных видов, как деревьев, так кустарников и трав, является способность выносить длительное паводковое затопление и значительную седиментацию. На прирусловых валах, достигших высоты 1.5 м, еще продолжается ежегодное накопление аллювиальных отложений тяжелого механического состава, грунтовые воды по-

прежнему близки к поверхности, но длительность паводкового заливания речными подами сокращается менее, чем до 90 дней. В этих условиях господство принадлежит ивовым тугаям из ив джунгарской и Вильямса (Salix songorica, Salix wilhelmsiana). Во втором ярусе в ивовых тугаях присутствуют гребенщики изящный и удлиненный (Tamarix gracilis, T. elongata), в третьем ярусе господствуют характерные тугайные виды тростник, вейник наземный (Calamagrostis epigeios), кендырь (Apocynum scabrum), вздутоплодник (Sphaerophysa salsula), клубнекамыш (Bolboschoenus maritimus) и др.

В дальнейшем, по мере роста прируслового вала и отложения все более грубого аллювия, сокращения заливания местообитаний менее, чем до 60 дней, ивовые тугаи сменяются в дельте Сырдарьи лоховыми из Elaeagnus angustifolia, а в дельте Амударьи — туранговыми из Populus ariana и P. pruinosa и лоховыми (Elaeagnus turcomanica).

Второй ярус образован кустарниками —чингилем (Halimodendron halodendron), гребенщиками (Tamarix ramosissima, T. elongata, T. hispida), дерезой русской, туркменской (Lycium ruthenicum, L. turcomanicum). В травяном ярусе господствуют многолетние корнеотпрысковые фреатофиты —верблюжья колючка обыкновенная (Alhagi pseudalhagi), солодка голая (Glycyrrhiza glabra), кермек ушколистный и Гмелина (Limonium otolepis, L. gmelini), акбаш (Karelinia caspica), а также фреатофитные злаки: вейники, вострец (Aneurolepidium multicaule), ячмень (Hordeum bogdanii).

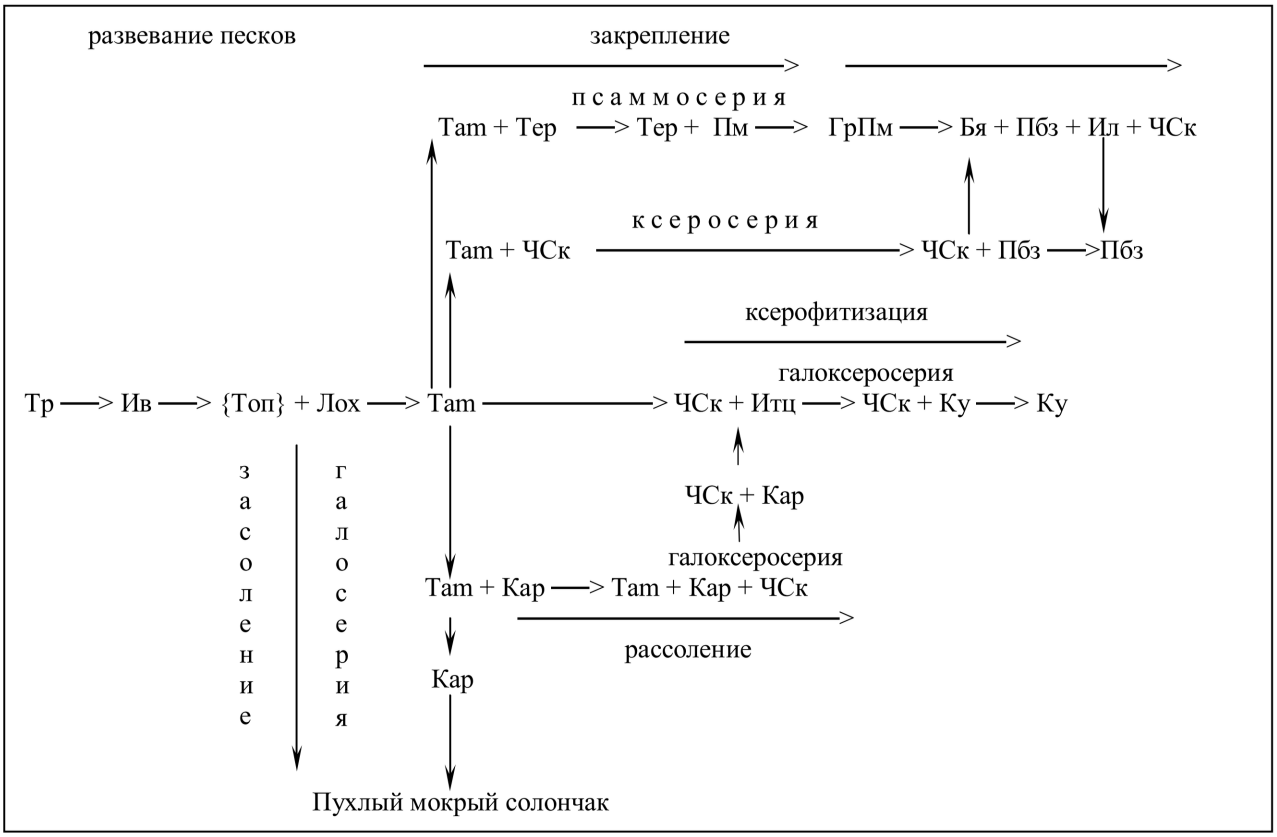


Рис. 10. Схема динамических смен растительности дельт на прирусловых валах.
А. Древесно-тугайный вариант.

Длительность существования древесных тугаев определяется продолжительностью сохранения русла в деятельном состоянии. За это время тугайные лесные сообщества проходят онтогенетическое развитие — ряд сингенетических смен — от пионерных

сообществ до сформированного мертвопокровного леса, увитого лианами. Эти смены можно считать эндогенетическими — происходящими под влиянием саморазвития сообществ. При этом леса неизбежно стареют, так как. продолжительность жизни эдификаторов — туранги и лоха —лишь 80-90 лет (Родин, 1961), и в сложившихся сообществах они сохраняются только благодаря способности к порослевому возобновлению, что ослабляет жизненность вида и всего сообщества в целом. (Семенное возобновление этих видов происходит только на свежем аллювии).

После прекращения деятельности русла начинается опустынивание тугаев. Скорость и характер изменений растительности зависят только от скорости углубления грунтовых вод.

При быстром опускании грунтовых вод прогрессирующего засоления местообитаний не происходит (Боровский, Погребинский, 1958), эволюция почвенного покрова идет в направлении отакыривания, а смены растительности — в направлении ксерофитизации. В растительных сообществах в первую очередь происходит угнетение и выпадение видов, не приспособленных к произрастанию при грунтовых водах, залегающих на глубине 4-5 м. и более. Широкое распространение на этом этапе получают кустарники. Доминантами и эдификаторами сообществ становятся гребенщики, имеющие широкую экологическую амплитуду (Tamarix ramosissima, T.elongata и др.). Наряду с гребенщиками в первый ярус входят чингиль, дереза русская и туркменская, внедряется трихогидрофит-псаммофит — терескен (Ceratoides eversmanniana).

Второй ярус образуют корнеотпрысковые фреатофиты — солевыносливый вид акбаш (Karelinia caspica), кермек, сорное растение горчак (Acroptilon picris), верблюжья колючка. В третьем ярусе господствует ажрек — Aeluropus litoralis.

По мере дальнейшего углубления опустынивания развитие растительности может идти в трех направлениях : ксерофитизации, галоксерофитизации и псаммофитизации, в зависимости от характера литологии верхних 1,5-2 м почв. Как считает Ф.Н.Чалидзе (1974), при преобладании в разрезе прослоев легкого механического состава ряд идет в направлении формирования сополынников, при наличии прослоев тяжелого механического состава формируются кейреуковые сообщества (Salsola orientalis), а в случае активного развития эоловых процессов на отложениях легкого механического состава формируются терескеновые сообщества, а затем образуются бугристые пески с пионерами псаммофитами, но их дальнейшее развитие приводит к формированию эквифинального сополынного сообщества.

По мере дальнейшего опустынивания и снижения грунтовых вод происходит увеличение их минерализации. На отложениях тяжелого механического состава в составе гребенщиковых сообществ появляются солевыносливый фреатофит черный саксаул, и галоксерофильный полукустарничек итцегек (Anabasis aphylla), а затем —формируется длительнопроизводное черносаксаулово-кейреуковое сообщество на такыровидных почвах. На отложениях более легкого механического состава формируется черносаксауловый сополынник, а затем чистый сополынник. Возможно последняя смена происходит не без помощи человека, выкорчевывающего саксаул для отопления жилья.

Условные обозначения и сокращенные названия растений, представленных в схемах динамических рядов

Ажр—Aeluropus litoralis (ажрек)
Со—однолетние галофиты (солянки)
Вк—Alhagi pseudalhagi (верблюжья колючка)
Итц—Anabasis aphylla (итцегек)
Бр—Anabasis salsa (биюргун)
Ар—Aristida karelinii (селин)
Пбз—Artemisia terrae-albae (полынь белоземельная)
Курч- Atraphaxis spinosa (курчавка)
Вй—Calamagrostis epigeios (вейник)
Ил—Carex physodes (илак)
Тер—Ceratoides papposa (терескен)
Лох—Elaeagnus turcomanica —(лох)—АД
E. orientalis —(лох)—СД
Сл —Glycyrriza glabra —(солодка)—АД
G. uralensis —(солодка)—СД
Рт—разнотравье
ЧСк —Haloxylon aphyllum (черный саксаул)
Кар—Halostachys caspica (карабарак)
Сз—Halocnemum strobilaceae (сарсазан)
БСк—Haloxylon persicum (белый саксаул)
Гигр - гигрофиты
Kal —Kalidium caspicum (поташник)
Дерз- Lycium ruthenicum, L. turcomanicum (дереза)
Нитр - Nitraria Shoeberi (селитрянка)
Тр—Phragmites australis (тростник)
Фкр—корнеотпрысковые фреатофиты (Glycyrriza glabra, Phragmites australis)
Pb —Poa bulbosa (мятлик)
Топ—Populus ariana (тополь)
ГрПм- пионерные псаммофиты (Aristida karelinii, Ammodendron konollyi)
Пм—псаммофиты
Бя—Salsola arbuscula (боялыч)
Солер-Salicornia europeae (солерос)
Кг—Salsola dendroides (карган)
Ив—Salix songorica, S. Wilhelmsiana (ива)
Ку—Salsola orientalis (кейурек)
Куст- кустарники (Calligonum sp., Salsola richteri)
Керм- Statica otolepis (кермек)
Tam —Tamarix sp. (тамарикс)
Td —Tortula desertorum (пустынный мох)
Рз—Typha sp. (рогоз)
Кл – колосняк
Оп – Carex physodes (песчаная осока)
Рт - разнотравье

------ на легких отложениях
АД—только в дельте Аму-Дарьи
СД—только в дельте Сыр-Дарьи
[ ] —встречается в дельте Сыр-Дарьи
{ } —не встречается в дельте Сыр-Дарьи

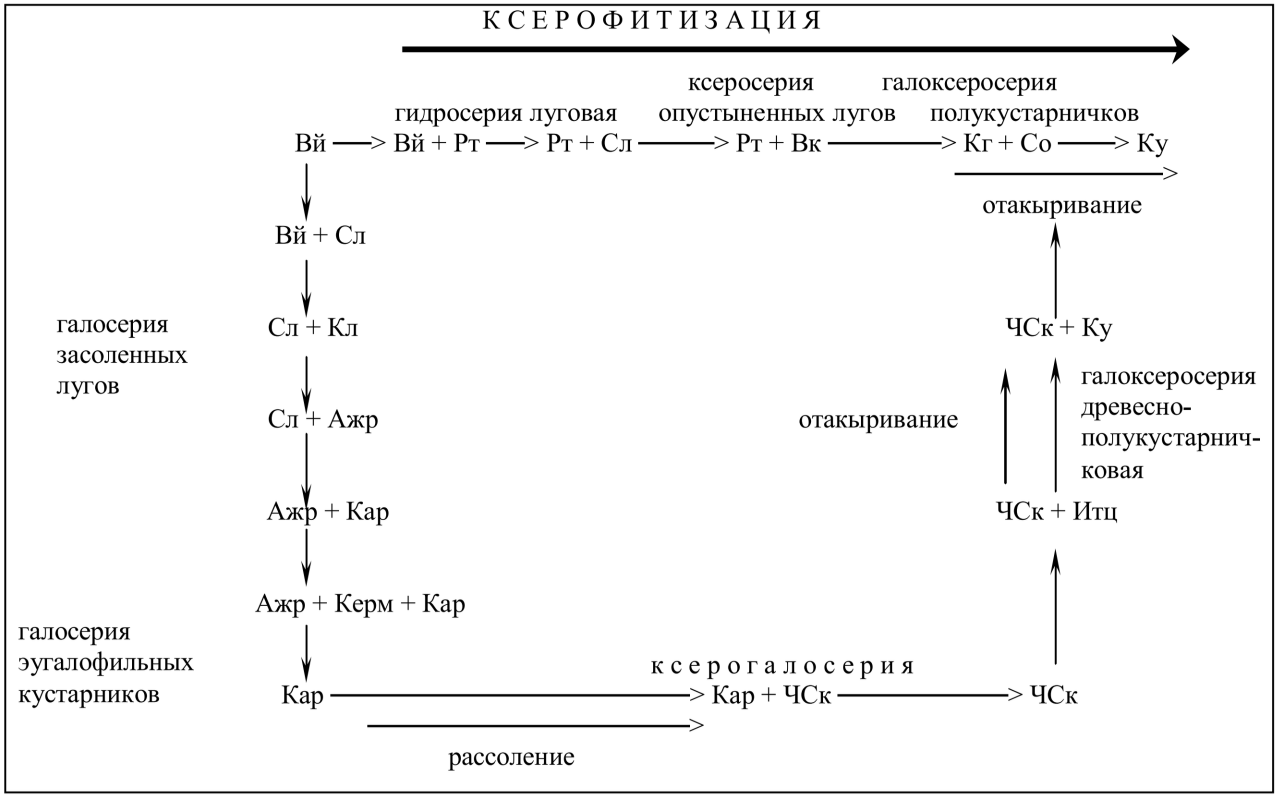


Рис.11. Схема динамических смен растительности дельт на прирусловых валах
Б. Вариант луговой.

Раскорчевка саксаула способствует развитию эоловой дефляции и формированию черносаксаульников с участием псаммофитов, к примеру широко распространенного сообщества илаково (Carex physodes) —сероползнно-боялычевого (Salix arbuscula) с участием черного саксаула.

В случае медленного опускания грунтовых вод широкое развитие в почвах получают процессы соленакопления, и в описанном выше порядке смен сообществ появляется галосерия. Соленакопление в древесных тугаях приводит к формированию сообществ, в которых господство принадлежит карабараку (Halostachys caspica). В случае прогрессирующего соленакопления при близком залегании подземных вод карабарачники сменяются злостными солончаками, лишенными высшей растительности. Существование их занимает длительный отрезок времени и только после опускания подземных вод начинается рассоление и отакыривание, которое отмечается сообществами солянки древовидной — каргана (Salsola dendroides) и затем итцегека и черного саксаула на такыровидных почвах.

Такырная стадия, с характерным водорослевым такыром в этом ряду развития отсутствует, а дальнейшее развитие сукцессии связано с надвиганием песков на такыровидные поверхности. Этот процесс характерен для Жанадарьинской равнины и описан М.Т. Илюшиной (1970) и У.Туремуратовым (1979). Такыровидная поверхность при постепенном занесении песком превращается в слабоволнистую песчаную равнину, покрытую растительностью с господством умеренных псаммофитов, главным образом, черкеза (Salsola richteri), илака (пустынной осоки — Carex physodes), белого саксаула (Haloxylon aphyllum) и различных полыней. Здесь же присутствуют виды, обитающие на суглинистых и щебнистых субстратах — боялыч, кейреук..

Разрушение такырной корки под песчаным наносом, накопление гумуса в верхнем горизонте способствует повышению плодородия почв, поэтому

продуктивность этого сообщества заметно выше, чем предыдущего и достигает 3 ц/га (Туремуратов,1979), видовой состав более насыщенный, проективное покрытие выше.

Смены растительности в межрусловых понижениях.

Межрусловые понижения сложены озерно-речными отложениями, в которых преобладают прослои тяжелого механического состава. Прекращение паводков и обсыхание понижений ведет к опустыниванию: быстрому углублению грунтовых вод и резкой смене гидрофитных сообществ группировками омброфитов.

Как правило, в живой части дельты в межрусловых понижениях располагаются рогозово-тростниковые плавни, большую часть года залитые водой. При уменьшении длительности паводкового затопления площадь водной поверхности быстро сокращается и на окраине развиваются тростниковые сообщества на лугово-болотных почвах. С прекращением обводнения происходит катастрофически быстрое заглубление грунтовых вод и тростниковые сообщества погибают. На их месте остаются отмершие купаки тростника, перекрытые маломощной сцементированной глинистой корочкой, препятствующей заселению этих местообитаний другими растениями. Со временем — на 5-8 год, среди танатоценозов тростника появляются единично или куртинами эфемеры, чаще всего крестовник зубчатый (Senecio subdentatus), однолетние солянки (Salsola foliosa, S. paulsenii), каперцы (Capparis decidua) и древовидная солянка — карган.

При дальнейшем опустынивании на отложениях, сложенных легкими грунтами, формируются черносаксаульники, сменяющиеся затем кейреучниками. Строение корней черного саксаула и кейреука свидетельствует о водном питании этих растений в значительной степени за счет пленочных растворов, восходящих с поверхности грунтовых вод, залегающих на глубине 6-10 (12) м. В.Л.Леонтьев (1954) отмечал, что черносаксауловые заросли за редким исключением связаны с близкими грунтовыми водами (не глубже 10-12 м), а наиболее сомкнутые хорошо развиваются обычно при более близких грунтовых водах (2-7 м). В этих условиях саксаул продолжает существовать и возобновляться поколение за поколением, пока уровень грунтовых вод не понижается настолько, что корни появляющихся всходов не успевают достичь увлажненного горизонта почвы до полного иссушения верхних слоев. В этом случае ежегодно появляющиеся всходы гибнут и очень редко, раз в 8-11 лет, когда зимой и весной выпадают обильные осадки, они успевают укорениться, достигнув грунтовых вод быстрее, чем высохнет поверхность почвы. При полном отрыве пленочно-капиллярной каймы наступает гибель черного саксаула и оголенная поверхность завоевывается представителями низших растений — водорослями — т.е. формируется водорослевый такыр.

Черносаксаульники, сформировавшиеся в обсохших руслах и поймах, нередко погибают при прорыве паводковых вод, или вод коллекторно-дренажного стока, так как саксаул не выдерживает затопления.

На отложениях тяжелого механического состава происходит внедрение итцегечников, а затем появляются черносаксаульники, которые сменяются биюргунниками. Появление итцегека в сообществе способствует повышению солонцеватости (подщелачиванию) почвы и ускорению отакыривания, поскольку опад итцегека содержит 14,06% солей высокой щелочности. По мнению Момотова (1960) это также препятствует возобновлению тугайного корнеотпрыскового фреатофитного разнотравья (верблюжьей колючки, солодки) и тем определяет бедность итцегековых сообществ.

Обсыхание межрусловых понижений сопровождается образованием суффозионных просадок, так называемых “окпанов”. Их размеры достигают 5-10 м в диаметре и 3-7 м в глубину. На дне понижений накапливается влага, позволяющая укорениться и длительное время существовать черному саксаулу и некоторым видам тугайного крупнотравья. Такие ландшафты в настоящее время существуют в древней дельте Дарьялыка. Близко расположенные отверстия сливаются, увеличиваются в размерах и за счет водной эрозии, легко размывающей не защищенную растительностью глинистую поверхность, и превращают территорию в бедленды.

Дальнейшее возрастание солонцеватости (подщелачивания) почв создает условия для появления в итцегековых сообществах биюргуна (Anabasis salsa), который в свою очередь, вовлекая в биологический круговорот большое количество щелочных солей, выносит их на поверхность и способствует дальнейшему развитию процесса отакыривания (Боровский, Погребинский, 1958).

Такыры представляют собой образования, находящиеся на крайнем крыле остаточно гидроморфных экосистем. По мнению Н.И.Базилевич (1984), они замыкают сукцессионную смену растительных сообществ, включающих стадию древесных тугаев, что соответствует эколого-генетическому ряду, формирующемуся на прирусловом валу. В то же время в работах В.М.Боровского (1985) и Ф.Н.Чалидзе (1973,1974) указывается, что такыры завершают ряды смен растительности обширных межрусловых понижений и повышений.

Следует отметить что именно на стадии такыров из состава растительных сообществ выпадают последние фреатофиты и трихогидрофиты (саксаул черный и итцегек).

Роль биоты на такырах крайне сужается. Практически лишенная высших растений (на такырах лишь ранней весной могут появляться редкие эфемеры, жизненный цикл которых весьма кратковременен), растрескавшаяся на многоугольники поверхность такыров покрыта лишь тонкой пленкой синезеленых водорослей, периодически вегетирующих лишь после таяния снега или выпадения осадков.

Посттакырная стадия развития дельтовых ландшафтов характеризуется зарастанием такыров омброфитами — сначала сухими солянками, а затем — формированием зональных экосистем белоземельнополынников (Artemisia terrae-albae) на серо-бурых почвах. Таким образом, эта серия представлена следующим рядом сообществ: водорослевый такыр — водорослево-эфемеровый такыр — однолетнесолянково-эфемеровый такыр — сообщества биюргуна — сообщества белоземельной полыни (Artemisia terrae-albae) при участии биюргуна — боялычево-полынные сообщества. М.П.Петров (1946) описал развитие этого процесса как опесчанивание в следующей последовательности: такыр водорослевый — шелушение водорослевой пленки — надувание ветром песчаной присыпки — поселение эфемеров — нарастание мощности песчаного плаща — внедрение эфемероидов — изменение почвы первоначального такыра — внедрение полукустарничков — формирование полукустарничковых сообществ с эфемерами и эфемероидами на песчаных примитивных серо-бурых почвах.

Динамический ряд на межрусловых повышениях.

Межрусловые повышения — верхние участки склонов прирусловых валов, спускающихся к межрусловым понижениям. Начальным звеном сукцессии этого ряда, как и во всех прочих, являются тростниковые заросли, испытывающие недостаток увлажнения вследствие своего бордюрного положения по отношению к

днищам межрусловых понижений, занятых плавнями. Близкое залегание грунтовых вод и недостаточность поверхностного увлажнения создают условия засоления почв уже на стадии тростниковых сообществ. Его индикатором является участие в тростниковых сообществах солероса и других сочных солянок и галофильных видов. При заглублении грунтовых вод до 2 м и отсутствии поверхностного увлажнения накопление солей в почве способствует смене тростников сообществами галофильных кустарников (Tamarix hispida, Halostachys caspica и др.). Следующее звено в этом ряду ксерогалофитизации представлено сообществами черного саксаула, которые затем замещаются сообществами полыней. На отложениях тяжелого механического состава процесс рассоления идет более медленно. Вместо черного саксаула здесь поселяется биюргун и заключительным звеном ряда являются также полынники, формирующиеся после длительной стадии существования такыра.

На песчаных отложениях этот процесс развивается иначе: после окончания рассоления, протекающего при участии итцегека, внедряется терескен, индицирующий начало развития псаммофитной серии сообществ.

Локальные нарушения на такырных равнинах.

Естественный ход развития такыров может быть нарушен вмешательством человека на локальных участках. Самоизливающиеся артезианские скважины могут инициировать развитие солончакового процесса и способствовать формированию солончаковых такыров и солончаков, занимающих в настоящее время в Северных Кызылкумах значительные площади. Часто они образуются по окраине прискважинных озер, или на их дне после обсыхания. Сукцессионный ряд, описанный М.Т.Илюшиной (1970) начинается с мокрого солончака без растительности, занимающего побережье водоема или центральную часть понижения, затем его сменяет пояс однолетних сочных солянок, следом идет пухлый солончак с сарсазанником (Halocnemum strobilacea) и затем — солончаковый такыр с карабараком и поташниками. В пределах солончака грунтовые воды соленые, находятся на глубине 5-15 метров.

Восстановительные смены постирригационных ландшафтов.

Ирригационные ландшафты, как правило, формируются в долинах и дельтах рек аридной зоны. По своей структуре они близки ландшафтам дельтовых равнин (Чалидзе, 1985), а эволюция их постирригационного этапа также аналогична дельтовым и проходит через гидроморфную, полугидроморфную и автоморфную стадии. Им соответствуют определенные динамические состояния ландшафта и процессы, формирующие серийные ряды растительных сообществ. Масленникова И.Н. (1987) предлагает выделять 4 постирригационных стадии:

1) переложно-залежную —с характерным процессом ксерофитизации;
2) опустынивания — с такырообразованием в пониженных частях рельефа и развеванием легких отложений на приканальных участках;
3) опустыненных равнин — с характерным процессом опесчанивания такыров;
4) собственно пустынных песчаных равнин, достигших динамической стабилизации с условиями среды.

В растительном покрове после использования лугово-тугайных почв в земледелии демутационный процесс идет сначала либо через галосерию с гребенщиковыми, поташниково-карабараковыми, а затем каргановыми сообществами , либо через ксеро-галосерию с янтачниками, затем ульдручниками —

к такырам. Пархоменко (1949, по цитированию Родина,1961) подтверждает, что такыры, возникшие на месте земель древнего орошения, не являются конечной стадией развития и неизбежно подвергаются развеванию. Завершающим звеном в растительном покрове, таким образом, являются сообщества кустарников и полукустарничков, представленные в Приаралье, в частности на Акчадарьинской дельте, боялычниками, кейреучниками (белоземельно-боялычевая асс., эбелеково-кейреуковая асс., и др.(Туремуратов, 1978).

Динамика растительности песчаных пустынь.

Основой сукцессий растительности песков, как отмечает Курочкина и др.(1984), является дефляция и аккумуляция, изменяющие экологические условия экотопа. Набор конкретных сообществ и направленность смен определяется сочетанием многих факторов: генетическим типом песка, зональным положением массива, степенью ветровой эрозии, коренной растительностью и положением ее в рельефе.

Напомним наиболее типичные экологические условиях основных элементов рельефа песков: на сравнительно мощных песчаных наносах закрепленных песков вершины и верхние части гряд и бугров содержат хорошо перевеянный песок, преобладают частицы размером 0,25-0,05. Они составляют 60- 90% от состава всех фракций (Никитин и Песков, 1936; Федорович, 1940; Буцков, Насыров, 1961). Глинистых частиц (<0,01 мм) не более 1,5-3%. Воднорастворимых солей в слое до 1,5 м ничтожное количество.

По склонам гряд и бугров песок более уплотнен. Здесь формируются рыхлопесчаные пустынные почвы. Поверхность песка на склонах устойчивее, чем на вершинах. В связи с меньшей подвижностью возрастает количество глинистых и пылеватых частиц (3-13%). Количество гумуса достигает 0,5%. Рыхлопесчаные пустынные почвы представляют начальную стадию почвообразования.

В понижениях формируются еще более уплотненные песчаные почвы, менее развеваемые. Атмосферные осадки и ветер сносят с вершин и склонов пылеватые частицы. Их содержание в верхнем горизонте возрастает до 24%. Содержание гумуса в верхней корочке достигает 0,5-1%, резко уменьшаясь к низу. Воднорастворимых солей, хлоридов и сульфатов очень мало, преобладают карбонаты, способствующие цементации корочки. Водный режим этих местообитаний хуже, чем вершин и склонов, а температура поверхности и приземного слоя воздуха выше на 2-4 градуса. В понижениях нередко встречаются те же фитоценозы, что и на равнине, что позволило Е.П.Коровину (1961) высказать предположение о возможности превращения пылевато-песчаных и супесчаных пустынных почв в зональные серо-бурые.

Различаются по условиям среды и склоны эоловых форм рельефа, имеющие разную экспозицию. Так по данным Т.И.Дыбской (1962) днем на поверхности юго-восточного склона бархана температура на 10-13 градусов выше, чем на северо-западном. Отличаются и другие параметры среды, отчего существует разница в сроках наступления фенофаз отдельных растений и состав коренных сообществ может также отличаться.

Для ландшафтов песков Л.И.Курочкиной предложена обобщенная схема, отражающая основные этапы сукцессионного ряда опустынивания: коренной, полукустарничково-злаковомелкотравный, близкий к коренному; полукустарничковый, близкий к коренному; древесно-кустарниковый; бобовокустарниковый, разнотравно-злаковый.

В ландшафтах песчаной пустыни Приаралья на большей части территории псаммосерия представлена рядом сообществ, отражающих последовательность их

смен при зарастании или разбивании (Курочкина,1961, 1978): Haloxylon persicum — Salsola arbuscula — Mausolea eriocarpa — Salsola richteri — Carex physodes — Ammodendron conollyi — Aristida pennata — Aristida karelinii.

Ряды трансформации.

Приколодезный скотосбой.

Локальные изменения растительности песков связаны с приколодезным скотосбоем. Любой колодец в пустыне, используемый для водопоя скота, окружен несколькими полосами существенно различных сообществ, в разной степени испытывающих влияние животных. Эти полосы окружают колодцы кольцами и соответствуют определенной стадии пастбищной дигрессии, и определенной стадии смен растительного покрова.

Центральная часть, окружающая колодец лишена растительности и покрыта навозом. Здесь можно встретить в единственном экземпляре Peganum harmala, Horaninovia ulicina, Corispermum lechmannianum, Salsola sclerantha, S. turcomanica, S. hispidula. Не только растительность, но и все прочие условия среды изменены настолько, что даже после длительного прекращения использования колодца растительность никогда не восстанавливается в таком виде, какой она имела прежде.

Барханное кольцо, окружающее приколодезное “тырло”, возвышается на 2-3 м. Растительность здесь также отсутствует, но можно встретить единичные экземпляры пионеров-псаммофитов: Stipagrostis karelinii, Ammodendron conollyi и др.

Затем идет кольцо подвижных мелкобугристых песков с более густым, но неустойчивым растительным покровом с Ariatida karelinii, A. pennata, Astragalus hivensis, Dorema sabulosum, Eremosparton flaccidum и др. Кольцо нарушенной коренной ассоциации илакового белосаксаульника, представленное крупнотравнокустарниковым многоярусным сообществом. Господствуют Haloxylon persicum, Salsola richteri, Calligonum eriopodum. Илак (Carex physodes) сильно стравлен и не образует дернины. Переход к коренной ассоциации постепенный.

При отсутствии выпаса в районах лишенных водопоев, наблюдается особая форма опустынивания — “замоховение”. Такие участки имеются в Приаралье к северо-востоку от возвышенности Бельтау, на границе Каракалпакии и Казахстана. Процесс связан с накоплением растениями мелкозема, способствующего расселению пустынного мха Tortula desertorum, некоторых лишайников —Placodium fomini, Psora decipiens, Collema sp. и водорослей, которые ухудшают условия существования не только травянистых видов, но и полукустарников. В результате наблюдается смена илаковый белосаксаульник —моховый белосаксаульник. В последнем сообществе сильно обеднен видовой состав трав и кустарников.

Ряды трансформации вокруг артезианских озер.

С 1958 года в Северных Кызылкумах пробурено большое количество (более 100) артезианских скважин с дебитом 7-25(40) л/сек. для водопоя скота и обводнения безводных пастбищных массивов и микрооазисов, в которых выращивают кормовые растения и саженцы. Скважины действуют круглогодично и оказывают заметное влияние на прилегающие территории. Часто вокруг них создаются водоемы и формируются массивы растительности тугайного облика. Видовой состав этих сообществ включает как аборигенные — псаммофильные виды, а также и типичные тугайные, в том числе древесные. У.Туремуратовым (1978) во флоре сообществ прискважинных водоемов в Приаральских Кызылкумах учтено 83 тугайных вида и отмечается положительная роль обводнения песков.

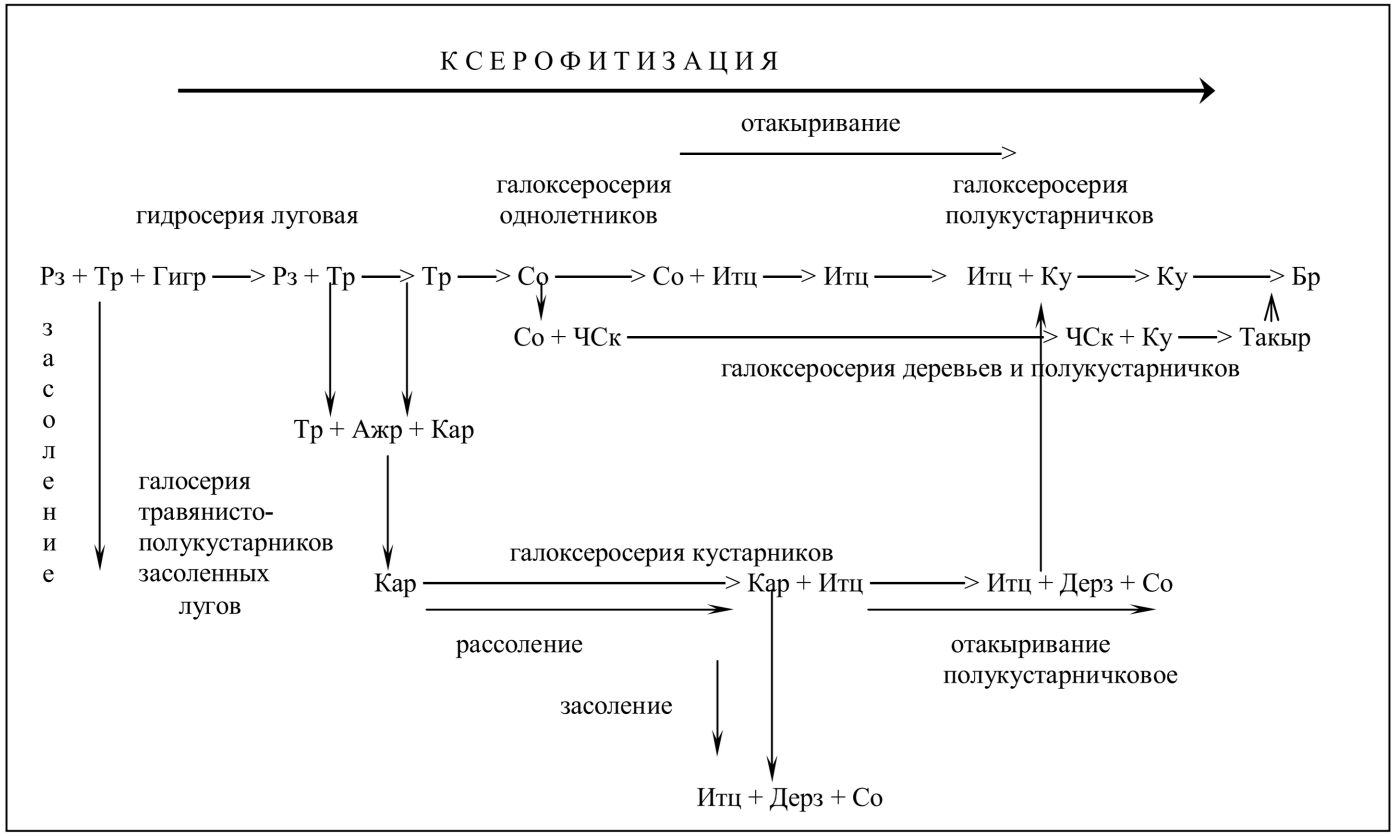


Рис.12. Схема динамических смен растительности дельт в межрусловых понижениях.

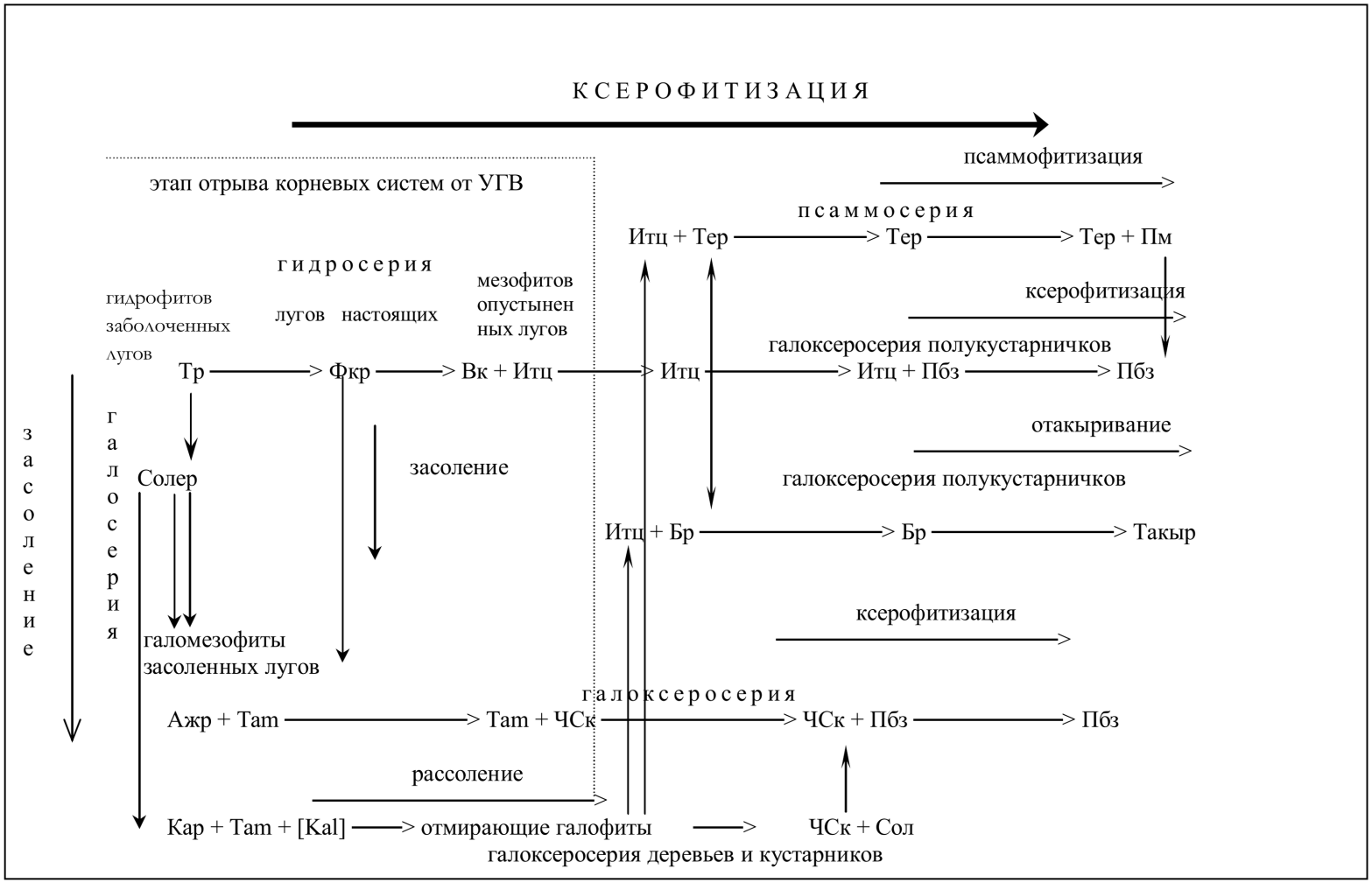


Рис.13. Схема динамических рядов растительности дельт на склонах прирусловых валов

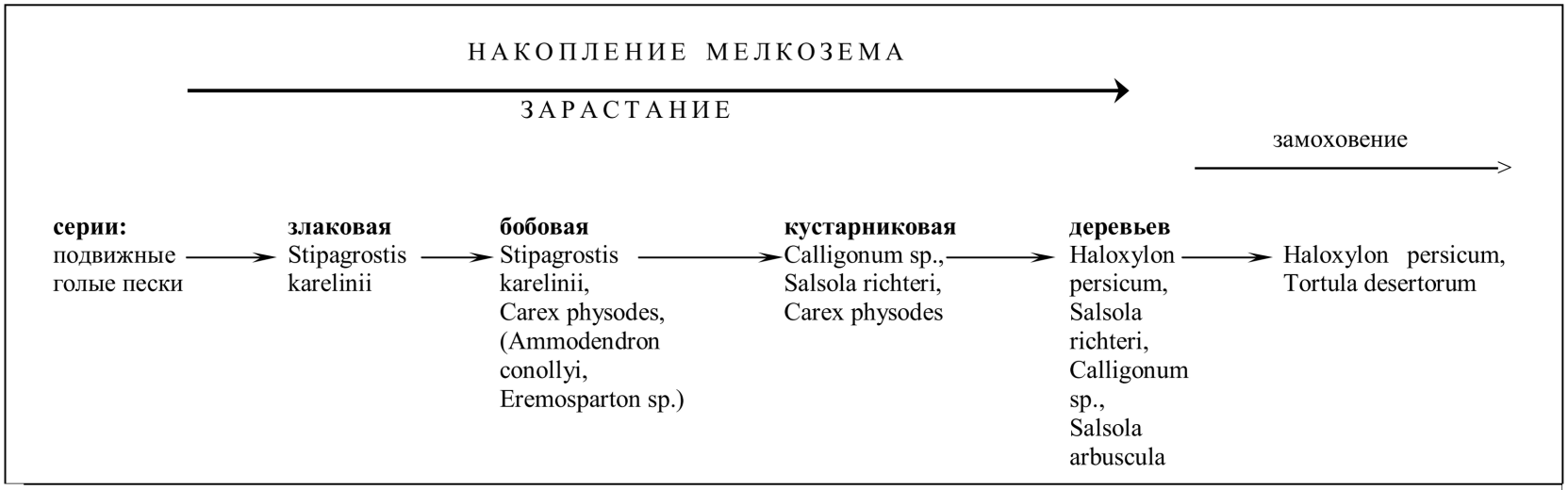


Рис.14. Схема динамического ряда зарастания песков.

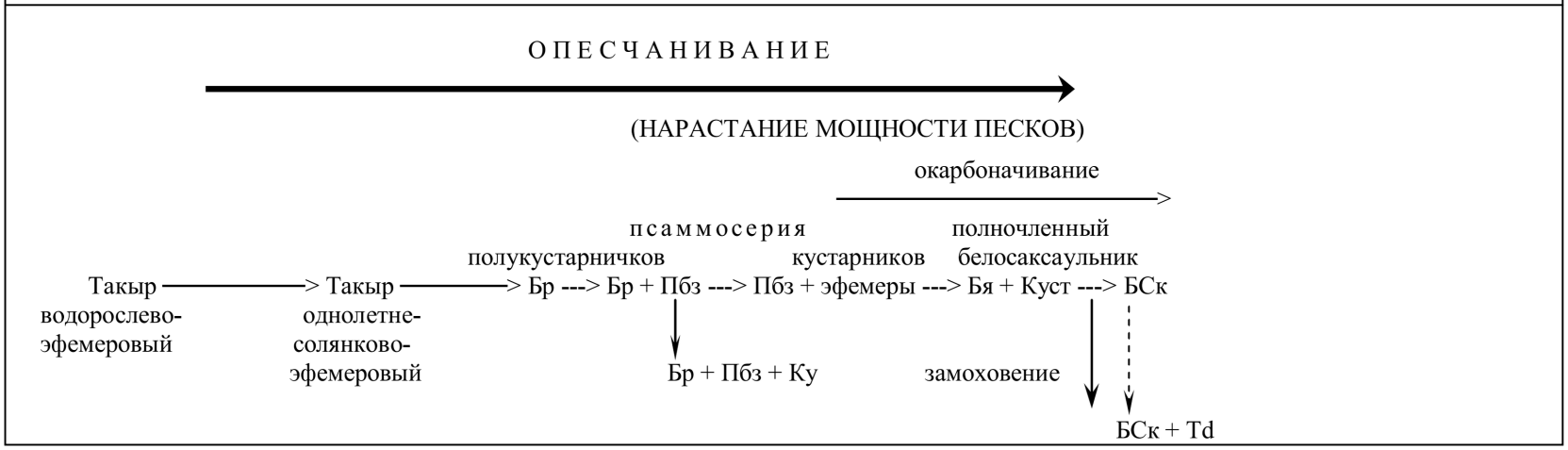


Рис.15. Схема динамических рядов опесчанивания и замоховения

Динамика растительности на останцовых возвышенностях и плато.

Растительный покров останцовых возвышенностей и плато является наиболее устойчивым в Приаралье. Наиболее динамичные процессы развиваются по их склонам на пролювиальных шлейфах. Слагающие их отложения, как правило, засолены и длительное время лишены растительности. По мере вымывания солей на них поселяются однолетние солянки, затем процесс переходит в такырную стадию и они зарастают разреженными и обедненными по видовому составу сообществами итцегека, а затем, после опесчанивания, внедряются полыни и, вероятно, развитие идет к формированию зональных серополынных сообществ. Процессы, протекающие на останцовых возвышенностях, практически не оказывают заметного влияния на окружающие равнины. Изредка на останцах в кустарных карьерах добываются стройматериалы. На дне заброшенных карьеров возникают заросли сорняков: итцегека, гармалы, создающих условия для формирования демутационных проценозов.

Динамика растительности обсохшего дна моря.

Обсохшее дно Аральского моря не однородно в ландшафтном отношении. Здесь следует различать несколько эколого-генетических рядов, характерных для ландшафтов: береговых валов 1960 -х годов; обсохших днищ морских заливов; авандельт Амударьи и Сырдарьи, вышедших из-под воды в 1960-80-х годах; на отмелом и на приглубом (Устюртском) берегах; в Акпеткинском архипелаге.

На формирование растительности в каждом из ландшафтов оказывает воздействие ряд одновременно действующих факторов (Комплексная характеристика ...,1990): биотические, климатические, остаточно-морские, современные экзогенные (эоловые и эдафические). Сукцессии будут протекать как экзо-эндогенетические, в которых растительности принадлежит важная средообразующая роль.

В настоящее время ни в одном из ландшафтов пока нет ни устойчивых, ни сложившихся сообществ, которые могли бы быть отнесены к категории эдафических климаксных. Все образования являются проценозами и выстроить прогнозные экологогенетические ряды пока затруднительно.

Береговые валы 1960-х годов представлены пляжем и валообразной дюной. Они сложены преимущественно отложениями легкого механического состава, незасоленными (0,5%) и в настоящее время подвержены активной эоловой переработке. Произраставшая здесь растительность тугайного или лугового типа с доминированием фреатофитов или гидрофитов замещается ксерофильными псаммофитами-однолетниками. Можно предположить, что в отсутствии засоления здесь со временем сформируются зональные сообщества псаммофитов-омброфитов, сложенные деревьями и кустарниками.

Авандельты Амударьи и Сырдарьи сложены морскими отложениями, имеющими комплексный характер — легкого и тяжелого механического состава. Межрусловые пространства в настоящее время представляют такыровидные равнины, занятые однолетними солянками и куртинами отмерших гребенщиков. Растительный покров несомкнут, но во влажные годы нами отмечалось образование одновидовых сомкнутых зарослей солянки Паульсена.

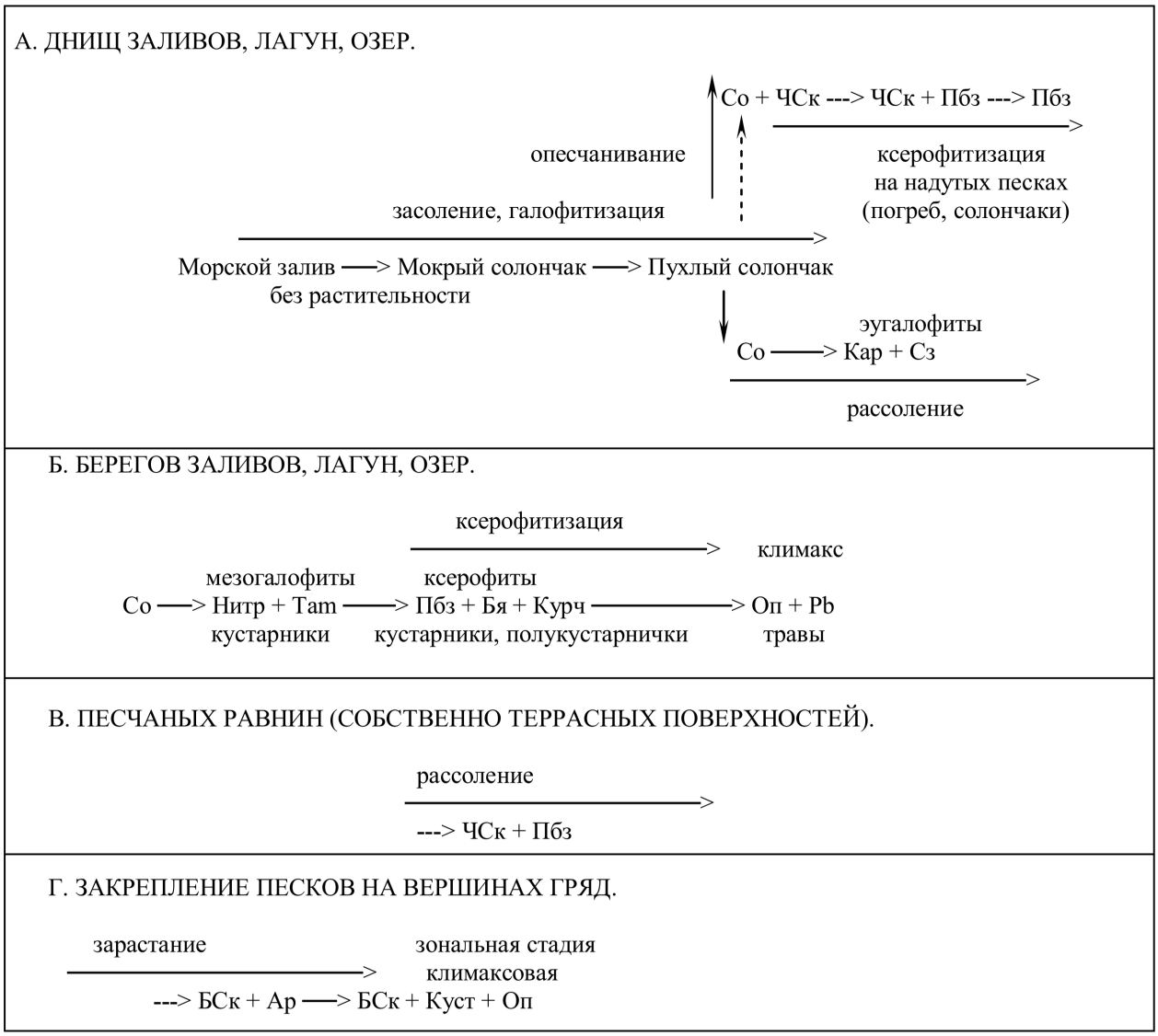


Рис.16. Схема динамического ряда эволюции растительности морских террас.

Однако, большая часть территории лишена какой-бы то ни было растительности. В отмерших руслах и по их берегам встречаются сильно угнетенные экземпляры гребенщика или отмершие туранговники. Здесь сильно развита суффозия. Глубина просадок уже достигает 1-1,5 м, диаметр 2-4 м. Посадки черного саксаула, проведенные по бороздам, дали хороший результат. Высота кустов достигает 1,5-2 м. Они могут стать основой формирования черносаксауловых сообществ, возможно с участием кейреука или итцегека. Таким образом этап длительной трансформации гидрогенных экосистем может быть значительно сокращен.

Бывшие морские заливы, имеющие наибольшее распространение в дельте Амударьи, развиваются двумя путями: внутренние — по типу авандельтовых ландшафтов, внешние — по типу морского дна.

Формирование растительности и экосистем на обсохшем дне Аральского моря привлекает пристальное внимание исследователей (Бахиев,1985; Вухрер,1979,1986; Димеева, 1990; Кабулов,1990; Курочкина,1979 и др.). Все литературные данные и наши собственные наблюдения едины в полученных результатах и к настоящему

времени описан следующий единый ряд: первые 1-2 года у уреза воды поселяются сочные однолетние солеустойчивые гидро-галофиты — солерос европейский (Salicornia europaea) и шведки (Suaeda salsa и S. kosinski). В последующие 2-10 лет после обнажения дна поселяются однолетние галофиты, среди которых наибольшее распространение имеет бассия иссополистная (Bassia hissopyfolia) и на опесчаненных участках лебеда диморфная и Фомина (Atriplex dimorfostegia, A. fominii). Условия зарастания в 60-70-е годы отличались тем, что падение уровня моря происходило более медленно и позиции более длительного положения береговой линии отмечены экземплярами гребенщика и селитрянки Шобера (Nitraria shoeberi), между которыми со временем расселились эфемеры - луговосолончаковый вид кермек ушколистный (Statice otolepis), тростник. Однако по мере расходования верховодки возрастал процесс эоловой дефляции и сформировался ячеистый рельеф, кустарники сохранились, а травы погибли. Можно предположить, что со временем погибнут и кустарники, после звена паузы и формирования эолового рельефа здесь создадутся условия для зарастания псаммофитной растительностью по известной псаммосерии.

При последующем обсыхании, по мнению Л.Я.Курочкиной (Ресурсы биосферы...,1984) возможно зарастание сарсазаном, а при некотором рассолении и опесчанивании — черным саксаулом. При этом в процессе зарастания выделяется пауза длительностью 8-10 лет. Во время этой паузы в отдельные годы отмечается случайное прорастание отдельных экземпляров или сомкнутых групп однолетних растений-галофитов или псаммофитов.

РЯДЫ РАЗВИТИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ РЕЛЬЕФА.

В отличие от геоботаников, геоморфологи не уделяли столь большого внимания эволюции объектов своего изучения в обсыхающих дельтах рек аридных областей. Область их интересов в связи с динамикой и закономерностями рельефообразования пустынь в основном касалась генезиса и эволюции рельефа современных пустынь, вопросов образования эоловых форм рельефа.

Однако, учитывая, что основная часть территории Южного и Восточного Приаралья занята современными и древними дельтовыми равнинами Амударьи и Сырдарьи и их протоков, приведем здесь результаты тех немногих работ, в которых находят отражение вопросы динамики постгидроморфного дельтового рельефа в Приаралье.

Минашина Н.Г. (1972) выделила 4 стадии опустынивания земель древнего орошения. Птичников (1992) замечает, что неосвоенные гидроморфные дельтовые ландшафты при обсыхании эволюционируют по тому же пути. В отношении изменения рельефа эти стадии можно интерпретировать следующим образом.

На 1 стадии (иссушения) рельеф практически не меняется — несколько десятков лет. На 2 стадии (отакыривания) начинается отакыривание депрессий и дефляция приканальных, прирусловых и русловых отложений — 600-700 лет. На 3 стадии (дефляции) завершается такырообразование, дефляция и аккумуляция эолового материала, “опесчанивание”ландшафтов —до 2500 лет. 4 стадия (стабилизации) характеризуется стабилизацией песчаной эоловой поверхности и закреплением песков — более 3000-4000 лет.

Попов В.А.(1990), хотя и в очень краткой форме, но подошел к вопросу о преобразовании дельтового рельефа более дифференцированно. Он отмечал, что на прирусловых валах в современный период образуются язвы дефляции. Переносимый из котловин выдувания пылевато-песчаный материал откладывается в высохших руслах и вдоль них, образуя эоловые формы рельефа. В поймах наблюдается также

дефляция и локальная аккумуляция развеваемого аллювия с формированием эоловых бугров. Он же заметил, что рельеф является наиболее консервативным компонентом ландшафтов, имеющим при эволюции дельты Амударьи в условиях прекращения стока значительную инерцию. Особенно медленно изменяются мезоформы дельтового рельефа —ложа русел, прирусловые валы, пойменные равнины, внутрипойменные депрессии. На оплывание прирусловых валов обсохших речных проток под действием атмосферных осадков в условиях их дефицита требуется не менее 10-15 лет. На разрушение прирусловых валов дефляционными процессами и формирование вдоль сухих русел эоловых форм рельефа в виде массивов песчаных бугров затрачивается не менее 80-100 лет.

Эоловые процессы.

Указание на доминирование эоловых процессов в современном рельефообразовании в дельтах содержится и в работах других авторов (Акрамов с соавт., 1990; Кабулов, 1990; Бельгибаев, 1981; Бахиев, 1975; Жоллыбеков, 1992; Гельдыева с соавт., 1988 и другие). Особенно большую роль эти процессы играют на обсохшем дне Аральского моря, усиливая пыле- и солеперенос и образуя за короткий период ряд аккумулятивных и денудационных эоловых форм рельефа, зависящих, как отмечают Харин с соавт.(1983), от плотности подстилающих пород, обтекаемости рельефа, ветрового режима района, закрепленности поверхности. Изменение форм поверхности песчаных аллювиальных, дельтовых и морских равнин начинается с формирования язв дефляции, перерастающих в дальнейшем в котловины. Котловины, имеющие обрывистые склоны, находятся в активной стадии развития. Отсутствие обрывов свидетельствует о затухании дефляции. Образование знаков ряби на открытых поверхностях также свидетельствует об усилении дефляции. Если все положительные формы рельефа приобретают подвижность, и растительность на них укорениться не может, то это означает сильную дефляцию.

Таким образом, в современных явлениях преобразования постгидроморфного рельефа дельтовых областей Приаралья целиком подтвердилась идея классика в области изучения динамики и закономерностей рельефообразования пустынь Б.А.Федоровича (1950), который, полемизируя с Неуструевым, отмечал, что в образовании рельефа и ландшафтов пустынь Средней Азии главную роль играют процессы накопления аллювия и его эоловой переработки. "В плювиальные периоды доминирующим фактором являлось накопление аллювия, когда же реки перестали существовать (в связи с усыханием или с миграцией), ветер оказался единственным фактором, продолжавшим создавать эоловые формы песка... Нет никаких данных допускать сначала стадию резкого иссушения и образования оголенной барханной пустыни (как по Неуструеву - Г.К.)..., а затем наступление современной, якобы более влажной эпохи".

Роль эоловых процессов в формировании рельефа пустынь Средней Азии изучена наиболее глубоко.

Сенкевич (1976) рассматривал следующую цепь преобразований форм эолового рельефа. Первоначальной формой эолового рельефа на оголенной песчаной поверхности он считал *песчаную рябь*. Следующая форма — это *песчаные волны и барханные цепи*, - которую надо отличать по своему генезису от таких форм как одиночные и групповые барханы. Последние формируются в основном на склонах местного базиса эрозии и представляют собой редкие локальные образования. И наконец, при достижении барханной цепью такой мощности, когда существующий ветровой режим успевает перестраивать только верхнюю часть этой формы за одну

смену направления ветра, возникает последняя в эволюционном ряду форма эолового рельефа — *песчаные гряды*.

Байрамов (1981), рассматривая закономерности формирования барханов, и в основном соглашаясь с подходами Сенкевича, отмечал, что барханы наиболее часто встречаются на дельтовых плотных глинистых площадях вблизи оазисов, по окраинам крупных солончаков и такыров. Обычное явление —это барханные поля, наиболее развитые на плоских амударьинских дельтах по соседству с оазисами .

Федорович (1940, 1956, 1981) отмечал, что "наивны попытки свести все многообразие рельефа песков к единой схеме стадиального развития", поскольку на формирование его оказывают влияние ряд факторов, в частности, скорость и направление ветра, режима ветров, растительности и т.д. Однако, он выделял так называемый "эмбриональный период" образования эолового рельефа, к которому он относил многообразные "простые" формы — рябь, береговые дюны, одиночные барханы. Более крупные формы, по Федоровичу, являются и более зрелыми стадиями развития эолового рельефа — продольные гряды, барханные цепи. Он отмечал, что в эмбриональный период формированию грядовости способствуют полупроницаемые для ветра препятствия кустов и скопления около них "косичек" или "языков" песка в виде "ветровой тени". "При этом неправильно думать, что существует какая-либо одна эмбриональная форма скопления песков, через которую проходят все песчаные скопления..., такие эмбриональные скопления совершенно несхожи у оголенных песков и у песков задернованных, у скоплений перед непроницаемой преградой и у полупроницаемого препятствия". Возраст же рельефа песков в основном определяет не столько его плановое построение, сколько сказывается на размерах его форм, постепенно приводя к увеличению горизонтальных и вертикальных амплитуд его расчленения. "Ни в коем случае не следует смешивать ... скорости передвижения ... песчаных скоплений ... со скоростью формирования данного типа рельефа. Так, барханные цепи или одиночные барханы могут очень быстро передвигаться с места на место, но чтобы на месте песчаной, например аллювиальной, равнины сформировался глубоко расчлененный барханный рельеф, требуется длительный срок".

Он же показал, что пустынная задернованность не прекращает формирования рельефа песков, но сильно задерживает его. Вместе с тем, деятельность грызунов в пустынях постоянно поддерживает опасность возникновения язв дефляции в результате иссушения и гибели дерна благодаря многочисленным норам.

Помимо эоловых процессов, Бабаев и Горелов (1990) к числу экзогенных рельефообразующих процессов относят также аллювиальные и пролювиальные процессы в долинах и дельтах малых рек и на подгорных равнинах; эрозионные процессы на в разной степени расчлененных равнинах, плоскостной смыв, склоновые (делювиальные) процессы и обвально-оползневые процессы в предгорьях; суффозионно-карстовые процессы на аллювиальных равнинах. Все эти процессы, за исключением рассмотренных выше аллювиальных, на территории Приаралья распространены очень незначительно, поэтому здесь мы ограничимся их простым перечислением. Отметим только, что в уменьшении роли аллювиальных процессов в образовании рельефа в Приаралье в современный период большое значение имеет не только сокращение гидрографической сети, но также и уменьшение твердого речного стока. Это является следствием того, что взвешенные наносы теперь аккумулируются в водохранилищах и оросительных системах и не доходят до дельтовых разливов: в бассейне Сырдарьи объем твердого стока, не доходящего до низовий, составляет 97% (Глазовский,1990); поступление твердого

стока в дельту Амударьи сократилось с 12 до 0,4 млн. тонн в год (Байрамова с соавт., 1990).

С оговоркой к экзогенным рельефообразующим процессам Бабаев и Горелов (1990) относят также современные техногенные и техногенно-возбужденные процессы. Техногенные связаны с прямым воздействием человека на рельеф и в основном представлены такими формами рельефа как обводнительные и оросительные каналы, насыпи вдоль каналов и дорог, крупные карьеры, плотины водохранилищ и т.п. В связи с этими процессами, в частности, в ландшафтах орошаемого земледелия формируется специфический ирригационный рельеф, происходит нивелировка, сглаживание дельтового рельефа, формируются мезоформы валов ирригационных каналов, чашеобразные ирригационные депрессии (Птичников, 1992). Техногенно-возбужденные процессы в свете принятой нами методологии имеют прямое отношение к процессам опустынивания, поскольку они имеют естественную природу, но их возникновение связано с деятельностью человека.

Так, например, Граве (1981) указывает на большое влияние подземного стока приканальных вод на активизацию процессов суффозии. Другие техногенно-возбужденные процессы носят также гидроморфную природу и связаны с засолением участков пустынь и древних обсохших дельт в зонах орошения и обводнения в результате подземной утечки вод из каналов и с орошаемых полей. Как следствие, активизируется сезонное пучение и просадки грунта в этих районах.

Однако, наиболее значительную роль играют техногенно-возбужденные процессы эоловой природы, приводящие к формированию местных очагов дефляции. Помимо строительства дорог, буровых скважин и т.п., большую роль в образовании рельефа песчаных равнин в пустынях Средней Азии и развитии эоловых процессов играют такие антропогенные воздействия как пастбищное скотоводство и вырубка древесной и кустарниковой растительности на топливо. Морозова (1959) показала, что процесс оголения и формирования барханных форм под воздействием перевыпаса проходит ряд стадий. На первых стадиях нарушается сплошной покров основных растений — закрепителей песков (осоки, илака) и появляются пятна оголенных песков. Во второй стадии илак выпадает полностью и песок местами формируется в барханы. На третьей стадии образуются голые барханные пески, почти полностью лишенные растительности. Жумашов (1990) отмечал, что аналогичную картину можно наблюдать в настоящее время в окрестностях многих колодцев и населенных пунктов, главной причиной которой является вырубка кустарников на топливо и бессистемное пастбищное использование территории. Харин с соавт.(1983) оценивают интенсивность антропогенной дефляции в песчаной пустыне по таким критериям как: задернованность поверхности, сочетание проективного покрытия кустарниковой и травянистой растительности, площадь и форма язв дефляции, наличие знаков ряби. Стадиальность изменения рельефа Приаралья под воздействием пастбищной дигрессии рассмотрена в диссертации Птичникова (1992). Он оценивает степень нарушения рельефа по таким критериям как процент площадей, занятых язвами и котловинами дефляции, а также, что сделано впервые, по критериям нарушения и образования новых форм мезо-, микрои нанорельефа. Им же приводится диагностическая шкала по определению степени изменения рельефа под воздействием техногенно-транспортных дигрессий.

Изменение рельефа на обсыхающем дне моря.

Согласно исследованиям Грязновой (1990), регрессия моря настолько стремительна, что волновые процессы не успевали создать такие устойчивые береговые формы рельефа как уступы, валы, дюны, в отличие от хорошо выраженных подобных форм на более древних террасах. В результате морское дно выходит на поверхность практически не измененным. В одних случаях это плоская равнина с низкими береговыми песчаными валами. В других — на участках затоплявшейся во время трансгрессий песчаной пустыни Кызылкумов сохраняются основные черты в той или иной мере переработанного морем эолового расчлененного рельефа, состоящего из субмеридиональных песчаных гряд, расширенных межгрядовых понижений, замкнутых и полузамкнутых котловин и т.д. На осушенном дне сохраняются также и следы многочисленных дельтовых проток, образовавшихся во время регрессий, которые фиксируются на абсолютных высотах до 35-36 м.

Дальнейшая перестройка рельефа осушившихся территорий, долгое время находившихся в субаквальных условиях, определяется воздействием субаэральных процессов. Они обусловлены прежде всего характером микро- и мезорельефа осушенного дна, литологическим составом донных осадков, наличием растительности и т.д.

Как отмечает Грязнова Т.П., основной фактор образования и дальнейшей эволюции рельефа обнажившегося дна моря — пустынный климат. Он определяет сразу после отступания развитие активных экзогенных процессов, главные из которых — эоловые и галогенные. Условия для развития этих процессов есть почти повсеместно, так как обнажившиеся мелководные участки моря сложены в основном грунтами легкого грансостава, что способствует развитию активных процессов развевания и перевевания и образованию барханных массивов с различными формами эоловых образований. В местах, где из под воды выходят подводные валы, наблюдается постепенное формирование баров, которые постепенно наращивали свое аккумулятивное тело благодаря подаче эолового материала со стороны моря.

В зависимости от состава донных осадков перевевание приводит к формированию как очагов дефляции, так и аккумулятивного эолового рельефа. Это обусловливает, как правило, быстрое изменение поверхности первичных морских равнин. На грунтах с тяжелым грансоставом наблюдаются в настоящее время процессы отакыривания, которые преобладают в понижениях прибрежной части обсохшего дна.

Многими авторами отмечается, что в ближайшем будущем на осушающейся территории дна Арала будет сохранятся существующая в настоящее время направленность развития геоморфологических процессов. В районах развития барханного рельефа будут продолжаться рост и переформирование барханных цепей. Через 10-20 лет этот процесс, возможно, замедлится в связи с естественным зарастанием, что уже имеет место на некоторых барханных массивах. Будут возникать барханные формы на вновь осушающихся отмелях.

В целом же сейчас на бывшем морском дне наблюдается стабильная трансформация первичных морских равнин в континентальные ландшафты.

Поскольку песчаные морские отложения почти полностью обнажились, то в дальнейшем обсыхающая часть моря будет сложена суглинками и глинами с крайне выровненным рельефом. Здесь будут господствовать галогенные процессы и образование солончаков, которые со временем, очевидно, частично трансформируются в такыры и такыровидные поверхности.

Вместе с тем, геоморфологи отмечают, что прогноз будущих геоморфологических процессов и рельефа на обсохшем дне моря не однозначен, поскольку отсутствуют четкие представления о том, как могут повести себя пески на этой территории. В основном это зависит от мер, принимаемых человеком в отношении закрепления песков. Грязнова (1990) выделяет 3 стадии (типа) отступания береговой линии с характерными для них формами рельефа.

1 стадия — спрямление и упрощение ранее сильно изрезанной береговой линии моря и образование на береговой полосе крупных солончаковых низин, бывших в разное время заливами моря. Эта суша представляла ранее пологий береговой склон с обилием береговых валов и микроуступов, образовавших линейные комплексы. Подобный характер формирования берега протекал до тех пор, пока Арал освобождал затопленную сушу с господствующими эоловыми формами рельефа.

2 стадия — усложнение береговой линии, соответствует этапу выхода на поверхность таких морских аккумулятивных форм как бары, между которыми образовывались лагуны, на месте которых по мере их высыхания сформировались солончаки.

3 стадия — новое упрощение береговой линии, связанная с выходом на поверхность плоских суглинистых и глинистых равнин морского дна.

Стадии опустынивания рельефа.

К сожалению, в работах геоморфологов и физгеографов нам не удалось встретить более подробных, чем вышеприведенные, специальных описаний стадий эволюции рельефа в Приаралье. Как правило, описания эволюции рельефа этой территории приводятся либо в контексте работ по изучению общеландшафтных изменений, либо ограничиваются описаниями и даже детальным изучением только эоловых процессов. Обобщая материалы цитируемых выше работ, а также мелкие заметки об изменениях рельефа, содержащиеся в работах других авторов, и используя данные собственных наблюдений в Приаралье, нами (совместно с А.В.Птичниковым) были составлены следующие рабочие схемы динамических рядов опустынивания рельефа.

В схеме на таблице 2 представлены несколько стадий изменения рельефа дельт Амударьи и Сырдарьи при современном опустынивании, причиной которого в основном является быстрое снижение уровня грунтовых вод в современных бывших “живых” дельтах.

Условно выделено 5 основных стадий, отличающихся особенностями нано-, микро- и мезорельефа и видами рельефообразующих процессов: стадия формирования исходного рельефа, стадия обсыхания, стадия опустынивания-1, стадия опустынивания-2 и собственно пустынная стадия. Как видно из схемы, пути развития рельефа при опустынивании существенно различаются для разных исходных форм дельтового рельефа: возвышенных участков прирусловых валов, грив и дельт прорыва, межрусловых понижений и их склонов, озерных понижений.

Приуроченность к разным элементам дельтового рельефа обусловливает, как было показано выше, различия также и в литологии пород, характере и степени засоления почв, уровне и минерализации грунтовых вод, почвенном и растительном покрове, что не отражено в схеме, но накладывает свой отпечаток на пути трансформации нано-, микро- и мезорельефа.

Таблица 2. Схема развития рельефа дельт при опустынивании

А. Прирусловой вал (грива, дельта прорыва).

Стадия формирования	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Выраженный флювиальный рельеф (прирусловые валы, русла, старичные понижения, протоки и т.д.)	Некоторое сглаживание флювиального рельефа, частичные нарушения исходных форм микрорельефа, частичные изменения нанорельефа. Локальные проявления ряби.	Частичное нарушения исходных форм мезорельефа, появление новых форм микро - и нанорельефа: Разрыхление и выдувание верхних горизонтов почв, небольшие язвы дефляции и котловины выдувания. Появление отдельных барханных лепешек и мелких дюн. Оплывание валов за счет осадков. 10-15 лет	Исчезновение исходных форм микро- и нанорельефа, появление и преобладание новых форм мезо-, микро и нанорельефа. Расширение язв дефляции и котловин выдувания. Увеличение размеров дюн, появление одиночных барханов и зачатков барханных цепей. Изменение форм валов (за счет дефляции). 80-100 лет	Нивелировка флювиальных форм рельефа, развитие барханных цепей, ячеистых песков и бугристо-грядовых песков.
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

Б. Межгрусловые понижения и их склоны.

Стадия формирования	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Рельеф низового болота с тростниковым и кочками	Развитие кочковатого фитогенного микрорельефа (купаки), развитие микроворонок и западин (суффозионного генезиса)	Дефляционное и биогенное нивелирование микрорельефа фитогенных бугров. Широкое развитие микрозападин и суффозионных воронок.	Развитие такыровидных равнин с появлением рыхлой трещиноватой корки. Нивелирование остаточного нанорельефа фитогенных бугров и суффозионного микрорельефа.	Развитие плоских трещиноватых такыровидных равнин с последующим формированием по ним бугристо-грядовых или кучевых песков**
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

В. Озерное понижение

Стадия формирования	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Водоем с рогозом и тростником	Развитие ступенчатого микро-рельефа, соответствующего стадиям высыхания водоема.	Интенсивная дефляция, небольшое углубление днища за счет выноса рыхлых отложений. Развитие отакыривания и суффозионных процессов. Формирование трещин и суффозионных воронок.	Развитие плоских трещиноватых такыровых равнин. Нивелирование мелких суффозионных воронок. Выполаживание нанорельефа.	Голый такыр с системой трещин и оплывшими суффозионными западинами с последующим формированием по ним бугристо-грядовых или кучевых песков
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

Как видно из схемы, в целом для разных элементов исходного дельтового рельефа в связи с различиями в литологии, режимах грунтовых вод, почвенных и растительных особенностях, выделяется два основных направления развития рельефа — это (а) формирование эолового песчаного рельефа на отложениях легкого грансостава прирусловых валов и (б) формирование такыровидных или такырных равнин на суглинистых и глинистых отложениях понижений дельтового рельефа.

В схеме на таблице 3 отображены основные этапы развития рельефа обсохшего дна Аральского моря при опустынивании. Она составлена по тому же принципу, что и предыдущая схема, то есть отражает различия в развитии рельефа, обусловленные исходным разнообразием в литологии, гидрогеологии и геоморфологии свежей морской суши. При некоторых отличиях здесь также четко прослеживаются два основных направления развития рельефа: формирование эоловых форм на отложениях легкого грансостава и образование такыровых равнин на тяжелых отложениях.

Как не трудно заметить, в обсуждаемых схемах на пустынной стадии формирования такыровидных или такырных равнин указывается на последующее формирование по ним бугристо-грядовых песков. Это явление хорошо известно в литературе под названием “опесчанивание” такыров. С нашей точки зрения, процесс опесчанивания такыров является принципиально иным направлением рельефообразования, отличным генетически от рельефообразования, сопровождающего процесс обсыхания дельтовых территорий. Он протекает исключительно в автоморфных условиях и проходит совершенно иные промежуточные стадии.

Принципиальная схема развития этого так называемого “посттакырного” эолового рельефа показана нами в схеме на таблице 4.

Как видно из этой схемы, мы различаем 2 пути формирования этого рельефа. Первый путь — формирование эолового песчаного посттакырного рельефа на глинистых и тяжелосуглинистых такырных равнинах. Второй путь — формирование эолового рельефа на легкосуглинистых, среднесуглинистых и слоистых такыровидных равнинах.

На такырах, сформированных на тяжелых отложениях, образование эолового рельефа происходит всегда только путем навевания песка с сопредельных песчаных массивов. Такая картина, в частности, очень характерна для Южной части Сарыкамышской дельты Амударьи, для некоторых участков Кувандарьинской и Жанадарьинской равнины. Развитие песчаного рельефа здесь, на наш взгляд, отвечает в целом схеме Федоровича (1940) об образовании гряд из эмбриональных прикустовых косичек. Однако, необходимо отметить, что это лишь общая схема. В зависимости от скорости ветра, режима ветров, антропогенной нагрузки, состава песка сопредельных песчаных массивов, развитие этой схемы может либо остановиться на какой-либо стадии, например, в результате относительно малой скорости ветра и, следовательно, зарастания песков, либо на последних этапах пойти по пути образования не только грядовых, но и бугристых или ячеистых песков или переходных форм (грядово-ячеистых, бугристо-ячеистых и т.п.).

Необходимо отметить, что по данной схеме может происходить развитие эолового рельефа и на такыровидных поверхностях с более легкой литологией почво-грунтов. В частности, широко распространен этот процесс на территориях залежных земель оазисов, расположенных вблизи песчаных массивов.

Таблица 3. Схема развития рельефа обсохшего дна Аральского моря при опустынивании

А. Песчаные морские равнины.

Стадия формирования	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Выраженный постсубакваль ный рельеф (береговые валы, морские бары, редкие подводные протоки, и т.д.)	Появление эоловой ряби, мелких язв дефляции, укрупнение морских баров.	Дальнейшее укрупнение бывших морских баров. Разрыхление и выдувание верхних горизонтов почв, небольшие язвы дефляции и котловины выдувания. Появление отдельных барханов и песчаных валов.	Расширение котловин выдувания. Увеличение размеров дюн, формирование барханных массивов и зачатков барханных цепей. Оплывание и зарастание бывших морских баров.	Полное переформировани е исходных форм рельефа, развитие барханных цепей, ячеистых песков и бугристо-грядовых песков.
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

Б. Наветренные морские равнины открытых побережий и заливов, сложенные слоистыми супесчано-суглинистыми, песчано-глинистыми, супесчано-глинистыми, реже глинистыми и суглинистыми отложениями

Стадия формиро-вания	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Плоские и слабонакл онные равнины с морской рябью на поверхно сти	Растрескивание грунтов, появление мелких просадок, развитие микроворонок и западин (суффозионного генезиса). Появление мелких бугорков надувания («ветровой тени») в виде фитогенных «языков» и «косичек»	Эоловое нивелирование просадок и западин, укрупнение и закрепление фитогенных бугров, плоскостная денудация поверхностных песчаных слоев.	Обнажение плотных суглинистых и глинистых слоев с появлением рыхлой трещиноватой корки. Развитие такыровидных равнин с фитогенными закрепленными песчаными буграми.	Формирование трещиноватых такыровидных равнин с последующим формированием по ним бугристо-грядовых или кучевых песков (в случае отложений легкого грансостава) или постепенная нивелировка фитогенных бугров с формированием такыровых плоских равнин (в случае глинистых и тяжелосуглинистых отложений)
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

В. Морские лагуны и заливы, сложенные преимущественно глинистыми и суглинистыми отложениями

Стадия формирования	Стадия обсыхания	Стадия опустынивания-1	Стадия опустынивания-2	Пустынная стадия
Водоем	Развитие ступенчатого микрорельефа, соответствующего стадиям высыхания водоема. Микроступени сложены солями. Растрескивание грунта с выпучиванием солей по трещинам.	Интенсивная дефляция пухлого солевого слоя и последующее небольшое углубление днища. Развитие отакыривания и суффозионных процессов. Формиро-вание трещин и суффозионных воронок.	Развитие плоских трещиноватых такыровых равнин. Нивелирование мелких суффозионных воронок. Выполаживание нанорельефа.	Голый такыр с системой трещин и оплывшими суффозионными западинами с возможным последующим формированием по ним бугристо-грядовых или кучевых песков
Степень опустынивания				
0	1-2	3	4	5

.

Таблица 4. Схема развития посттакырового эолового рельефа

А. Формирование эолового песчаного рельефа на такырных равнинах с глинистой и тяжелосуглинистой литологией пород

Степень опустынивания				
0	1	2	3-4	5
Голый такыр	Укрупнение мелких бугров надувания ("ветровой тени") в виде фитогенных "языков" и "косичек"	Образование фитогенных бугров, образование бугристых такырных равнин	Образование одиночных и групповых барханов, развитие барханных цепей	Развитие барханных цепей в грядовые и бугристо-грядовые пески с такырами в межгрядовых понижениях

Б. Формирование эолового песчаного рельефа на такыровидных равнинах с легкосуглинистой, среднесуглинистой и слоистой литологией пород

Степень опустынивания					
0	1	2	3	4	5
Такыровидная поверхность	Появление мелких язв дефляции или суффозионных воронок	Расширение язв дефляции и котловин выдувания, появление фитогенных «косичек»	Укрупнение бугров надувания, образование мелких дюн и одиночных барханов	Развитие барханных массивов, бугристых песков, барханных цепей	Формирование песчаных гряд

В отличие от такыров, сформированных на тяжелых отложениях, на более легких отложениях формирование эолового рельефа может идти и по другому пути. Поверхностная корка такыровидных суглинистых почв не столь прочна и легко поддается разрушению в результате техногенного воздействия или сильного перевыпаса. При этом образуются мелкие язвы дефляции, служащие первичной формой для воздействия эолового фактора. То же происходит и в случае образования такыровидных поверхностей на тонкослоистых аллювиальных, озерных или морских отложениях. Кроме того, конвективные потоки ветра могут превращать в первичные язвы дефляции и мелкие суффозионные воронки, образующиеся иногда на поверхности такыровидных равнин в результате блуждания подземных вод, размывающих песчаные горизонты или соленосные слои.

Разбитый поверхностный слой выдувается ветром, мелкозем выносится далеко за пределы трансформирующегося ландшафта, а песчаные частицы начинают перемещаться в приземном токе воздуха. Если первичные язвы дефляции не зарастают в силу естественных процессов или вмешательства человека, то развитие эолового рельефа протекает по хорошо известному пути, показанному в схеме на таблице 4.

Важно отметить, что возникновение новых первичных аккумулятивных форм песчаного рельефа на таких поверхностях создает своего рода “автокаталитический” эффект дальнейшего развития эолового рельефа. Он заключается в том, что песчаные бугры аккумулируют большее количество конденсационной и атмосферной влаги, в результате чего начинает постепенно разрушаться погребенная под ними такыровидная корка.

Таблица 5. Схема нарушений рельефа в Приаралье под воздействием пастбищной дигрессии

А. Ландшафты песчаных пустынь

Степень нарушения (степень опустынивания)					
	0	1	2	3	4-5
	Неизменные ландшафты	Слабая	Средняя	Сильная	Очень сильная
Характер изменения рельефа	-	Частичные нарушения исходных форм мезорельефа	Образование новых форм мезорельефа наряду с исходными	Преобладание новых форм мезорельефа	Замена новыми формами мезорельефа исходных
Процент площадей, занятых язвами и котловинами дефляции	менее 4%	4—10%	10—16%	16—25%	более 25%

Б. Ландшафты глинистых и глинисто-щебнистых пустынь

Степень нарушения (степень опустынивания)					
	0	1	2	3	4-5
	Неизменные ландшафты	Слабая	Средняя	Сильная	Очень сильная
Характер изменения рельефа	-	Частичные изменения нанорельефа	Значительное изменение нанорельефа	Изменения микрорельефа	Появление отдельных новых форм мезорельефа
Процент площадей, занятых язвами и котловинами дефляции	-	1-2%	3-5%	5-10%	более 10%

В. Ландшафты современных дельт (гидроморфные и неоэлювиальные)

Степень нарушения (степень опустынивания)					
	0	1	2	3	4-5
	Неизменные ландшафты	Слабая	Средняя	Сильная	Очень сильная
Характер изменения рельефа	-	Изменения нанорельефа	Изменение микрорельефа	Появление новых форм мезорельефа	Преобладание новых форм мезорельефа
Процент площадей, занятых язвами и котловинами дефляции	-	менее1%	2-5%	5-20%	более 20%

Поэтому при последующем отмирании образующего бугор растения и развевании песчаного материала бугра корочка уже не служит своеобразным “панцирем”, предохраняющим нижележащие слои от развевания, и процесс идет дальше. В частности, такие явления образования новых язв дефляции (и даже мелких котловин) мы наблюдали по развеваемым фитогенным буграм на обсохшем дне Аральского моря.

Очевидно, что развитие эолового рельефа по схеме на таблице 4 не обязательно начинается на стадиях исходно хорошо сформированной такыровидной поверхности или голого такыра. Исходной стадией для этого направления развития эолового рельефа могут служить и те постгидроморфные поверхности, где только начинается формирование такыровидной плоской трещиноватой равнины, а также солончаковые поверхности, если для этого существуют соответствующие предпосылки (быстрый отрыв капиллярной каймы грунтовых вод от развеваемой толщи, достаточная скорость ветра, уничтожение растительности и т.п.) Именно такие “промежуточные” варианты формирования эолового рельефа и обусловливают многообразие геоморфологических сочетаний в условиях современного опустынивания дельтовых территорий Приаралья. Один из таких промежуточных вариантов, широкораспространенный на обсохшем дне моря, как раз представлен в схеме на таблице 3.

Помимо рассмотренных путей преобразования рельефа в Приаралье, широкое распространение здесь получили нарушения рельефа закрепленных песчаных пустынь, глинистых такыровых равнин и песчано-щебнистых поверхностей останцов в результате пастбищной дигрессии. Изменения рельефа при этом, по сути, не являются процессами развития или эволюции, а скорее относятся к процессам деградации. Поэтому они были отнесены нами в разряд “нарушений” рельефа, диагностические признаки которых приведены в схеме на таблице 5.

В этой схеме использованы как качественные критерии, отражающие изменения в формах вертикального расчлененного рельефа, так и количественные критерии, использующие показатель площади, занятой язвами и котловинами дефляции.

ПОЧВЫ ПРИАРАЛЬЯ, ИХ ИЗМЕНЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОПУСТЫНИВАНИЯ

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОПРОСАМ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ ДЕЛЬТОВЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИАРАЛЬЯ.

Первые сведения о почвах дельты Амударьи были получены в результате рекогносцировочных исследований Н. А. Димо (1913). Он назвал аллювиальные почвы дельты “почвогрунтами”, мотивируя это тем, что во всех поверхностных отложениях почти совершенно отсутствуют признаки почвообразования. Позднее (1924) он называет их почвами.

И. П. Герасимов, Е. Н. Иванова, Д. И. Тарасов (1935) также считали, что почвообразованием в аллювиальных почвах дельты Амударьи затрагивается лишь верхний слой, и то в очень слабой степени. И. П. Герасимов с соавторами, как и Н. А. Димо, приводили только систематические списки и описание выделенных ими почв, не касаясь их генезиса и эволюции.

Первую общую схему эволюции почвенного покрова для пойм и дельт Средней Азии дал В. А. Ковда (1946). Она представлена следующими звеньями: аллювий, лугово-солончаковатые тугайные почвы, солончаки, такыры, солонцеватые сероземы.

В. В. Егоров (1959), изучая дельты Арало-Каспийской низменности, их грунтовые воды и почвенный покров, приходит к выводу, что следует выделять несколько стадий в развитии дельтовых почв, а именно: подводное почвообразование, переувлажненное (постоянно), луговое, переходное от лугового к степному или пустынному, антропогенное (вне прямой связи с предыдущим). Каждой стадии соответствует определенный тип водного и солевого режима. Внутри стадий выделяются один или несколько родственных типов и подтипов почв.

1) Стадия подводного почвообразования.

Этой стадии соответствуют две группы образований: 1.Подводный аллювий в состоянии быстрой аккумуляции; 2. Подводные почвы, которые возникают при замедленном накоплении осадков. Смена условий подводного почвообразования на наземные условия происходит обычно весьма резко.

2) В следующей стадии —переувлажненных почв, намечается обычный тип болотных почв с одним подтипом иловато-болотных в различной степени оглеения. Несколько условно сюда включены молодые почвы устьевых частей дельты. Состояние переувлажненности длится у этих почв недолго и признаков развитых болотных почв они не приобретают. Наиболее распространены эти почвы в участках межрусловых понижений. Переход от болотной стадии к луговой не всегда происходит постепенно. Резкое изменение водного режима в сторону осушения может сопровождаться ослаблением болотной активности. Егоров считает, что лишь с большой условностью можно именовать такие почвы болотно-луговыми . В них преобладают остаточные свойства болотных почв, свойства же луговых еще не получили развития.

3) Почвы, относимые к луговой стадии, очень разнообразны. Различия между ними возникают в результате количественных и качественных варьирований современных процессов и в зависимости от свойств, унаследованных от предшествующих стадий развития.

Внутри собственно луговых почв намечаются две группы подтипов в связи с проявлением двух качественно различных процессов: дернового и лугово-солончакового. Выделен подтип малоразвитых лугово-дерновых почв, где окончательно еще не определился путь развития почв. Другой подтип —лугово-

тугайные почвы. Подтип лугово-дерновых почв широко распространен лишь в Волжской дельте.

В дельтовых почвах солончаковость развивается в результате преобладания выпотных тенденций водного режима над промывными. В связи с этим выделяются лугово-солончаковые почвы. Среди луговых почв выделены солончаки, связанные с грунтовыми водами. Особо выделяются солонцы-солончаки. Они возникают при высоких грунтовых водах , достигших состояния крепких рассолов.

4) Следующая стадия охватывает почвы, переходные от луговых к зональным. Переход луговых почв в иные, при образовании которых сказывается влияние биоклиматической зоны, является закономерным для дельт. Он наступает, как правило, вслед за максимальным проявлением лугового почвообразования. Если условия увлажнения изменяются постепенно, то намечается путь остепнения луговых почв (в степной и сухостепной зонах). В низовьях Амударьи и Сырдарьи, в условиях пустынной зоны , в том же смысле уместен термин “опустынивание”. Почвы, вступившие на путь постепенного опустынивания —переходные от луговых к зональным серо-бурым. В процессе быстрого опустынивания проявляется отакыривание почв.

Пойдет ли почвообразование в сторону остепнения или опустынивания — зависит (по Егорову, 1959) от общей биоклиматической обстановки в данном районе. Отакыривающиеся почвы, пройдя стадию такыровидных и такыров вступают на путь превращения в зональные.

Подробные исследования, проведенные Хакимовым с соавт. в дельте Амударьи, позволили подтвердить общие положения, развитые Ковдой и Егоровым. Он показал (Хакимов, 1986, 1990), что исходное разнообразие почвенного покрова обусловлено, во-первых, рельефом поверхности и связанным с ним характером почвообразующих пород, во-вторых, дифференциацией механических и химических осадков по длине потока дельтовых русел и протоков, и, в-третьих, эволюцией почвообразования на молодых аллювиальных отложениях.

Большая дискуссия развернулась в конце 50-х —60-х годах по вопросу об обязательности солончаковой стадии в развитии почв дельтовых областей. Вслед за Ковдой (1946), который считал солончак обязательным звеном в эволюции постгидроморфных дельтовых почв аридных областей, Вайлерт с соавт.(1961) развили схему эволюции и представляли ее в следующем виде.

А. Почвы на отложениях озерной фации:

На повышениях микрорельефа

1.Болотные и лугово-болотные повышенногумусные --> солончаки болотные

2.Лугово-остаточно-болотные повышенногумусные --> солончаки луговые и типичные

3. Лугово-такырные остаточноболотные повышенногумусные -> солончаки типичные и остаточные

4. Такырные остаточноболотные повышенногумусные --> солончаки остаточные

Б. Почвы на отложениях прирусловой фации:

На повышенных элементах рельефа

1. Луговые начальной стадии почвообразования --> солончаки луговые и типичные

2. Лугово-такырные под древеснокустарниковой тугайной растительностью -----> солончаки типичные и остаточные

3. Такырные почвы и такыры ------> солончаки остаточные.

Вслед за обязательной стадией засоления дальнейшая эволюция почв идет по пути рассоления.

На недостатки схем такого рода одновременно обратили внимание сразу несколько авторов.

Егоров (Лопатин с соавт., 1958; Егоров, 1959) отмечал, что существует два порядка последовательного развития дельтовых почв:

1) свежеотложенные аллювиальные породы, болотные и полуболотные почвы, луговые почвы, опустынившиеся и пустынные такыровидные и такырные почвы.

2) болотные почвы постепенно превращаются в луговые, слабо-, затем средне- и сильно засоленные, а последние, в свою очередь, могут перейти в солончаки. Луговые засоленные почвы и солончаки, при условии значительного понижения уровня ГВ, подвергаются со временем опустыниванию, а поверхность их — отакыриванию.

Боровский (1958) обратил внимание на своеобразие эволюции почв при быстрых трансформациях. Оказалось, что при этом формируются почвы, которые либо не находят место в существующем номенклатурном поле описываемых изменяющихся почв, либо могут быть отнесены сразу к нескольким почвенным вариантам, относящимся к разным этапам эволюции почв и, соответственно, к разным почвенным разностям согласно принятым принципам их номенклатуры и классификации. Выход из этого противоречия на основании исследований почв пойм и дельт рек пустынной зоны Казахстана Боровский нашел в выделении разнообразных “опустынивающихся”, “обсыхающих”и “обсохших”почв.

Близкие взгляды высказывал С. А. Шувалов (1960), который в схеме эволюции почв низовий Амударьи выделяет уже два направления, а именно: при длительном грунтовом увлажнении луговые почвы эволюционируют в солончаки, а при быстром отрыве поверхности почв от зоны капиллярного увлажнения — в такырные почвы. Кроме того, он предполагает, при известных условиях, возврат “зрелых”почв к начальным стадиям.

Прошлая гидроморфная стадия развития пойменно-аллювиальных почв дельт рек аридных областей изучалась также в 1951-53 г.г. почвоведами Института почвоведения АН УзССР, Почвенного института им. В. В. Докучаева, Института почвоведения АН КазССР. Результаты этих исследований опубликованы в ряде научных трудов: Н. Т. Муравьева, И. Н. Фелициант, А. Ф. Шелаев (1953); Н. В. Богданович (1953); И. Н. Фелициант (1953); Н. В. Кимберг (1953); А. И. Калашников, Н. В. Кимберг, Е. П. Кочубей, М. И. Кочубей (1956); М. И. Кочубей (1956), Литвинова (1961).

При этом М.И.Кочубей также обратил внимание на признаки резких смен пойменно-аллювиального режима увлажнения на полугидроморфный, а затем —на полуавтоморфный.

Н. Т. Муравьева, И. Н. Фелициант, А. Ф. Шелаев, а также Н. В. Богданович считали, что в дельте Амударьи существует несколько направлений эволюции почв и приводят основное направление: от молодых аллювиальных отложений через луговые, лугово-такырные в такырные почвы и такыры, а Богданович продолжает этот ряд до серо-бурых почв. При этом они выделяют озерную и прирусловую фации и свойственные им нормальную и солончаковую фазы почвообразования.

И. Н. Фелициант (1953) считал засоление обязательным, по крайней мере в гидроморфной стадии почвообразования. Им намечаются два ряда почвообразования: на прирусловых валах, где развиваются почвы с низким

содержанием гумуса, и в усыхающих озерах с повышенно-гумусными почвами. По мнению И. Н. Фелицианта, последним звеном эволюции почв являются пустынные солончаковые почвы.

Н. В. Кимберг (1953) приходит к выводу, что в дельте Амударьи имеется несколько направлений развития почвенного покрова, и схема развития почвенного покрова дельты с обязательным звеном сильнозасоленных почв или солончаков вовсе не является всеобщей схемой, а представляет лишь частный случай эволюции почв. По его мнению, основное развитие почв идет по незасоленному ряду и, начиная с переходной стадии ослабленного грунтового увлажнения, направление развития расщепляется: на песках и супесях формируются лугово-пустынные, а затем и пустынные почвы; на глинистых, суглинистых и реже на супесчаных — лугово-такырные, затем такырные почвы и такыры. Он также считает возможными резкие переходы в эволюции почв, когда из цепи последовательно сменяющих друг друга почв выпадает какое-нибудь звено.

Вслед за Боровским, Кимберг в монографии 1964 г. выделил в дельтах рек Узбекистана разнообразные “остаточные” почвы.

Представления Боровского и Кимберга об обсыхающих, остаточных, опустынивающихся почвах получили в дальнейшем отражение в региональных почвенных классификациях, и позволили отчасти разобраться с разнообразием почв в обсыхающих дельтах. Однако, введение новых почв в классификацию не внесло ясности в понимание механизмов эволюционных процессов, а только усложнило классификационные построения за счет добавления в них еще одного основания для классификации почв —эволюционного.

Начало работ по изучению механизмов быстрых эволюционных смен почв, пожалуй, следует отнести к работам В.Г.Попова, В.Е.Сектименко и А.А.Турсунова , проведенных с целью инвентаризации и картирования почвенного покрова дельты Амударьи в период с 1980 по 1985 гг. Тогда ими были выделены ряд стадий быстрых эволюционных смен и показано, что при этих изменениях может происходить выпадение некоторых звеньев из генеральной цепи эволюционных трансформаций, характерных для циклических преобразований почв дельтовых территорий.

Было показано (Попов с соавт.,1982), что основное разнообразие почв предшествующей гидроморфной дельтово-аллювиальной стадии представлено четыремя генетическими группами (схема в таблице 6), каждой из которых свойственен определенный ландшафт, гидрологический и гидрогеологический режимы, растительность, состояние поверхности.

Все характерные признаки болотных почв сохраняются в почвах в виде устойчивых остаточных свойств при быстром обсыхании территории и самих почв, какое наблюдается в низовьях Амударьи в течении последних 20— лет. Смена гидрологического и вслед за ним гидрогеологического режимов в пределах бывшей “живой”дельты произошла не эволюционным, а скорее революционным, скачкообразным путем, полностью сняв фактор поверхностного увлажнения и сократив до минимума грунтовое увлажнение. Это исключило в эволюционном ряду болотного и лугового типа стадию аллювиальных почв. Но, в то же время, не преобразовало их в болотно-такырные и лугово-такырные.

Таблица 6. Схема эволюции и систематики почв современной обсыхающей дельты Амударьи (по Попову с соавт., 1982).

Гидроморфная стадия	Полугидроморфная стадия с преобладанием остаточных признаков	Полуавтоморфная стадия с наложением такырного процесса	
		начальные признаки опустынивания	интенсивное затакыривание
Болотные почвы	Остаточно-болотные	Такырно-болотные Такырно-луговые	Болотно-такырные Лугово-такырные
Луговые почвы	Остаточно-луговые	Такырно-луговые	Лугово-такырные
Луговые тугайные почвы	Такырно-луговые Остаточно-тугайные	Лугово-такырные Такырно-луговые	Лугово-такырные Лугово-такырные
Солончаки болотные и луговые	Остаточный солончак	Остаточный солончак	Остаточный солончак

Согласно Попову с соавт.(1982,1985), остаточная стадия почвообразования протекает в полугидроморфных условиях и бывает непродолжительной, по-видимому, в течение 20-30 лет. Для нее характерна “вспышка” солончакового процесса в почвах не только прирусловой, но и озерной фации. В конце этой стадии, а в некоторых луговых почвах уже в начальный период иссушения, начинается активная минерализация гумуса, и появляются признаки отакыривания. Однако, на преобладающей территории ни ландшафты, ни почвенные профили пока еще не позволяют относить эти почвы к категории болотно- или лугово-такырных.

Остаточно-болотные почвы озерной фации в своем дальнейшем развитии должны пройти стадии такырно-болотных и, при продолжающемся опустынивании, болотно-такырных и такырных остаточно-болотных почв.

Близкие по содержанию идеи в 1982 и 1986 гг. высказывал Хакимов с соавт. Представления Хакимова в общем виде сведены в принципиальную схему (схема на таблице 7).

Из схемы видно, что автор несколько отличается от Попова с соавт.(1982,1985) во взглядах на изменение естественного характера эволюции почв дельты при опустынивании. Согласно его представлениям, гидрогенные наносы, оставаясь в гидроморфных условиях, могут переходить через наносные гидроморфные почвы в нормальные биоаккумулятивные (верхний ряд схемы). Если же гидрогенные наносы оказались вне гидроморфных условий, они, минуя стадию почвообразования, могут переходить в остаточно-гидрогенные, а затем — в субаэральные наносы (левая вертикальная графа). В настоящее время в таких условиях оказались молодые дельтовые наносы и отложения обсохшего дна моря. Существующие в дельте почвы автор рассматривает как промежуточные между выделенными рядами.

Таблица 7. Схема формирования почвенного покрова в низовьях Амударьи (по Хакимову и Деевой, 1986)

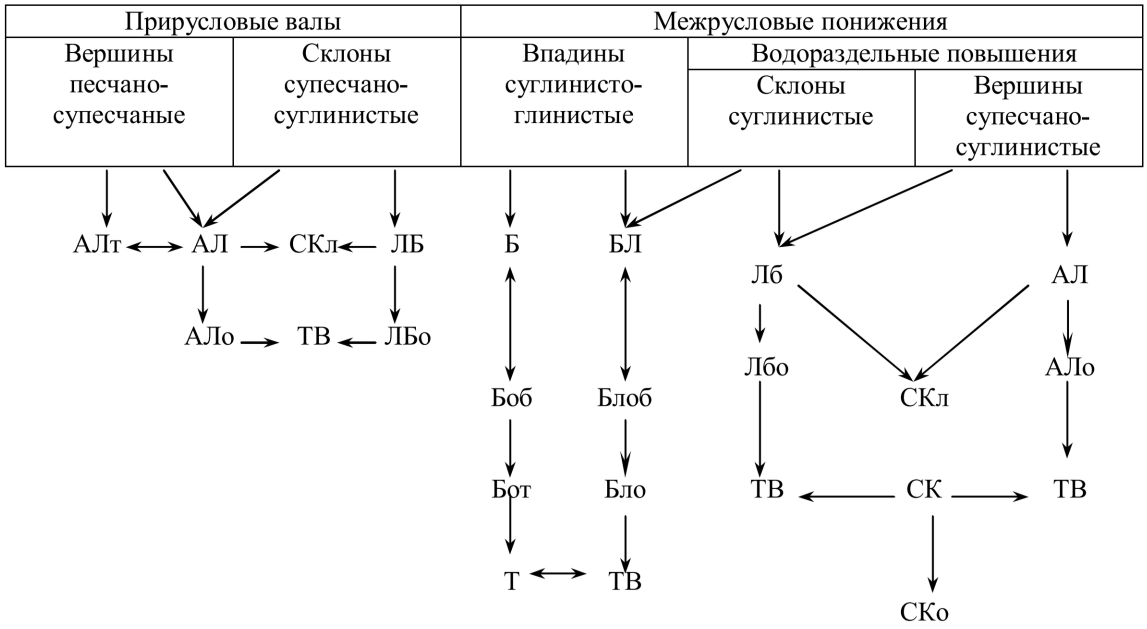
Эволюция почв при сохранении гидроморфных условий →

Трансформация наносов при резкой аридизации ↓

Гидрогенные наносы (морские, речные озерные): • прибрежные песчано-глинистые, лагунные; • аллювиальные слоистые пески, супеси, суглинки и глины; • озерные супесчано-глинистые и глины.	Переходные наносные почвы (слаборазвитые): • морские прибрежные и лагунные солончаки; • пойменно-аллювиальные луговые, возможно засоленные; • лугово-болотные и озерно-луговые, возможно засоленные.	Нормальные почвы грунтового увлажнения: • луговые • и луговые тугайные.
Остаточно-гидрогенные наносы: • прибрежные песчано-глинистые и лагунные суглинисто-глинистые солончаковые; • слоистые речные песчано-суглинистые, возможно засоленные; • озерные глинисто-супесчаные, возможно засоленные.	Остаточные наносные почвы (слаборазвитые с признаками былого гидроморфизма): • солончаки остаточные морские; • лугово-такырные и лугово-пустынные, возможно засоленные с солончаками остаточными,аллювиальными; • лугово-такырные озерные с солончаками.	Остаточно-гидроморфные почвы (подверженные деградации): • лугово-такырные, такырно-луговые; • пустынно-луговые.
Субаэральные наносы (дефлированные): • эоловые пески и такырные поверхности с солончаками.	Наносные почвы: • пустынные песчаные и пустынные такыровидные с такырами и остаточными солончаками.	Деградированные наносные с остаточными признаками развитых почв: • пустынные песчаные; • пустынные такыровидные

Анализ условий формирования почв современной дельты Сырдарьи в соответствии со взглядами Боровского и Погребинского (1964) на дельтовые почвы дал возможность также К.Д. Каражанову (1977) установить несколько генетических рядов почвообразования, тесно связанных с литоморфогенезом территории (рис.17).

Подробный анализ закономерностей эволюции почв дельтовых областей бассейнов рек соленых озер позволил ряду авторов сделать предположение о возможности применения эволюционных или динамических рядов почв для прогноза состояния почв в условиях обсыхания и опустынивания (Аханов,1971,1987; Жоллыбеков,1987,1991,1992; Бельгибаев и Некрасова, 1991).



Алт – аллювиально-луговые тугайные	БЛ –болотно- луговые
Ал - аллювиально-луговые	Блоб - болотно- луговые обсохшие
Ало - аллювиально-луговые опустынивающиеся	БЛо- болотно- луговые опустынивающиеся
ЛБ – лугово-болотные	СКл - солончак луговый
ЛБо - лугово-болотные опустынивающиеся	СК – солончак типичный луговый
Б – болотные	Ско – солончак остаточный
Боб – болотные обсохшие	ТВ – такыровидные
Бот – болотные отакыривающиеся	Т - такыры

Рис. 17. Схема генезиса и эволюции гидроморфных почв современной дельты Сырдарьи (по Каражанову, 1977)

В частности, Бельгибаев и Некрасова для прогноза состояния почв в дельте Сырдарьи рекомендуют использовать следующие эколого-генетические ряды:

На прирусловых валах:

АЛ —АЛоб —АЛобс —АЛо —ТВ (П) —Т (Пп)

На склонах прирусловых валов и водоразделах:

ЛБ —ЛБоб —ЛБобс —ЛБо —ТВ — Т

В межрусловых понижениях:

Б —Боб —Бобс —Бо —ТВ — Т

БЛ —БЛоб —БЛобс —БЛо —ТВ —Т

При наиболее тяжелых мелиоративных условиях опустынивание сопровождается рядом стадий последовательной смены солончаков:

АЛ
ЛБ
БЛ —— СКл—СКкп —СКот —СКтв —ТВск —Тск*
Б

* Здесь приняты следующие обозначения индексов почв:
АЛ —аллювиально-луговые; ЛБ —болотно-луговые; БЛ —лугово-болотные; Б —болотные; СК — солончаки; ТВ —такыровидные почвы; Т —такыры; П —пески; Пп —пустынные песчаны комплексы; об —обсыхающие; обс —обсохшие; о —опустынивающиеся; ск —солончаковые и солончаковатые; от —отакыривающиеся; тв- такыровидные.

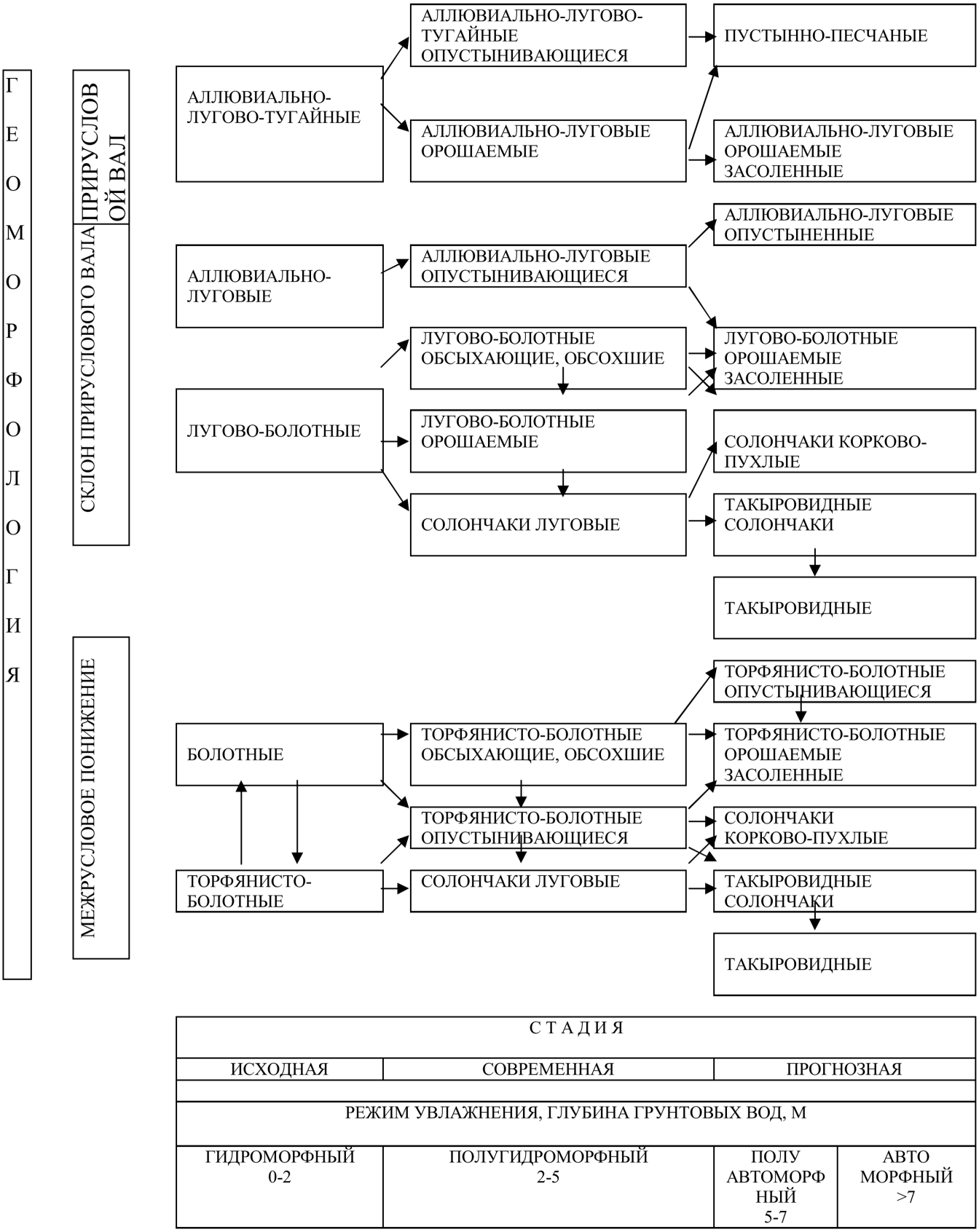


Рис.18. Эволюция почвенного покрова приморской части дельты Амударьи в связи с антропогенным воздействием (по Жоллыбекову, 1987)

Жоллыбеков (1987) приводит специальную прогнозную схему эволюции почвенного покрова дельты Амударьи (рис 18).

Заключая этот очерк, отметим, что в настоящее время состояние исследований в области изучения эволюции почв Приаралья таково, что позволяет использовать накопленные знания для прогнозирования экологической обстановки в Приаралье, в частности, для прогнозирования явлений, связанных с опустыниванием. Наиболее удобным в этом аспекте представляется использование так называемых рядов эволюционных или динамических смен почв, приуроченных к разным элементам дельтового рельефа. Вместе с тем, изученность вопросов, связанных с описанием эволюции почв в условиях быстрых экологических смен, вызванных резким падением УГВ, а также отличий изменений почв при быстрых и медленных экологических трансформациях, еще далека от совершенства. В связи с этим нами решались следующие задачи: (а) исследовать отличия эволюции почв при быстрых и медленных трансформациях условий почвообразования, и (б) уточнить особенности эволюции почв в опустынивающихся областях Приаралья с помощью анализа совокупности и степени проявления основных почвенных процессов.

ПРИНЦИПЫ ЭВОЛЮЦИОННОЙ СИСТЕМАТИКИ И НОМЕНКЛАТУРЫ ПОЧВ ПРИАРАЛЬЯ.

Анализ исследований по вопросу о постгидроморфной эволюции почв в дельтовых областях аридных регионов показывает, что при всем многообразии представлений о направлениях эволюции почвообразования, большинство исследователей склоняется к тому, что в пределах одного элементарного цикла эволюции почв их изменения связаны с обсыханием территории, и общее направление эволюции заключается в трансформации гидроморфных почв в автоморфные. Это единство позволило, последовательно применяя принцип направленной эволюции почв Приаралья при опустынивании и обсыхании, и с учетом результатов собственных исследований, приведенных ниже, согласовать разнообразные номенклатуры почв, разработанные разными исследователями для изучаемого региона, и составить единый систематический список почв, представленный в таблице 8. Подходы, использованные при согласовании номенклатур, состоят в следующем:

1. В предлагаемой номенклатуре почв использован принцип единства литоморфопедогенеза на территории дельтовых равнин. Поэтому в качестве исходных типов почв выделяются: *лугово-тугайные почвы* прирусловых валов, *луговые почвы* склонов прирусловых валов и межрусловых понижений, *болотные почвы* межрусловых понижений и озерных котловин. Для отражения переходного характера некоторых гидроморфных почв нами в типе болотных почв выделяется подтип *лугово-болотных почв*, а в типе луговых почв —подтип *болотно-луговых*.

2. Подразумевая, что подавляющее большинство гидроморфных почв Приаралья обязано своим происхождением аллювиальным процессам или, по крайней мере, развивается на речном, озерном или авандельтовом морском аллювии, название *аллювиальные* для почв в рамках данной работы опускается. В пользу этого приема, неявно используемого также и узбекскими почвоведами, говорит также и описание в Приаралье вторично гидроморфных почв (луговых и болотных), практически не отличающихся по своим свойствам от аллювиальных, но гидроморфизм которых обусловлен иными причинами, как правило, антропогенного характера (подтопление территорий, сопредельных с массивами орошения, сбросными озерами и коллекторами, собственно орошаемые почвы).

Таблица 8. Систематический список почв, формирующихся в естественных ландшафтах Приаралья.

Типы	**Подтипы**	**Роды**	**Виды**
Серо-бурые пустынные почвы (СБ)	не выделяются (кроме фациального подтипа)	- обыкновенные - гипсоносные - солончаковые - такырно-солонцеватые - промытые	по степени засоления
Бурые полупустынные почвы (БП)	не выделяются (кроме фациального подтипа)		
Песчаные пустынные почвы (ПП)	- типичные - слаборазвитые	- обыкновенные - остаточно- луговые - деградированные - остаточно-солончаковые	по степени засоления
Такыры (Т)	не выделяются	- обыкновенные - остаточно-солончаковые - с навеянным песчаным чехлом	по степени засоления
Такыровидные почвы (ТВ)	не выделяются	- обыкновенные - остаточно-луговые - остаточно-болотные - остаточно-солончаковые - с навеянным песчаным чехлом	по степени засоления
Лугово-тугайные (Аллювиально-лугово-тугайные) (Лтуг)	- типичные - слаборазвитые - слоистые	- обыкновенные - засоленные - коркующиеся	по степени засоления
Луговые (Л) (Аллювиально-луговые)	- типичные - болотно-луговые - слаборазвитые слоистые - отакыренные	- обыкновенные - засоленные - отакыривающиеся	по степени засоления
Болотные (Б) (Аллювиально-болотные)	- торфяно-болотные - иловато-болотные - лугово-болотные оторфованные - слаборазвитые слоистые - отакыренные	- обыкновенные - засоленные - отакыривающиеся	по степени засоления по степени оторфованности
Солончаки автоморфные (С)	- типичные - отакыренные	- обыкновенные - остаточно-луговые - остаточно-болотные - с навеянным песчаным чехлом - отакыривающиеся	- корковые - пухлые - выцветные
Солончаки гидроморфные (С)	- типичные - болотные - луговые - соровые - отакыренные - маршевые - приморские	- обыкновенные - остаточно-луговые - остаточно-болотные - с навеянным песчаным чехлом - отакыривающиеся	- корковые - пухлые - выцветные - мокрые - черные

3. Термин “остаточные” использовали для указания только на те признаки почв, которые не являются результатом современных процессов почвообразования, но заметны в почвенном профиле. Как правило, этот термин используется в совокупности с названием типа почв, остаточные признаки которого наблюдаются в почвах другого типа. Так, например, нами используется название “такыровидные остаточно-луговые почвы”, но не собственно “остаточно-луговые”; “такыровидная остаточно-солончаковая”, но не “остаточный солончак”. Иначе говоря, указание на *остаточность* (на уровне рода) необходимо возникает тогда, когда признаки иного типа почв (как правило, следующего в эволюционном ряду опустынивания), начинают преобладать над признаками предшествующего ему в эволюционном ряду типа почв. Так, название “солончак остаточно-луговый” предполагает, что данный солончак сформировался из луговой почвы, причем признаки луговости (гумусовое прокрашивание, хорошая структура, оглеение) сохраняются в почвенном профиле.

4. Термины “обсыхающие”, “обсохшие”, “опустынивающиеся” не используются как неконкретные. В этих терминах отсутствуют указания на собственные свойства почв, хотя и отражается состояние эволюции (и даже степени продвинутости эволюции) этих почв. Вместо этих терминов использованы термины “отакыривающиеся” (на уровне рода) и “отакыренные” (на уровне подтипа) почвы.

Использование терминов *отакыривающиеся и отакыренные* , во-первых, конкретизирует в названии почв путь, по которому изменяется данная почва, а во-вторых, позволяет с помощью однокоренных терминов проследить весь ряд эволюции гидроморфных почв в автоморфные. Например:

луговые -> луговые отакыривающиеся -> луговые отакыренные -> такыровидные остаточно-луговые -> такыровидные или такыры.

5. Единственным отступлением от указанного правила является введенный вновь термин *луговые коркующиеся почвы*. Этот термин ставит целью продемонстрировать различие путей эволюции почв на легких и тяжелых отложениях. Так, на первых этапах эволюции лугово-тугайных почв на песках и супесях в песчаные пустынные почвы, для них также свойственно появление слабовыраженной полигональной хрупкой корочки на поверхности, что, безусловно, роднит первые стадии этого пути эволюции с отакыриванием. Однако, в дальнейшем пути эволюции почв на разных по гранулометрическому составу отложениях расходятся, и для указания на это расхождение уже на ранних стадиях нами и был введен этот термин.

6. Принцип направленной эволюции почв при обсыхании и опустынивании прослеживается во всех названиях почв, использованных в данной работе.

Так, в ряду эволюции обсыхающих луговых типичных почв в направлении отакыривания последовательно выделяются:

луговые типичные обыкновенные ->
(тип) (подтип) (род)
-> луговые типичные отакыривающиеся ->
(тип) (подтип) (род)
-> луговые отакыренные -> такыровидные остаточно-луговые->
(тип) (подтип) (тип) (род)
- > такыровидные или такыры
(тип) (тип)

Аналогично в ряду отакыривания типичных солончаков последовательно выделяются:

солончаки гидроморфные типичные обыкновенные ->
(тип) (подтип) (род)
солончаки гидроморфные типичные отакыривающиеся ->
(тип) (подтип) (род)
солончаки гидроморфные (или автоморфные) отакыренные ->
(тип) (подтип)
такыровидные остаточно-солончаковые->
(тип) (подтип)
такыровидные или такыры
(тип) (тип)

Помимо перечисленных в таблице 8 почв, в Приаралье широко распространены разнообразные орошаемые почвы (или ирригационно-освоенные почвы). Эти почвы, в отличие от почв естественных ландшафтов, гораздо более изучены. Вместе с тем, их эволюция в случае прекращения орошения или сокращения ирригационных норм практически не отличается от эволюции естественных гидроморфных почв (Вайлерт с соавт, 1961; Левина с соавт., 1991; Птичников, 1992). Поэтому в рамках нашего исследования мы рассматриваем луговые орошаемые почвы, болотные орошаемые почвы и переходные лугово-болотные и болотно-луговые орошаемые почвы в качестве специальных подтипов соответствующих типов луговых и болотных почв.

Кроме указанных почв, в Приаралье нами наряду с собственно почвами рассматриваются для оценки опустынивания и непочвенные образования. Среди них выделены: 1) развеваемые пески; 2) абиогенные глинистые пустыни; 3) абиогенные щебнистые пустыни.

РАЗВИТИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ В ПРИАРАЛЬЕ И ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОПУСТЫНИВАНИИ

Эволюция и развитие почв современных опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи.

Изменения почв современных опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи изучали на специальных ключевых участках, находящихся на разных стадиях опустынивания, формирующихся в разных литологических и гидрологических условиях и опустынивающихся с разной скоростью.

Динамика засоления и эволюция почв на прирусловых валах.

На прирусловых валах формируются лугово-тугайные почвы. Их характерной особенностью является легкий гранулометрический состав по всему профилю, часто с тонкими и маломощными прослойками суглинков и глин.

На молодых прирусловых отложениях формируются сначала лугово-тугайные слаборазвитые почвы, покрытые редкой пионерной растительностью (тростник, джингил, реже лох), которая обусловливает развитие маломощного (3-10 см) горизонта гумусового прокрашивания. Структура обычно непрочная комковатая. Вся толща этих почв переувлажнена, способствуя развитию восстановительных процессов в профиле, за исключением его верхней части, где в результате современных процессов увлажнения-иссушения наблюдаются слабовыраженные резкие охристые пятна и примазки, в основном по порам и ходам корней. Уровень грунтовых вод, как правило, находится на глубине 0,5-1 м (в межень — до 1,5 м) с

минерализацией, обычно не превышающей 1-3 г/л. Благодаря легкому грансоставу и промывному паводковому водному режиму для этих почв характерно преобладание процесса устойчивого рассоления в общегодовом цикле с незначительным возрастанием засоления (до 0,2-0,5 % плотного остатка или значениями электропроводности [EC] не выше 2-3 мСм) в сухие периоды. Засоление почв по профилю обычно равномерное.

С увеличением размеров прируслового вала и сокращением продолжительности затопления паводковыми водами снижается уровень грунтовых вод, а на вершинах прирусловых валов начинают развиваться древесные тугаи. Листовой опад древесного яруса, представленного ивой и турангой, а также ежегодный опад подлеска и травяного яруса способствуют активному накоплению гумуса, улучшению качества структуры гумусового горизонта, приобретающей комковато-зернистый или зернисто-комковатый характер. На этом этапе формируются собственно лугово-тугайные почвы. В зависимости от режима паводков и уровня грунтовых вод, который может в межень колебаться от 1,5 до 4 м, в почвах могут быть заметны признаки засоления в виде редких очень мелких солевых выцветов по отдельным порам и ходам корней (особенно ярко это становится заметно осенью — в конце сухого периода). Для этих почв характерно также наличие иногда дифференцированной, но как правило, грубой древесно-листовой подстилки с мощностью, достигающей иногда 3-5 см. Несмотря на значительный опад, существенного развития процесс гумусообразования не достигает, поскольку в условиях ухудшенной аэрации основная часть опада разлагается беспозвоночными непосредственно в подстилке. Максимум содержания органического углерода в горизонте А, отмеченный нами, составляет не более 1,5%. Процесс оглеения в верхней части профиля затухает, сменяясь активными окислительными процессами. Только в нижней части профиля (на глубине ниже 0,6-1 м) наблюдаются многочисленные хорошо выраженные сизые и серовато-сизые пятна, чередующиеся с охристыми пятнами и прожилками. Иногда в верхних 10-20 см также отмечаются признаки оглеения, особенно в случае более тяжелого гранулометрического состава, как следствие временного поверхностного переувлажнения.

Опустынивание лугово-тугайных почв на прирусловых валах, как правило, бывает вызвано несколькими причинами, приводящими к падению уровня грунтовых вод. Во-первых, снижение УГВ может быть вызвано пересыханием протоки или русла. Во-вторых, в результате снижения объема стока рек происходит углубление (“врезание”) русел рек. Это бывает характерно для основных русел Амударьи и Сырдарьи и их главных протоков. И, наконец, в-третьих, что в последнее время наблюдается все реже, падение УГВ может быть вызвано и сугубо естественными причинами, не связанными с человеческой деятельностью. Так, с постепенным нарастанием прируслового вала сила паводков ослабевает, нарушая промывной режим почв, а в результате возрастающей транспирации большой надземной массы тугаев увеличивается расход почвенной влаги, падает УГВ.

Снижение УГВ, вызванное теми или иными причинами, определяет главные направления опустынивания лугово-тугайных почв. На этом этапе большую роль играют условия, предопределяющие расхождение в путях эволюции этих почв.

Наши исследования позволяют говорить о двух таких главных условиях. Первое связано с различиями в скоростях падения УГВ, а второе — с различиями в литологическом строении почвенно-грунтовой толщи обсыхающих лугово-тугайных почв.

Динамика засоления обсыхающих и опустынивающихся почв прирусловых валов хорошо прослеживается на примере изменения характера распределения

легкорастворимых солей по профилю. С этой целью удобно использовать показатель электропроводности почвенных паст с соотношением почва:вода = 1:1 [EC, мСм]. Чем выше показатель электропроводности, тем более засоленной является почва.

Нами было отмечено, что в первые 5-20 лет после прекращения регулярных паводков почвы прирусловых валов отличаются наибольшим разнообразием в распределении солей по профилю (рис.19, 1 стадия).

Так, в случае *резкого падения уровня грунтовых вод* в первые несколько лет до глубины не выше 2-3 м (даже в период их наиболее высокого стояния), приводящего к опусканию капиллярной каймы ниже пределов почвенного профиля (примерно ниже 1 м), происходит увеличение солесодержания в почвах до значений 8-14 мСм с хорошо выраженным максимумом солей на глубине 30-40 см (рис 19, 1 стадия-(в)). Для этой стадии характерно формирование лугово-тугайных обсыхающих и отакыривающихся почв с хрупкой корочкой на поверхности (так называемых лугово-тугайных коркующихся почв). Для почв этой стадии, сформированных на слоистом аллювии, характерно так же, как и для собственно лугово-тугайных почв, наличие нескольких небольших максимумов содержания солей в почвенных горизонтах, приуроченных к прослоям более тяжелого грансостава.

Почвы, испытавшие резкое падение уровня грунтовых вод, практически не меняют тип распределения солей по профилю и в последующие несколько десятков лет (до 50-100 лет). Все изменения, происходящие за это время, как правило, сводятся только к некоторому рассолению верхней толщи и смещению солевого максимума в более глубокие горизонты (как правило с глубины 25-35 см до глубины 60-70 см) (см. рис.19, 2-4 стадии – (в), (г), (д). Почвы при этом эволюционируют от так называемых луговых коркующихся через луговые отакыривающиеся и луговые отакыренные до песчаных пустынных слаборазвитых, и реже —такыровидных остаточно-луговых почв.

Качественно иная картина характерна для почв, формирующихся на прирусловых валах в *условиях постепенного падения зеркала грунтовых вод*.
Здесь в течение первой стадии обсыхания возможно формирование нескольких разных типов распределения солей по почвенному профилю, характерных для в разной степени засоленных лугово-тугайных почв и луговых солончаков. Так, уже в первые годы, несмотря на спорадические короткие паводки, в условиях плохой отточности минерализованных грунтовых вод засоление почв начинает расти. При этом максимум солей (около 10 мСм) приурочен к нижним горизонтам, испытывающим постоянный контакт с минерализованными грунтовыми водами (рис.19, стадия 1 – (ж)). В тех же условиях, но при резком прекращении паводкового режима, в почвенном профиле формируется второй солевой максимум, приуроченный к поверхностному горизонту (рис.19, стадия 1 – (з)). Если грунтовые воды слабоминерализованы, то обычно при прекращении паводков формируется только один максимум солей, приуроченный к поверхностному горизонту (рис.19, стадия 1 – (и, к)) или реже — второй слабовыраженный максимум солесодержания на границе капиллярной каймы, что обычно наблюдается в почвах, формирующихся на слоистом супесчано-песчаном аллювии (рис.19, стадия 1 – (л)).

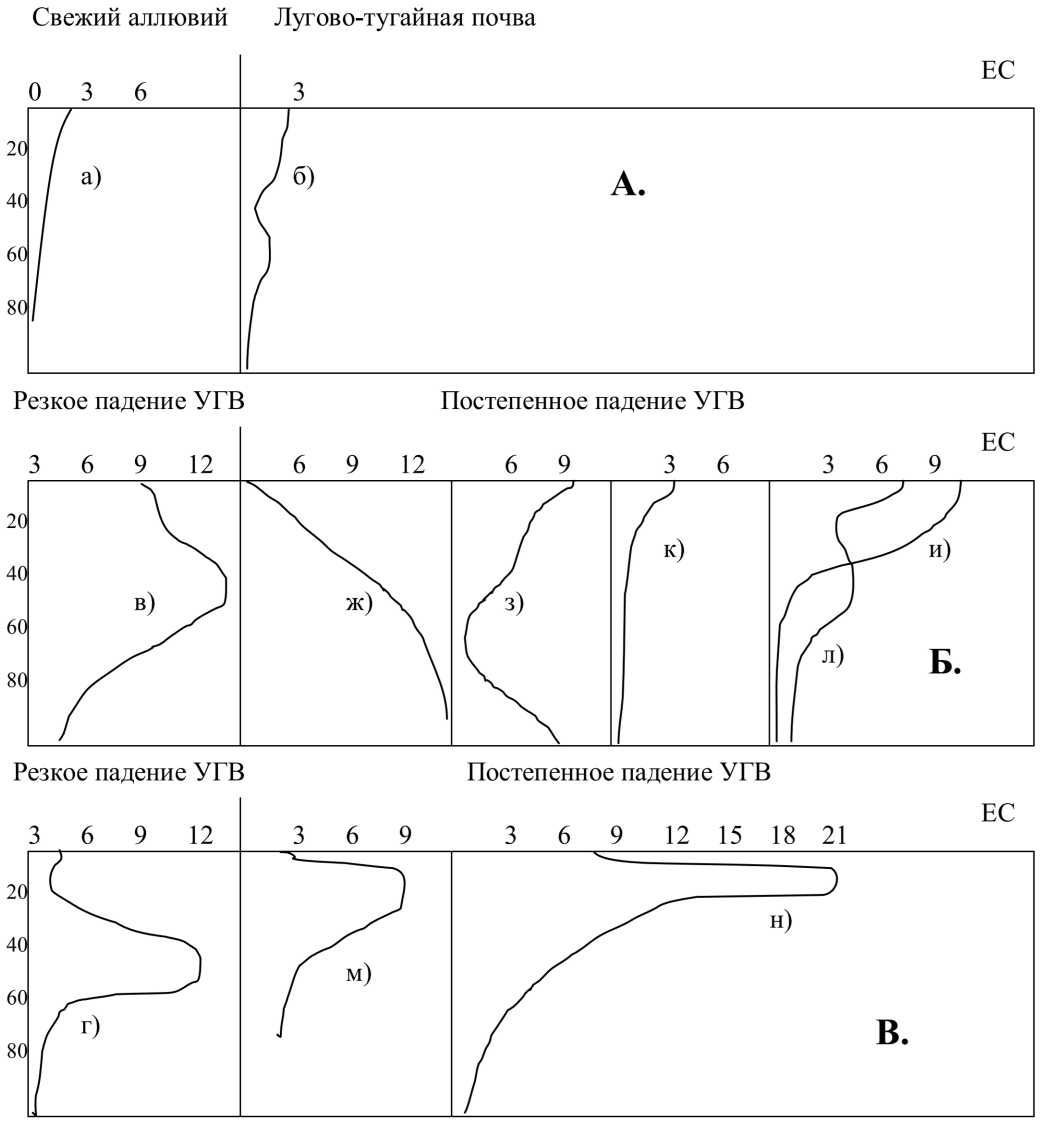


Рис.19 Динамика засоления почв прирусловых валов (пояснения в тексте).

Стадии изменения:
А – исходная
Б – 1 стадия ("обсыхание" – 5-20 лет)
В – 2 стадия ("обсыхание и опустынивание" – 15-30 лет)
Г – 3 стадия ("опустынивание-1" – 25-50 лет)
Д – 4 стадия ("опустынивание-2" – 50-100 лет)
Е – эквифинальная стадия – несколько сотен лет и более

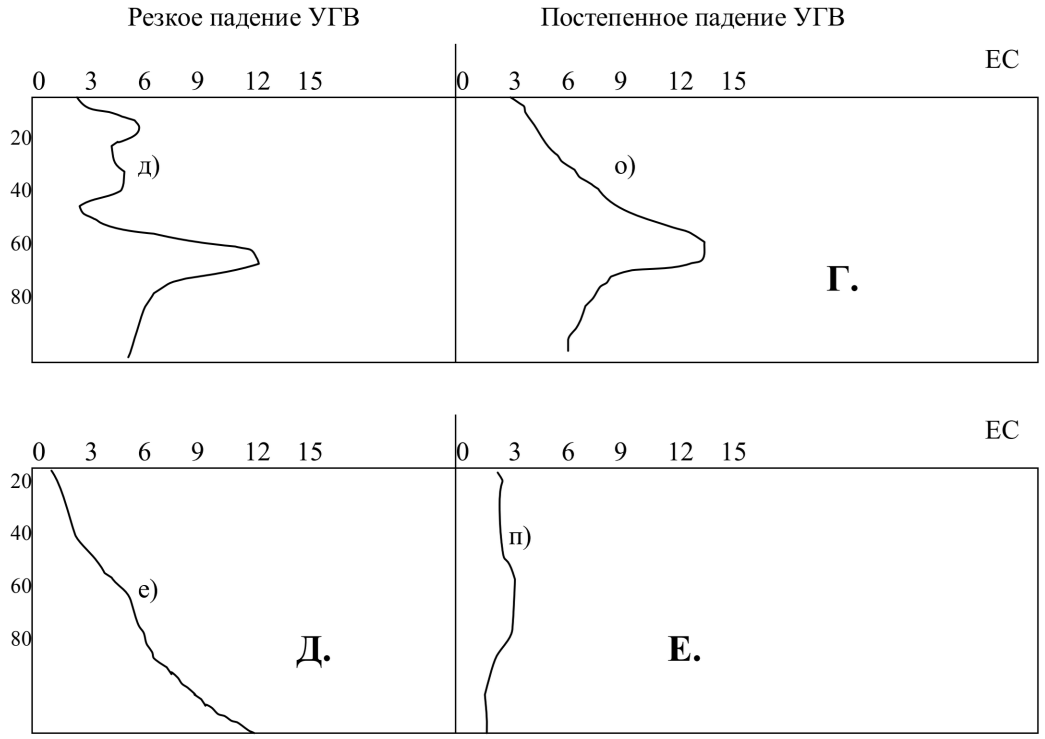


Рис. 19. Продолжение

При этом важно отметить, что степень засоления этих почв будет тем выше, чем дольше почвы находятся в условиях близкорасположенных грунтовых вод, а также чем более высокую позицию в микрорельефе занимают разрезы. В этих случаях в поверхностном горизонте наблюдаются выделения легкорастворимых солей в виде прожилок и псевдомицелия, а почвы при сохранении всех атрибутов луговости начинают представлять собой, по сути, луговый солончак.

На 2 стадии, условно названной нами стадией “обсыхания и опустынивания”, которая соответствует в условиях Приаралья периоду примерно в 15-30 лет, даже при медленном падении грунтовых вод, их уровень опускается настолько, что капиллярная кайма уже не достигает пределов почвенного профиля. В этих условиях начинается постепенное перераспределение солей, накопленных в почвенном профиле на первой стадии обсыхания, в верхнюю часть профиля. Одновременно на этой же второй стадии начинается рассоление за счет атмосферных осадков поверхностного 1-3 см слоя и образование хрупкого коркового горизонта. Эти два одновременно протекающих процесса ведут к формированию своеобразного растянутого солевого максимума в профиле, приуроченного к подкорковому горизонту мощностью от 10 до 30(40) см (рис.19, стадия 2 – (м, н)). Важно при этом отметить, что в засолении почв на этой стадии играет большую роль привнесение солей с опадом, поскольку корни древесных растений и кустарников продолжают получать влагу из относительно глубоко (около 3 м) залегающих минерализованных грунтовых вод. Так, например, по нашим данным, ежегодный вынос солей при одном и том же уровне (2,7-2,8 м) и минерализации (3,5-3,7 г/л) грунтовых вод составляет под тамариксом примерно 10 г/кв.м, а под разреженным покровом климакоптеры - всего 0,3 г/кв.м.

Несмотря на относительно высокие количества солей, накапливающихся в верхних горизонтах почв, развивающихся по указанному пути на 1 и 2 стадиях опустынивания, через 25-50 лет после начала обсыхания в результате интенсивного биогенного выноса солей, а также воздействия атмосферных осадков, солевой профиль этих почв становится похож на профиль почв, испытавших резкое падение уровня питающих их грунтовых вод (рис.19, стадия 3 – сравн. (д) и (о)). Солевой максимум постепенно смещается в более глубокие (50-60 см) горизонты , что соответствует формированию таких почв как солончаки отакыривающиеся, солончаки остаточно-луговые, реже солончаки отакыренные и песчаные пустынные слаборазвитые остаточно-луговые почвы.

Постепенное рассоление почв прирусловых валов уже к концу первой сотни лет после начала их обсыхания приводит к тому, что на их месте формируются морфологически практически неотличимые от настоящих песчаные пустынные слаборазвитые или такыровидные почвы. Только анализ профильного распределения солей выдает отчасти их относительно недавнее гидроморфное происхождение. С поверхности эти почвы практически не засолены (рис.19, стадия 4), а через несколько сотен лет весь почвенный профиль почти освобождается от легкорастворимых солей (рис.19, стадия 5). В рассолении почв помимо атмосферных осадков принимают также участие процессы эолового выноса солей из верхних горизонтов, а также выноса солей из нижележащих горизонтов в верхнюю часть профиля с растительной биомассой. Так, например, черносаксаульник на песчаной пустынной слаборазвитой почве выносит ежегодно на поверхность около 30 г/кв.м солей, а редкостойный карабарачник на такыровидной остаточно-луговой почве - около 3 г/кв.м.

Таким образом, для почв обсыхающих дельтовых равнин Амударьи и Сырдарьи, формирующихся на прирусловых валах, характерно два качественно

различающихся пути изменения типа распределения легкорастворимых солей по почвенному профилю. Первый путь обусловлен резким падением уровня грунтовых вод и характеризуется формированием солевого максимума в средней части профиля уже в первые годы после обсыхания. Дальнейшие изменения солевого профиля почв, развивающихся по этому пути, связаны только с перемещением солевого максимума в более глубокие горизонты. Среди почв, развивающихся по этому пути, не образуется солончаков. Для почв, развивающихся по другому пути — при постепенном падении уровня грунтовых вод, характерно большее разнообразие типов солевого профиля, особенно в первые 5-20 лет после начала обсыхания. Засоление этих почв часто достигает такой степени, что позволяет отнести их к солончакам. Только через 20-50 лет солевой профиль этих почв начинает приобретать черты, сходные с солевым профилем почв, развивающихся по первому пути. Через 50-100 лет происходит окончательное смыкание обоих путей изменения солевого профиля почв прирусловых валов при опустынивании, и они начинают приобретать черты почв, характерных для собственно пустынных ландшафтов.

Помимо различий в путях формирования солевого профиля почв прирусловых валов, на аналогичные тенденции указывают и другие признаки, изменения которых сопровождают эволюцию луговых тугайных почв прирусловых валов в пустынные почвы (табл. 9). Среди этих признаков наиболее важное значение имеют структура поверхностного горизонта, а именно свойства коркового горизонта (наличие-отсутствие, мощность и прочность корочки), свойства гумусового горизонта (его мощность и содержание гумуса), а также признаки оглеения.

Так, в условиях резкого падения уровня грунтовых вод, уже на 1 стадии (“обсыхания”), а в условиях медленного падения УГВ —на 2 стадии (“обсыхания и опустынивания”) при постепенном частичном рассолении поверхностного горизонта за счет атмосферных осадков в тугаях создаются условия для формирования на поверхности почв относительно рассоленной корочки, мощность и степень выраженности которой зависит от гранулометрического состава поверхностных аллювиальных отложений. На песчаных и супесчаных грунтах корочка тонкая, имеет высокую хрупкость и легко разрушается, а на легкосуглинистых и более тяжелых грунтах (что обычно наблюдается на слоистых отложениях) она приобретает пористое сложение, мощность до 2— см и прочность. Эта повсеместно отмечающаяся особенность дала основание называть почвы этой стадии развития соответственно луговыми коркующимися и луговыми отакыривающимися.

Что касается изменений, затрагивающих гумусовые горизонты лугово-тугайных почв, то следует указать на признаки преобладания процессов дегумификации. Содержание гумуса, и без того незначительное, снижается в поверхностных горизонтах до 0,5-0,9%, а в корочке — до 0,2-0,7%. С потерей гумуса и минерализацией слоя подстилки вплоть до исчезновения подстилочного горизонта, вероятно, связаны также как сама возможность образования корочки, так и потеря качества структуры верхних горизонтов, ее водопрочности.

При обсыхании и дальнейшем опустынивании почв прирусловых валов признаки оглеения не исчезают, как следовало бы ожидать, в результате преобладания окислительных процессов, а как бы “консервируются” в почвенном профиле, сохраняясь в виде охристых пятен, прожилок по порам и ходам отмерших корней, а также в виде ржавых выцветов и покровов по горизонтальным микротрещинам в отложениях суглинистого состава с пластинчатой и плитчатой структурой.

Таблица 9. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территорий прирусловых валов.

Стадии опустынивания (кол-во лет):	Исходная	1-ая: "Обсыхание" 15-20 лет	2-ая: "Обсыхание и опусты-нива-ние" 15-30 лет	3-я: "Опустынивание-1" 25-50 лет	4-я: "Опустынивание-2" 50-100 лет
Уровень грунтовых вод, м					
При резком падении:	0.5-1	не выше 2.5-3	не выше 3-5	не выше 3-5	не выше 5-6
При постепенном падении:	0.5-1	1-2	2-3	3-4	не выше 5-6
С орг, %					
При резком падении УГВ:	0-1.5	0.5-1.2	0.5-0.9	0.3-0.7	0.1-0.6
При постепенном падении УГВ:	0-1.5	0.8-1.5	0.7-1.5	0.5-0.9, в корочке 0.2-0.7	0.1-0.6
Мощность гумусового горизонта, см					
При резком падении УГВ:	3-10	10-30 (с подстилкой)	10-25	10-25	10-30
При постепенном падении УГВ:	3-10	до 20-40 (с подстилкой)	до 20-40	до 20-30	10-30
Мощность коркового гор-та, см					
При резком падении УГВ:					
на песчаных породах	отсутствует	0-1	1-2	0-2	0-2
на слоистых породах*	отсутствует	0-2	2-4	1-4	1-4
При постепенном падении УГВ:					
на песчаных породах	отсутствует	отсутствует	0-1	0-2	0-2
на слоистых породах*	отсутствует	отсутствует	0-2	2-4	1-4
Признаки восстановительных условий:					
При резком падении УГВ:	с 10 см	остаточные с 10-30 см	остаточные с 10-30 см	остаточные с 10-30 см	остаточные с 25-50 см
При постепенном падении УГВ:	с 10 см	с 60-100 см, остаточные с 10-30 см	остаточные с 10-30 см	остаточные с 10-30 см	остаточные с 25-50 см
Преобладающие почвы:					
При резком падении УГВ:					
на песчаных породах	Лугово-тугайные, первичный аллювиальный нанос	Лугово-тугайные, Луговые коркующиеся	Луговые коркующиеся	Луговые коркующиеся, Песчаные пустынные слаборазвитые	Песчаные пустынные слаборазвитые
на слоистых породах*	Лугово-тугайные, первичный аллювиальный нанос	Лугово-тугайные, Луговые отакыривающиеся	Луговые отакыривающиеся	Луговые отакыривающиеся, Луговые отакыренные, Песчаные пустынные слаборазвитые	Луговые отакыренные, Такыровидные остаточно-луговые (в т.ч. с песчаным чехлом)
При постепенном падении УГВ:					
на песчаных породах	Лугово-тугайные, первичный аллювиальный нанос	Лугово-тугайные	Солончаки луговые, Солончаки остаточно-луговые корково-пухлые	Солончаки остаточно-луговые, Песчаные пустынные слаборазвитые остаточно-солончаковые	Песчаные пустынные слаборазвитые
на слоистых породах*	Лугово-тугайные, первичный аллювиальный нанос	Лугово-тугайные, Солончаки луговые	Солончаки луговые, Солончаки остаточно-луговые корково-пухлые, Солончаки отакыривающиеся	Солончаки отакыривающиеся, Солончаки остаточно-луговые, Солончаки отакыренные, Песчаные пустынные слаборазвитые остаточно-солончаковые	Солончаки отакыренные, Такыровидные остаточно-солончаковые (в т.ч. с песчаным чехлом)

* В данном случае слоистость выражается в произвольном чередовании супесчаных и песчаных (реже легкосуглинистых) слоев разной мощности (от долей миллиметра до нескольких десятков сантиметров).

В зависимости от интенсивности дефляции, литологического строения отложений прирусловых валов и антропогенной деятельности пути эволюции бывших лугово-тугайных почв могут различаться. На песчаных отложениях в процессе замены остатков тугайной растительности на разреженные ксерофиты и псаммофиты начинают формироваться песчаные пустынные почвы. Вначале это пустынные песчаные слаборазвитые остаточно-луговые почвы, отличающиеся отсутствием сцементированной поверхностной корочки и наличием слоя сухого сыпучего песка мощностью в несколько сантиметров, слабо связанного карбонатами и редкими корнями эфемеров. В нижней части профиля сохраняются остаточные признаки оглеения в виде охристых пятен и прожилок по порам и ходам отмерших корней. В дальнейшем остаточные признаки оглеения постепенно исчезают, профиль рассоляется, начинает формироваться характерный тонкокорешковатый горизонт на глубине 10-20(25) сантиметров. Верхняя часть профиля до глубины 20-30 см приобретает сыпучесть. Профиль становится дифференцированным по содержанию $CaCO_3$. Почвы на этом этапе развития носят название песчаных пустынных слаборазвитых.

И, наконец, на территории древних дельт Акчадарьи и Кувандарьи со временем обсыхания около 1000 лет на отложениях русловой фации нами были описаны типичные пустынные песчаные незасоленные и слабозасоленные почвы с хорошо развитым грубокорешковатым горизонтом и бусами связанного песка по корням, иногда слабозаметной слоеватостью и нижележащим горизонтом слабой карбонатной цементации. Признаки остаточного оглеения отсутствуют, а поверхностная толща аллювиального серого песка мощностью в 20-25 см начинает приобретать характерный желтоватый оттенок, вероятно, связанный с обезвоживанием гидроокислов железа.

Вместе с тем, описанный “классический” путь образования песчаных пустынных почв на легких аллювиальных отложениях встречается не очень часто. Как правило, территории прирусловых валов, выходящие из гидроморфного и полугидроморфного режима, обсыхают и рассоляются быстрее, чем почвы понижений. В связи с этим они начинают первыми эксплуатироваться как объект пастбищного животноводства. Это приводит к разбиванию поверхности почв уже на ранних стадиях постгидроморфной эволюции лугово-тугайных почв и образованию сначала отдельных язв дефляции, а после — котловин выдувания и развеваемых подвижных песков. Поэтому обычно участки обсохших прирусловых валов в той или иной степени заняты как песчаными пустынными почвами (в т.ч. и слаборазвитыми), так и развеваемыми песками. Глубина котловин выдувания, как правило, определяется либо уровнем капиллярной каймы от ГВ, либо глубиной залегания мощного слоя отложений суглинистого или глинистого состава, по мере обсыхания которых на их поверхности начинают формироваться такыры или такыровидные почвы.

Следует отметить, что воздействие интенсивного выпаса в ряде случаев бывает настолько велико, что приводит не только к разбиванию хрупкой корочки луговых коркующихся почв, но также и относительно прочной такыровидной корки, формирующейся в случае слоистых аллювиальных отложений. В этом случае выдувание подкоркового песчаного или супесчаного слоя будет продолжаться до тех пор, пока на поверхность не выйдет очередной суглинистый слой. Часто на территории, сложенной такого типа отложениями, наблюдаются своего рода “террасированные” ветром образования (рис. 20).

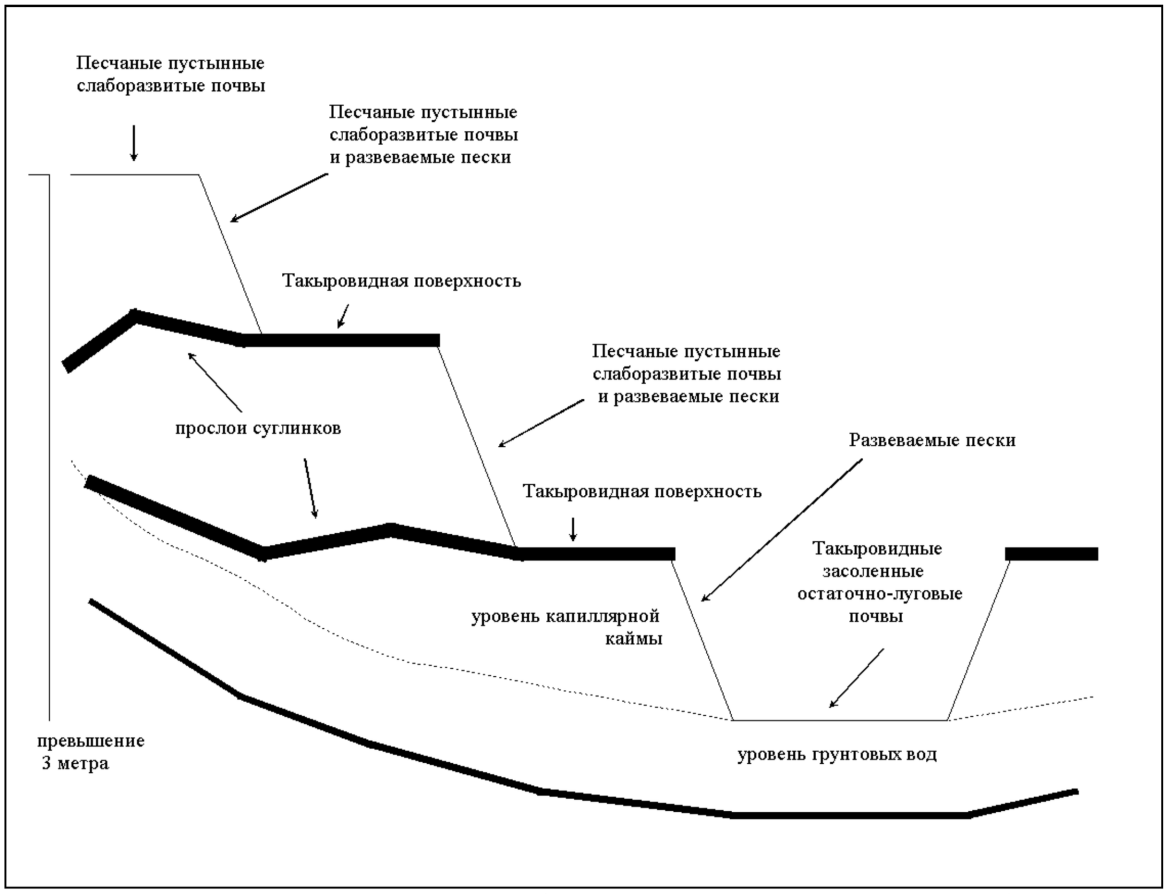


Рис.20. Схема "террасированной" дефлированной поверхности на обсыхающих прирусловых валах.

Помимо выпаса, аналогичные явления в развитии почв на отложениях русловой фации можно наблюдать в районах с интенсивным развитием просадочных явлений, которые мы, в частности, наблюдали в северной части бывшей Акчадарьинской дельты Амударьи.

В отличие от грунтов легкой литологии или слоистых грунтов с тонкими суглинистыми прослоями, на отложениях более тяжелого грансостава большей мощности или в случае их выхода на поверхность в результате дефляции, дальнейшее развитие постгидроморфной эволюции лугово-тугайных почв идет по пути образования такыровидных почв и такыров, на чем мы более подробно остановимся в следующих главах.

Обобщенная схема постгидроморфной эволюции почв, формирующихся на прирусловых валах, приведена на рисунке 21.

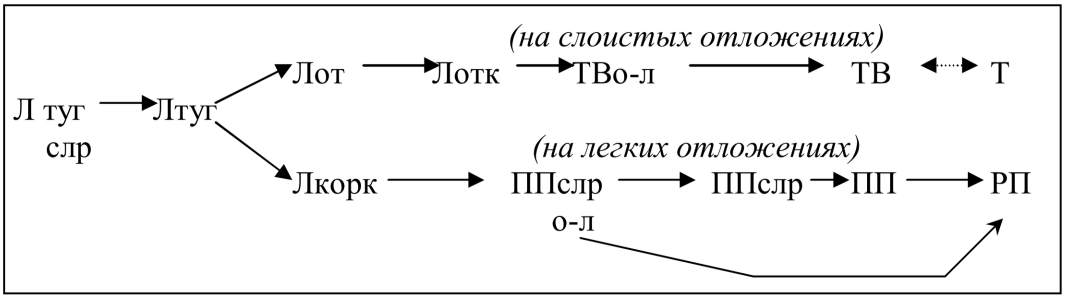


Рис.21. Схема постгидроморфной эволюции почв на прирусловых валах

Динамика засоления и эволюция почв на склонах от прирусловых валов к межрусловым понижениям.

Склоны прирусловых валов имеют очень сложное слоистое сложение, обусловленное разными по интенсивности паводковыми разливами и, следовательно, неравномерностью осаждения аллювиальных наносов. В отличие от прирусловых валов, в данном случае слои более тяжелые по гранулометрическому составу (супесчаные и суглинистые) имеют большую мощность и часто залегают с поверхности. Кроме того, поверхность склонов отличается разнообразным строением мезо- и микрорельефа. Все это обусловливает многообразие почвенного покрова и его эволюции.

В условиях естественного паводкового режима дельт почвы склоновых территорий регулярно промываются паводковыми водами и характеризуются относительно неглубоким (около 1-2,5 м) стоянием грунтовых вод в межень. Грунтовые воды обычно в той или иной степени минерализованы, что обусловливает повышенное по сравнению с верхней частью профиля засоление глубинных горизонтов почво-грунтов. В целом же засоление невелико и редко превышает даже на глубине 2-3 м 2-3 (реже 5) мСм. В этих условиях формируются луговые, болотно-луговые и лугово-болотные почвы разной степени засоления (рис. 22, (а, б)).

В условиях затрудненного дренажа и грунтовых вод повышенной минерализации формируются засоленные роды этих подтипов почв.

Засоление здесь, как правило, не обнаруживает тенденций к аккумуляции в каких-либо генетических горизонтах. Обычно распределение солей по профилю более-менее равномерное с несколькими максимумами, приуроченными к прослоям более тяжелого мехсостава. В пределах каждого из профилей почв этой стадии развития отмечается, как правило, четкая прямая зависимость увеличения засоления в направлении утяжеления грансостава.

Морфологически луговые типичные, болотно-луговые и лугово-болотные почвы различаются нами по степени и глубине проявления признаков оглеения, которые, как правило, тесно связаны с такими условиями почвообразования как гранулометрический состав почвообразующих пород, степень отточности поверхностных и грунтовых вод, глубина залегания грунтовых вод. Поскольку глубина залегания грунтовых вод является чрезвычайно динамическим условием, то и в природе часты переходы одних почв в другие в годовом цикле. Поэтому для уточнения таксономической принадлежности почв, формирующихся на склонах прирусловых валов, мы предпочитаем пользоваться упомянутыми выше признаками степени и глубины проявления процессов оглеения, а также признаками качества почвенной структуры, косвенно отражающими длительность периода обводнения и затопления и/или высокого уровня стояния грунтовых вод (табл. 10).

Описанные луговые, лугово-болотные и болотно-луговые почвы, а также их засоленные роды, составляют основной спектр почв и на первых стадиях обсыхания. Для этих почв также прослеживается два основных пути изменения солевого профиля, связанных с различиями в режимах обсыхания.

В случае медленного опускания УГВ в дельтах Приаралья происходят постепенные преобразования лугово-болотных почв через болотно-луговые в луговые, сопровождающиеся соответствующими сменами растительных ассоциаций. Морфологические описания различных почв этого рода и анализ их солевого состояния позволил выявить признаки, дающие возможность диагностировать эти начальные преобразования в отличие от так называемых квазиравновесных состояний соответствующих почв.

Таблица 10. Морфологическая диагностика луговых типичных, болотно-луговых и лугово-болотных почв.

Почвы	Уровень ГВ	Признаки оглеения	Тип и качество почвенной структуры
Луговые	Меняется в течение года от 1,0 до 2,5, реже 3 м	Обычно признаки оглеения встречаются по всему профилю, иногда отсутствуя в верхнем дерновом горизонте и проявляясь в гумусовом горизонте лишь в виде редких прожилок по ходам корней и порам, реже —в виде охристых покровов по горизонтальным трещинам плитчатых отдельностей в слаборазвитых луговых почвах.	Хорошая комковатая или комковато-зернистая структура с интенсивным гумусовым прокрашиванием, сероватотемно-бурых и буроватотемно-серых тонов. Хуже выражена в слаборазвитых подтипах. С поверхности часто залегает дерновый горизонт. Профиль: Ad(g) -A (Ag)-ACg - Cg (G).
Болотно-луговые	Меняется в течение года от 0,7 до 2, реже 2,5 м	Признаки оглеения по всему профилю, даже в дерновом горизонте в случае его присутствия. Сплошное сизое прокрашивание с редкими охристыми примазками отмечается только в глеевом горизонте. В отличие от гор. G, в переходном гор. AG количество охристых пятен отмечается в пределах 15—50% площади среза горизонта.	Умеренная или слабая комковатая структура, как правило, хорошо заметная в сухое время года. В период паводков структура более напоминает творожистую массу с обильными корневищами тростника. Тонкокорневая дернина слабо выражена, за редким исключением. Профиль: Ag —AG — G.
Лугово-болотные	Меняется в течение года от 0,5 до 1,5, реже 2 м	Признаки оглеения по всему профилю. Тонкокорневой дернины, как правило, нет. Обильные сизые пятна встречаются уже в гумусовом горизонте, маскируясь гумусовым прокрашиванием. Переходный к глеевому и глеевый горизонт обычно почти не содержит охристых пятен, за исключением редких прожилок по корам и ходам корней.	Слабоструктурированная по комковатому типу творожистая или иловатая масса, как правило, интенсивно темно-серых и даже черных тонов, густо переплетенная корневищами тростника; или торфянистый горизонт. В слаборазвитых подтипах интенсивность прокрашивания хуже. Профиль: (Ag или Ат)- AG — G.

Единственным надежным признаком, позволяющим достоверно диагностировать начало процессов опустынивания уже на стадии луговых и болотно-луговых почв, является солевой профиль этих почв. Как наиболее лабильный признак, солевое состояние надежно диагностирует начало обсыхания даже тогда, когда морфологические признаки, указанные в таблице 10, а также растительность на этих почвах сохраняются прежними.

После прекращения паводкового режима на склоновых территориях в первые 3-5 лет грунтовые воды, как правило, еще не успевают опуститься до такой глубины, когда капиллярная кайма от них опустится за пределы почвенного профиля. Минерализация грунтовых вод за это время обычно не успевает существенно увеличиться. В этих ситуациях (которые, кстати, часто наблюдались и до начала современного интенсивного повсеместного опустынивания в дельтах Амударьи и Сырдарьи) существенного накопления солей в почвенном профиле не происходит. Однако, наблюдается достаточно быстрое перераспределение солей в верхние

горизонты и усиление преобладания ионов хлора и натрия в верхней части профиля. Почвы же при этом практически не изменяют свой морфологический облик.

В случае очень медленного опускания УГВ такие морфологические признаки луговости как хорошая комковато-зернистая структура и дерновый горизонт могут маскировать тенденции изменения почв вплоть до стадии лугового солончака. В этом случае морфологически засоление верхних горизонтов можно обнаружить только под сильной лупой или микроскопом (мы использовали 30-кратное увеличение), поскольку солевые образования распределены диффузно по всей массе горизонта. Однако, и в этом случае солевой профиль надежно индицирует тенденцию обсыхания (рис.22).

В качестве дополнительных косвенных признаков, подтверждающих эту тенденцию, можно использовать признаки усиления контрастности в содержании солей между слоями разного грансостава, а также несоответствие признаков изменения типа и ухудшения качества почвенной структуры относительно большому количеству живых или покоящихся корневищ тростника, характерных для более гидроморфных условий.

Если промывки почв склоновых территорий не возобновляются, то уже через 5-10 лет минерализация грунтовых вод начинает расти, а в почвах начинают отчетливо просматриваться расхождения в формировании солевого профиля, связанные с режимом обсыхания (рис.22, стадия 1 – (в) и (г)).

В случае ***медленного обсыхания*** почв склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и постепенного падения УГВ на переходных стадиях отчетливо прослеживается тенденция к засолению почв. Засоление протекает с разной интенсивностью и достигает разной степени (иногда до 40-50%) в прямой зависимости от минерализации ГВ, от высоты поднятия капиллярной каймы и от времени, прошедшего с момента прекращения паводковых разливов или искусственного обводнения.

С течением времени минерализация грунтовых вод возрастает, а капиллярное поднятие солей и вынос их на поверхность с обильной биомассой различных галофитов (Climacoptera aralense, Salsola nitraria, Halostachys caspica) усиливается. Это приводит к тому, что уже через 5-10-15 лет почвы приобретают черты солончака, а верхний горизонт становится пересыщен солями. Величины ЕС в поверхностном горизонте достигают 20-30 мСм, а через 30-40 лет после прекращения паводков — 60-80 мСм и более (рис.22, стадия 2 – (е) и (ж)).. Для этой стадии характерно развитие таких видов луговых, типичных и соровых солончаков как мокрые, черные, выцветные и пухлые, как правило, несущих в себе остаточные признаки лугового или болотного периода почвообразования в виде описанных выше “законсервированных” признаков оглеения и остатков корневищ тростника (табл.11).

Появление относительно рассоленной уплотненной прочной ячеисто-бугристой с поверхности и пористой с нижней стороны корки на поверхности корково-пухлого солончака знаменует собой начало нового этапа в постгидроморфной эволюции почв склонов к межрусловым понижениям (табл. 11). На этом этапе соотношение общегодового баланса циклических процессов засоления-рассоления почв смещается в сторону последнего. Грунтовые воды углубляются до уровня, при котором капиллярная кайма не достигает поверхности почв или корнеобитаемой толщи (обычно это 3-4 м и происходит примерно через 25-40 лет после прекращения паводков), и возникают условия для рассоления тонкого поверхностного слоя за счет атмосферных осадков (рис.22, стадия 3 – (и, к)).

Таблица 11. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территории пологонаклонных равнин склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям

Стадии опустынивания (кол-во лет):	Исходная	1-ая: "Обсыхание" 15-20 (25) лет	2-ая: "Обсыхание и опустынивание " 15-40 лет	3-я: "Опустыни-вание-1" 30-60 лет	4-я: "Опустыни-вание-2" 50-100 лет
Уровень грунтовых вод, м					
При резком падении:	1-2.5	не выше 3		не выше 4-5	не выше 5-6
При постепенном падении:	1-2.5	1.5-2.5		2-5	не выше 5-6
Гумус, %					
При резком падении УГВ:	1.5-5 (9)	0.5-1.5		0.2-0.9	0.1-0.5
При постепенном падении УГВ:	1.5-5 (9)	1.3-4		0.5-1.5	0.4-1.0
Мощность коркового гор-та, см					
При резком падении УГВ:	не выражен	1-2, хрупкий		2-3	2-5
При постепенном падении УГВ:	не выражен	не выражен		2-4, хрупкий	2-5
Признаки восстановительных условий:					
При резком падении УГВ:	по всему профилю	остаточные по всему профилю		остаточные по всему профилю	остаточные с 5-10 см
При постепенном падении УГВ:	по всему профилю	по всему профилю		остаточные с 5-10 см	остаточные с 5-10 см
Преобладающие почвы:					
При резком падении УГВ:	Луговые, Болотно-луговые и Лугово-болотные (часто засоленные)	Луговые отакыривающиеся и Болотно-луговые отакыривающиеся		Луговые отакырен-ные	Такыровидные остаточно-луговые
При постепенном падении УГВ:	Луговые, Болотно-луговые и Лугово-болотные (часто засоленные)	Солончаки луговые, типичные и соровые (виды: мокрые, черные, выцветные, пухлые)	Солончаки луговые, типичные и соровые (виды: мокрые, черные, выцветные, пухлые)		Солончаки отакыренные, Такыровидные остаточно-солончаковые

Прогрессирующее рассоление верхних солевых горизонтов ведет к упрочению и увеличению мощности верхней относительно рассоленной корки. Она приобретает все более выраженную вертикальную пористость, играя при этом роль своего рода “защитного экрана”, препятствуя испарению почвенной влаги из подкоркового слоя, что благоприятствует поддержанию жизнедеятельности однолетних и многолетних солеустойчивых растений, которые, в свою очередь, увеличивая биомассу, способствуют прогрессивному биологическому выносу солей на поверхность с опадом, впоследствии большей частью уносимых ветром (по нашим данным, ежегодный вынос солей асссоциацией в составе акбаша, янтака, ажрека на солончаке типичном отакыривающемся составляет более 50 г/кв.м, а зарослями тамарикса на солончаке луговом — более 80 г/кв.м).

Эти явления приводят к формированию сначала луговых и типичных корково-пухлых и отакыривающихся солончаков, а затем — солончаков отакыренных.

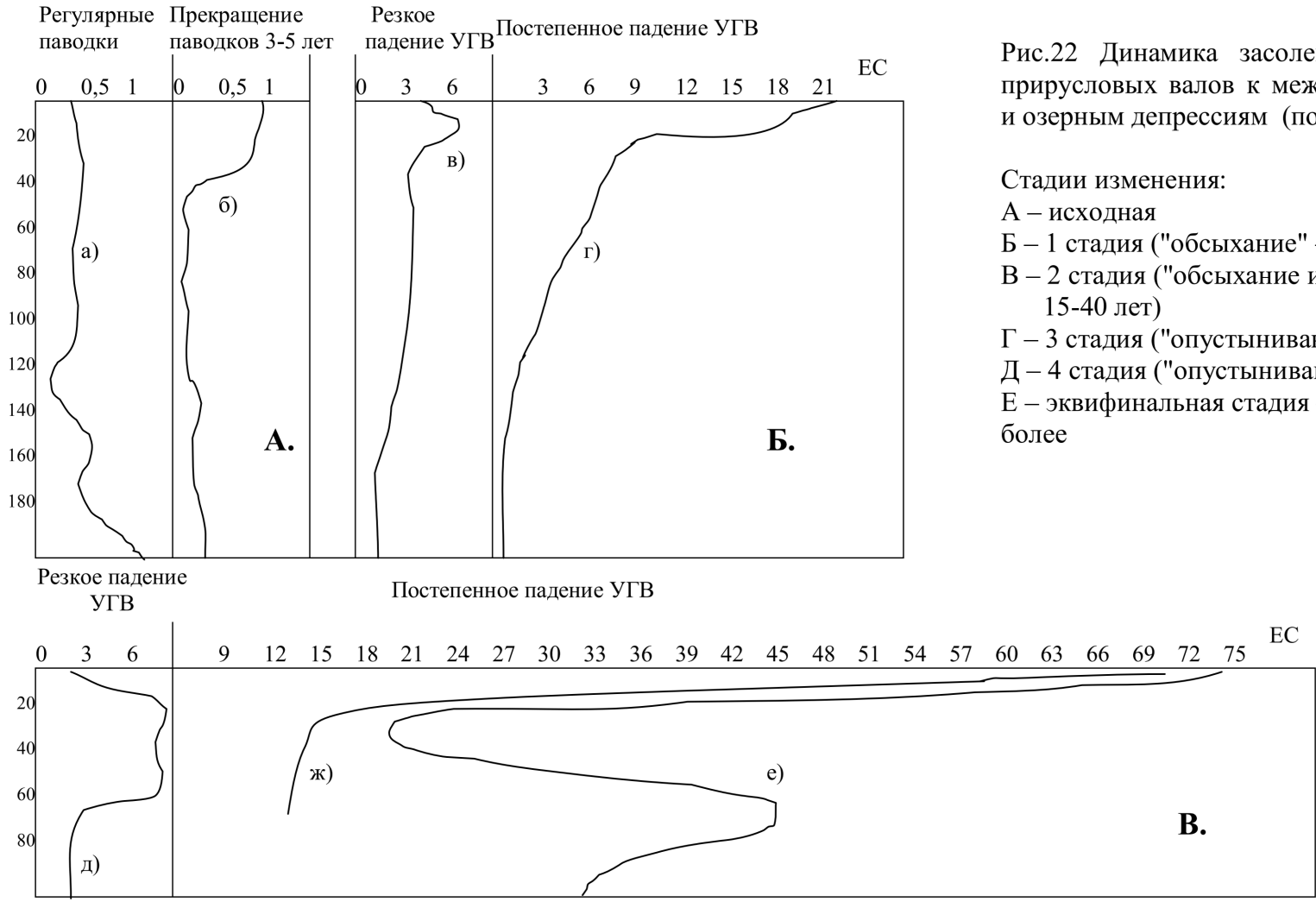
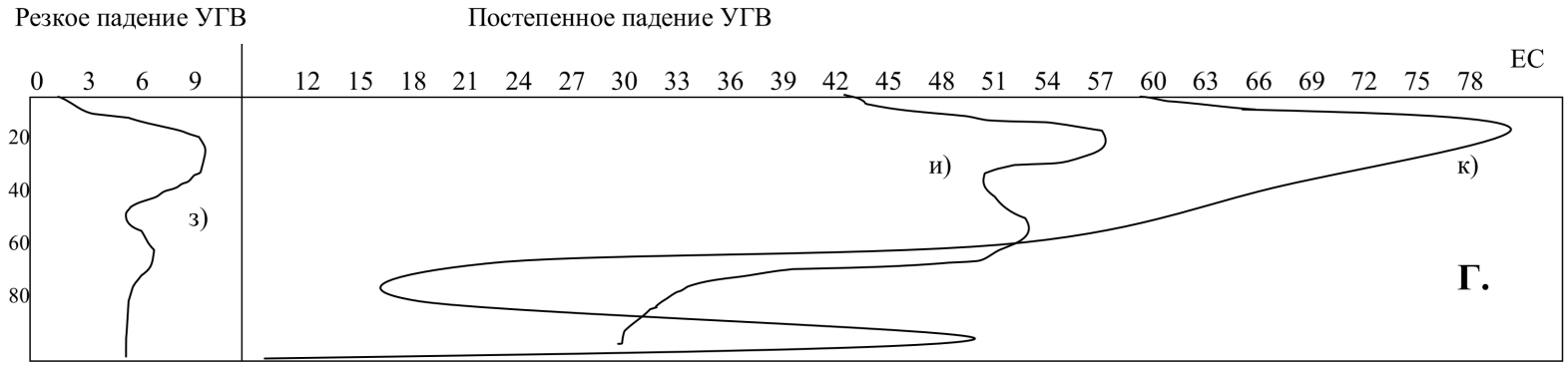
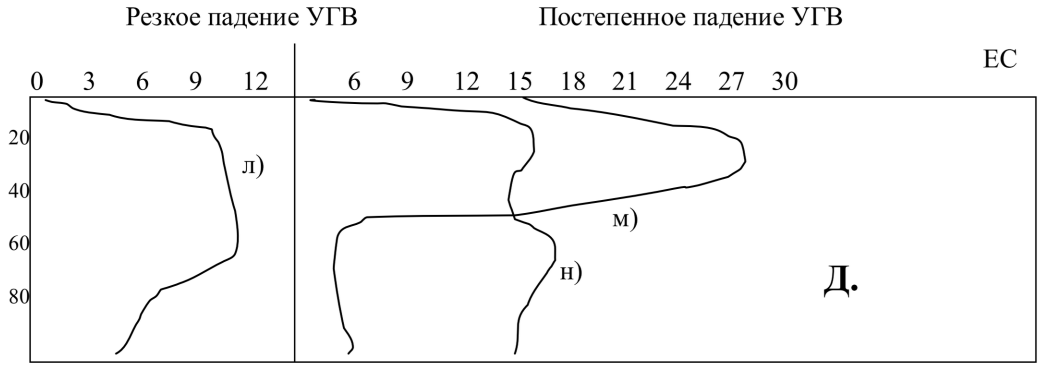


Рис.22 Динамика засоления почв склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям (пояснения в тексте).

Стадии изменения:
А – исходная
Б – 1 стадия ("обсыхание" – 5-20(25) лет)
В – 2 стадия ("обсыхание и опустынивание" – 15-40 лет)
Г – 3 стадия ("опустынивание-1" – 30-60 лет)
Д – 4 стадия ("опустынивание-2" – 50-100 лет)
Е – эквифинальная стадия – 500—1000 лет и более





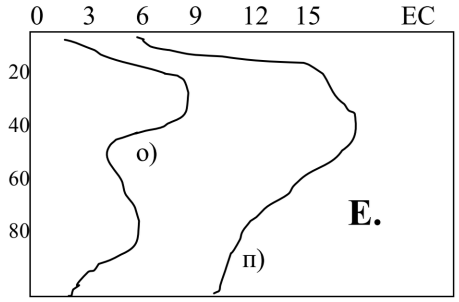


Рис.22. Продолжение

Чем дольше почвы, развивающиеся по описываемому пути, находятся в суходольном режиме, тем сильнее рассоляется профиль. Обычно через 50-100 лет после начала обсыхания электропроводность верхней корки снижается до 5-20 мСм, а в горизонте максимального скопления солей, приуроченном к глубине 20-40 см — снижается до 30-40 мСм и ниже (рис. 22, стадия 4 – (м, н)). Солевой профиль на этой стадии развития начинает приобретать черты, сходные с солевым профилем почв, развивающихся в условиях с резким опусканием грунтовых вод, а почвы, формирующиеся на этой стадии, относятся к солончакам отакыренным или такыровидным остаточно-солончаковым. По прошествии еще нескольких сотен лет на так называемой эквифинальной стадии развития распределение солей по профилю почв пологонаклонных склоновых равнин практически не различается (рис.22 –(о, п)), а в почвах почти исчезают черты, позволяющие оценить их солончаковое или гидроморфное прошлое. Почвы, соответствующие этой стадии, носят название такыровидных типичных почв.

Таким образом, при медленном опускании УГВ стадия солончака является обязательной в эволюции почв обсыхающих склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям —так называемый “солончаковый” путь опустынивания почв.

В условиях ***быстрого падения УГВ*** этапы эволюции луговых и, реже, болотно-луговых почв, существенно отличаются от “солончакового”пути.

В отличие от *луговых и болотно-луговых почв*, нами практически не встречались в Приаралье объекты, на которых удалось бы наблюдать не солончаковый путь эволюции *лугово-болотных почв*. Вероятно, это связано с тем, что даже в условиях быстрого падения УГВ в целом в пределах ландшафта, приуроченного к какому-либо руслу или протоке, в пониженных элементах рельефа, где и формируются лугово-болотные почвы, длительность существования гидроморфного и полугидроморфного периода больше. Вероятно, немаловажную роль играют здесь также явления перемещения солей, выносимых из почв повышений в понижения рельефа как за счет латеральной внутрипочвенной миграции, так и путем эолового выноса. И, наконец, существенным обстоятельством в относительном накоплении и удержании солей лугово-болотными почвами в отличие от луговых является более тяжелый грансостав первых, что способствует накоплению и более длительному удержанию легкорастворимых солей.

В отличие от лугово-болотных почв, основной тренд изменения луговых и болотно-луговых почв склонов прирусловых валов при быстром опускании УГВ заключается в отакыривании этих почв минуя стадию активного засоления. Основными этапами эволюции почв здесь являются сначала отакыривающиеся роды луговых типичных и болотно-луговых почв, переходящие затем в подтип луговых отакыренных почв и, наконец, в тип такыровидных почв, как правило, остаточно-лугового рода. Быстрое падение УГВ приводит в первую очередь к резкому угнетению или даже последующей быстрой гибели кустарниковых тугаев, состоящих преимущественно из тамарикса. Следствием этого является оголение поверхности и резкое иссушение почвенного профиля на всю его глубину.

Капиллярная кайма не достигает поверхности, а вынос солей из минерализованных грунтовых вод биогенным путем заторможен. В результате происходит быстрая минерализация органического вещества, потеря водопрочности почвенной структуры. Выраженность “законсервированных” остаточных признаков оглеения здесь наибольшая. В профиле отмечаются многочисленные охристые пятна, прожилки, выцветы, даже ортштейны, однако сизых тонов в окраске нет.

В случае *резкого падения уровня минерализованных грунтовых вод*, хотя и отмечается некоторое обогащение всего профиля, и особенно его верхней части

легкорастворимыми солями, однако при этом электропроводность в максимально засоленных подповерхностных горизонтах редко превышает 7-10 мСм. Поверхностный же корковый горизонт практически всегда остается одним из наименее засоленных в профиле за счет промывания его атмосферными осадками (рис.22, стадия 2- (д)). Характер распределения солей по почвенному профилю типичен для квазиравновесных типичных луговых и болотно-луговых почв: максимумы солей приурочены к наиболее тяжелым по грансоставу солям, а дифференцированности профиля по характеру засоления нет, и даже наоборот, встречаются солевые профили “рассоления”. Наличие коркового относительно рассоленного горизонта позволяет отнести почвы, соответствующие этой стадии развития, к луговым отакыривающимся или болотно-луговым отакыривающимся.

У почв, развивающихся по этому пути, прочность, мощность и пористость такыровидной корки значительно меньше, чем у почв, прошедших солончаковую стадию. Структура подповерхностного горизонта здесь также значительно менее водопрочная, а длительность сохранения остаточных признаков луговости в виде “законсервированного” оглеения значительно больше.

Есть и другие отличия. Так, например, в некоторых почвах обнаруживаются псевдоморфозы глинистой массы, выполненные по корневищам тростника. В почвах, проходящих солончаковую стадию, такие псевдоморфозы не обнаруживаются. Лишь в редких случаях на стадии такыровидной солончаковой почвы или отакыренных солончаков можно встретить глубоко в профиле слаборазложившиеся остатки корневищ.

С течением времени характер распределения солей по профилю почв, развивающихся по этому пути, практически не меняется. Он как бы консервируется на нескольких десятков и сотен лет. Основные же изменения, происходящие при этом, сводятся только к углублению горизонта с максимальным содержанием солей до 20-30 см и ниже, а также к уменьшению солесодержания в поверхностном корковом горизонте до 1-2 мСм (рис.22, стадия 3 – (з), стадия 4 – (л)).

В морфологическом строении почв при этом происходят изменения, связанные с усилением выраженности признаков отакыривания, что проявляется, как указывалось выше, в смене луговых отакыривающихся и болотно-луговых отакыривающихся почв лугово-отакыренными, затем такыровидными остаточно-луговыми и, наконец, такыровидными типичными почвами.

Интересно отметить, что в отличие от почв, исходно формирующихся на легких отложениях прирусловых валов, почвы пологонаклонных склоновых равнин не рассоляются до малых значений ЕС. В них всегда даже по прошествии сотен лет можно обнаружить максимум солесодержания на глубине 20-40-60 см со значениями ЕС около 10 мСм и даже выше. Можно предположить, что основной причиной этого является слабое участие растительности в выносе солей на поверхность почвы. Действительно, практически сразу после опускания уровня грунтовых вод растительность, покрывающая территории пологонаклонных склоновых равнин, сильно изреживается. Уже через 30-40 лет основную биомассу здесь создают обедненные сообщества видов либо с неглубокой (до 30 см), либо с очень глубокой (более 5-6 м) корневой системой (Anabasis aphilla, Tamarix sp., Capparis spinosa, Salsola foliosa и др.). Поэтому запасы солей, накопленные в первые несколько лет после резкого падения уровня грунтовых вод, здесь практически не меняются, а имеет место простое перераспределение солей в пределах почвенного профиля.

Позволим также обратить внимание на некоторое отличие механизмов эволюции почв в условиях быстрых скоростей опускания уровня ГВ. Раньше, в условиях медленного опускания ГВ или даже их долгого стояния на одном уровне, аутоволюция почв всегда сопровождалась их засолением вплоть до образования солончаков.

В дальнейшем, если не происходило возобновление режима поемности, трансформация почв осуществлялась в направлении рассоления и отакыривания солончаков, образования такыровидных почв и такыров.

В настоящее время ряд территорий современных опустынивающихся дельт Приаралья испытывает быстрое обсыхание, для которого солончаковая фаза не является облигатной промежуточной стадией. Это происходит в тех условиях, когда отрыв капиллярной кайм от почвенной толщи происходит настолько быстро, что возрастающая минерализация грунтовых вод не успевает воздействовать на почвенную толщу.

Необходимо заметить, что в большинстве случаев отсутствие солончаковой фазы вовсе не является положительным фактором для развития природных систем. Напротив, если в солончаковую гидроморфную и полугидроморфную фазу, как правило, происходит накопление органического вещества, подготовка условий для становления водопрочной почвенной структуры, то в случае быстрого обсыхания гидроморфные аллювиальные почвы в силу слабой водопрочности структур очень быстро ее теряют и, соответственно, снижается их влагоудерживающая способность (по видимому, с этим и связано появление признаков отакыривания уже на ранних стадиях). Органическое вещество в них быстро минерализуется (с 4-7% до 0,5-1% в гумусовом горизонте за 10-30 лет). Такие почвы, особенно образованные на отложениях суглинистого и глинистого гранулометрического состава, как правило, длительное время остаются бесплодными, поскольку для закрепления и развития на них ксерофитов требуется длительный подготовительный период (соответствует паузе в зарастании).

Высокое же засоление, напротив, создает условия для консервации почвенной структуры и органического вещества, образованного и накопленного в луговую фазу. В дальнейшем, на протяжении длительного (в силу малого количества атмосферных осадков) периода рассоления солончаков в автоморфных условиях, происходит не быстрая и резкая, а постепенная трансформация почв и растительности, плавный переход в ксероморфную фазу, минуя этап полной бесплодности ландшафтов, в период которого ландшафт бывает особенно подвержен разным дополнительным нагрузкам: техногенному воздействию, эрозии, дефляции и т.д.

Надо заметить, что подобную же положительную роль засоление играет и в случае с обсыханием торфяных почв под тростниковой растительностью. Здесь происходят явления того же рода, что и описанные выше для луговых почв, однако проявляющиеся в более контрастном виде. Так, нами описано несколько вариантов остаточно-болотных почв разной степени засоления. В случае высокого засоления и сравнительно близкого (1-1,5 м) стояния грунтовых вод на поверхности сохраняются тростниковые купаки. Минерализация органического вещества купаков происходит постепенно с образованием мелкозернистого гумусового горизонта. На конечных стадиях обсыхания почв и минерализации купаков эти пространства постепенно заселяются высокопродуктивными кустарниковыми сообществами (Tamarix sp.). В случае слабого засоления и глубокого (более 3-5 м) залегания ГВ минерализация торфа происходит очень быстро. В связи со слабой водопрочностью и агрегированностью мелкозема он выполняет пустоты, образовавшиеся после минерализации тростника (псевдоморфы по стеблям и корневищам). На поверхности почвы тростниковых купаков в это время практически не видно. Поверхность почвы голая, с редкими солянками. Верхний корковый горизонт плотный, практически лишенный пор, с редкими трещинами. Лишь на более поздних стадиях здесь отмечается появление редких ксерофитов, преимущественно закрепляющихся по трещинам.

Таким образом, следует отметить, что вопреки устоявшемуся мнению о вреде засоления почв, в данной ситуации временная фаза засоления обсыхающих почв играет положительную роль, сохраняя накопленные в болотную или луговую фазу элементы

почвенного плодородия, и создавая базу для постепенных биогенных трансформаций опустынивающихся экосистем.

Необходимо отметить, что скорость прохождения стадий отакыривающихся и отакыренных луговых почв чрезвычайно высока. Эти стадии успевают завершится в течение нескольких десятков лет в условиях быстрого отступания УГВ. Так, через 20-25 лет интенсивного обсыхания луговые отакыренные почвы могут занимать около 80% площади склонов к межрусловому понижению. Отакыривающиеся луговые типичные почвы встречаются при этом только в виде отдельных мелких пятен размером около 2-3 кв. м, тяготеющих к нижним частям склонов, общая площадь которых не превышает 5-10%. Остальные 10 % площади — это такыровидные остаточно-луговые почвы. А через 60—80 лет интенсивного обсыхания на склонах к межрусловому понижению встречаются только такыровидные остаточно-луговые почвы.

Таким образом, для почв, испытывающих опустынивание на территориях пологонаклонных склоновых равнин от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям, также характерны два основных пути их эволюции и динамики солевого профиля, зависящих от условий обсыхания. При быстром, почти резком опускании уровня грунтовых вод до глубины, при которой капиллярная кайма не поднимается до почвенного профиля (до 3-4 м и ниже), почвы развиваются по пути так называемого “постгидроморфного отакыривания”, при котором уже в первые 5-20 лет формируется характерный солевой профиль с рассоленным поверхностным корковым горизонтом и горизонтом максимального скопления солей в подкорковой части профиля. При развитии почв по этому пути солончаков не образуется, а в течение первого столетия после начала обсыхания происходит только постепенное углубление горизонта максимального скопления солей до глубины 20-40 (реже до 60) см.

При постепенном падении уровня грунтовых вод и плохой их отточности происходит постепенный рост минерализации грунтовых вод, приводящий в условиях десуктивно-выпотного водного режима к формированию злостных солончаков с максимумом солесодержания в поверхностном горизонте. Только после окончательного отрыва капиллярной каймы грунтовых вод от поверхности и/или корнеобитаемой толщи основной массы галофитов начинается постепенное рассоление поверхностного коркового горизонта и развитие процесса “постгаломорфного (или постсолончакового) отакыривания”. Лишь к концу первой сотни лет после начала обсыхания черты почв, развивающихся по двум указанным путям, становятся сходны, но окончательно оба пути развития смыкаются лишь по прошествии нескольких сотен лет.

Обобщенная схема постгидроморфной эволюции почв, формирующихся на склонах от прирусловых валов к межрусловым понижениям, приведена на рисунке 23.

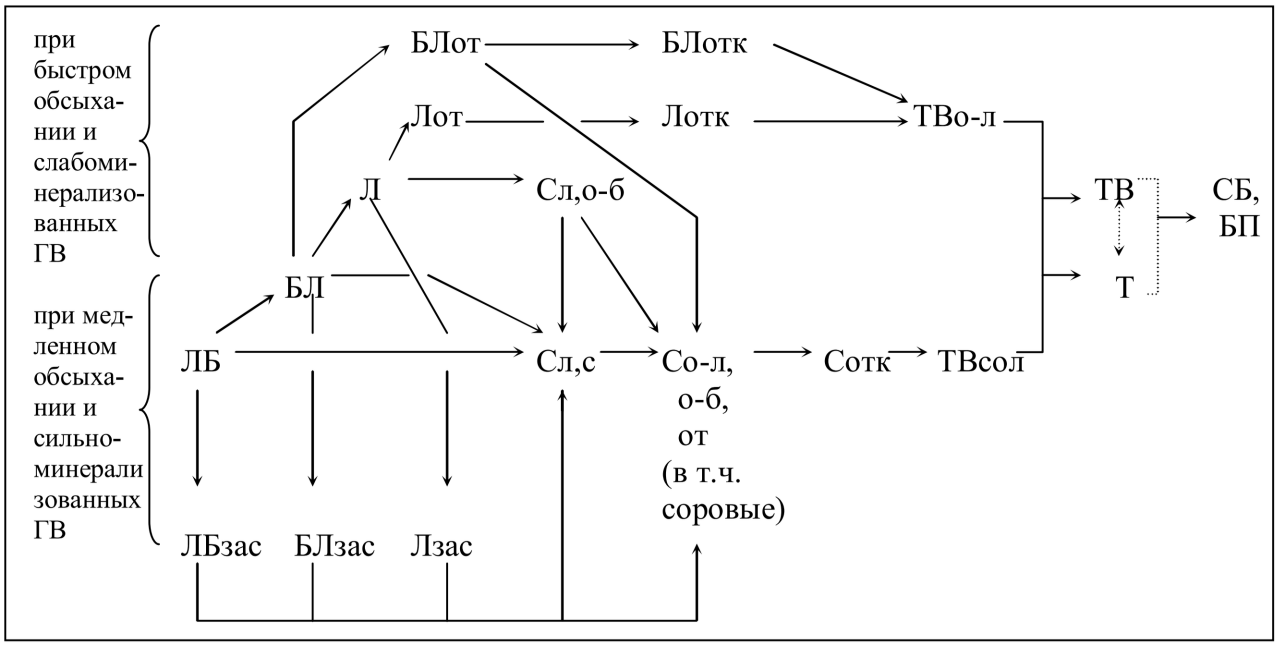


Рис. 23. Схема постгидроморфной эволюции почв современных опустынивающихся дельт Приаралья на склонах к межрусловым понижениям

Динамика засоления и эволюция почв обсыхающих межрусловых понижений и озерных депрессий.

Межрусловые понижения и озерные депрессии приурочены, главным образом, к внутренним дельтам низовьев Амударьи. Эти местности представляют собой вытянутые углубления между разветвленными речными протоками. Расположение в нижних участках русловых систем способствовало накоплению в межрусловых понижениях аллювиальных отложений среднего и тяжелого механического состава с преобладанием суглинков. Другим важным компонентом отложений на этих территориях является ил, образовавшийся в результате отмирания и гниения растительности, а в ряде случаев — торф.

Почвенный покров межрусловых понижений разнообразен. В небольших депрессиях, на склонах озерных впадин и днищах бывших озер расположены болотные, лугово-болотные, болотно-луговые и луговые почвы; солончаковые комплексы занимают, как правило, положительные формы рельефа. По засолению почвы лугово-болотного ряда также разнообразны: от незасоленных до сильнозасоленных, что определяется литологическим строением почвогрунтов, интенсивностью оттока грунтовых вод и их минерализацией. В случае выхода на поверхность сильноминерализованных грунтовых вод при их плохом оттоке в пониженных элементах рельефа наряду с болотными засоленными почвами формируются болотные, а также соровые солончаки, в которых мощность солевого слоя толщи может достигать 5-7 см и более.

Направления эволюции почв межрусловых понижений при опустынивании в целом сходны с эволюцией почв склонов к межрусловым понижениям, описанной выше.

Отличительные особенности изменений почв на этих позициях рельефа заключаются, во-первых, во включении в процесс эволюции болотных почв, которые, как правило, имеют тяжелый мехсостав, постоянно переувлажнены (УГВ не опускаются

ниже 0,5-0,7 м) и обогащены торфяной или перегнойно-иловатой органической массой. Их профиль AG —G или T (Ат) —(TG или AG) — G.

В условиях медленного опускания ГВ эти почвы, как правило, наиболее долгое время находятся в гидроморфном и полугидроморфном режиме и отличаются максимальным засолением при эволюции почв по “солончаковому” пути. По сути, бывшие болотные и лугово-болотные почвы “живых” дельт — это основной “источник” злостных солончаков в опустынивающихся и опустыненных дельтах.

Второй отличительной особенностью является почти полное отсутствие луговых типичных почв в межрусловых понижениях. Поэтому почти с полной уверенностью можно говорить, что обнаружение луговых почв на территории межрусловых понижений является признаком начавшегося обсыхания. Подтверждением тому служат и характерный "профиль засоления" таких почв, и слаборазвитые признаки луговости (дерновый горизонт, комковато-зернистая структура).

Третьей отличительной особенностью постгидроморфной эволюции болотных почв является широкое распространение болотных солончаков, отличающихся угнетенной болотной растительностью и наличием солевых выцветов и новообразований с поверхности почв или в их верхнем горизонте.

При медленной постгидроморфной эволюции болотных почв болотные солончаки обычно преобразуются со временем в луговые солончаки, а в условиях быстрого падения УГВ — в остаточно-болотные солончаки с характерной комковато-бугристой поверхностью из отмерших купаков тростника. Перепады микрорельефа таких поверхностей существенным образом зависят от скорости падения грунтовых вод и исходной мощности торфяных отложений. Нами были описаны такие солончаки с перепадом высот микрорельефа, достигающего 1 м. На такого рода остаточно-болотных солончаках, как правило, стадия отакыривания поверхности не наступает до тех пор, пока не закончится минерализация всего органогенного торфяного слоя, сопровождающаяся часто интенсивным выдуванием образующегося при этом рыхлого мелкозема. Скорость минерализации и “срабатывания” верхней обсохшей торфянистой или торфяной толщи в условиях быстрого падения УГВ чрезвычайно высока. По нашим наблюдениям, более чем метровая толща торфа способна минерализоваться всего за 20-30 лет.

Изменение характера распределения солей по профилю почв обсыхающих межрусловых понижений и озерных депрессий происходит в целом по тем же основным путям, что и в почвах описанных выше территорий. Однако, есть существенные различия в механизмах и временных интервалах прохождения разных стадий.

Поскольку замкнутые озерные депрессии и плоходренируемые межрусловые понижения с отложениями тяжелой литологии являются областями локальной аккумуляции легкорастворимых солей в дельтах, то формирующиеся здесь лугово-болотные и болотные почвы, как правило, исходно засолены в той или иной степени, вплоть до стадии формирования болотных солончаков. Для этих почв характерно близкое (в пределах 1 м) залегание минерализованных грунтовых вод, что в условиях десуктивно-выпотного водного режима обеспечивает два максимума солесодержания в почвенном профиле: с поверхности и в водоносном горизонте (рис.24, (а)). Периодические паводки регулярно промывают почвенный профиль от солей, а появление солевого максимума в верхнем горизонте является циклически возникающим сезонным признаком.

При прекращении регулярных паводков изменение солевого профиля почв понижений происходит по тем же путям, что и почв склоновых территорий. Однако, динамика происходящих изменений во многом предопределяется тем, что пониженные элементы рельефа являются территориями, на которых аккумулируются привносимые с

латеральным и поверхностным стоком соли, выносимые с участков, расположенных выше по рельефу.

Именно поэтому *в случае резкого падения уровня грунтовых вод* стадия обсыхания, при которой происходит перераспределение по профилю солей, накопленных на стадии развития болотных почв, затягивается до 25—30 и более (часто до 50) лет (табл. 12).

Таблица 12. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территории межгрусловых понижений и озерных депрессий

Стадии опустынивания (кол-во лет):	Исходная	1-ая: "Обсыхание" 5-30 (50) лет	2-я: "Опустынивание-1" 30-50 (150) лет	3-я: "Опустынивание-2" до 1000лет	Эквифинальная более 1000 лет
Уровень грунтовых вод, м					
При резком падении:	0-1.2	не выше 2	не выше 3	не выше 4-6	не выше 5-6
При постепенном падении:	0-1.2	1-3	2-5	не выше 5-6	не выше 5-6
Гумус, %					
При резком падении УГВ:	2-12 (20)	0.7-2 (4)	0.2-1.5	0.1-1	0.1-1.2
При постепенном падении УГВ:	2-12 (20)	1.5-4 (6)	0.5-3	0.2-1	0.1-1.2
Мощность коркового горизонта, см					
При резком падении УГВ:	отсутствует	1-2, хрупкий	2-5	4-10	4-10
При постепенном падении УГВ:	отсутствует	отсутствует	1-3, хрупкий	4-10	4-10
Признаки восстановительных условий:					
При резком падении УГВ:	по всему профилю	остаточные по всему профилю	остаточные по всему профилю	остаточные по всему профилю и иногда современные до 30-50 см	часто современные с поверхности до глубины 30-50 см
При постепенном падении УГВ:	по всему профилю	по всему профилю	остаточные по всему профилю		
Преобладающие почвы:					
При резком падении УГВ:	Лугово-болотные, Болотные, Солончаки болотные	Лугово-болотные отакыривающиеся, Солончаки типичные отакыривающиеся, Болотно-луговые и Луговые засоленные	Солончаки остаточно-болотные отакыривающиеся, Солончаки отакыренные	Солнчаки отакыренные, Такыровидные остаточно-солончаковые	Такыровидные типичные, Такыры
При постепенном падении УГВ:	Лугово-болотные, Болотные, Солончаки болотные	Солончаки луговые, типичные и соровые (виды: мокрые, черные, выцветные, пухлые)	Солончаки луговые, типичные и соровые (виды: мокрые, черные, выцветные, пухлые)	Солнчаки отакыренные, Такыровидные остаточно-солончаковые	Такыровидные типичные, Такыры

При этом увеличения запасов солей в почвенном профиле, как правило, не происходит, а солевой профиль имеет ярко выраженный максимум в подповерхностном горизонте (рис.24, стадия 1 – (б)). Если поверхностный горизонт исходно был минеральным, то он уже на этой стадии начинает приобретать признаки отакыривания. Если верхний горизонт был торфянистым или торфяным, то признаки отакыривания поверхности почв начинают проявляться только после окончательной минерализации торфа, что обычно имеет место через 15-30 (50) лет после начала обсыхания.

В дальнейшем в почвенном профиле, несмотря на то, что грунтовые воды находятся глубоко, происходит накопление солей за счет их латерального привноса с территорий, расположенных выше по рельефу. Сопоставление временных интервалов стадий опустынивания для почв склоновых территорий и для почв понижений показывает, что в то время как солевой профиль первых уже приобретает черты, характерные для эквифинальной стадии, в почвах понижений происходит интенсивное накопление солей в верхней метровой толще профиля, хотя имеет место и рассоление верхних корковых и подкорковых горизонтов. Для этой стадии развития характерно формирование солончаков остаточно-болотных отакыривающихся и солончаков отакыренных.

Постепенное падение уровня грунтовых вод при отсутствии паводков приводит на первых этапах к развитию почв по пути формирования злостных солончаков (от луговых до соровых) пухлых, мокрых, черных и выцветных видов с максимумами соленакопления в верхних горизонтах (ЕС достигает величин 70-90 мСм. В отличие от аналогичных почв, формирующихся на пологонаклонных склоновых равнинах, здесь и в нижних горизонтах ЕС редко опускается ниже 12-18 мСм (рис.24, стадия 1 – (в)).

Только после опускания грунтовых вод до глубин, при которых не происходит засоления поверхностных горизонтов (3-5 м и более), в этих почвах начинается отакыривание и формирование верхних рассоленных коркового (и даже подкоркового) горизонтов, часто большой мощности (до 7-10 см). Максимум солесодержания смещается на глубину 15-30 см и формируются корково-пухлые, а затем отакыривающиеся виды остаточно-болотных, типичных и луговых солончаков (рис.24, стадия 2 – (г) и (д)). Эта стадия также оказывается сильно растянута по времени (до первых сотен лет) по сравнению с аналогичной стадией для почв склоновых равнин, что, также как и в предыдущем случае, объясняется дополнительным латеральным и поверхностным привносом солей из почв повышенных элементов мезорельефа в бессточные или плоходренируемые понижения.

Смыкание тенденций динамики солевого профиля почв понижений происходит, насколько можно судить по нашим данным, не ранее чем через 300 лет после начала обсыхания. При этом происходит общее уменьшение солесодержания в профиле (до 15-20 мСм в горизонте максимального скопления солей), формирование четко выраженного горизонта с максимумом солей на глубине 20-40 см (также как и в почвах склоновых равнин), и образование хорошо выраженного коркового горизонта мощностью от 5 до 10 см (рис.24, стадия 3 – (е)).

Почвы, соответствующие этой стадии, носят название солончаков отакыренных и такыровидных остаточно-солончаковых.

Важно отметить, что если для почв склоновых пологонаклонных равнин такое распределение солей по профилю практически остается без изменений на протяжении сотен лет, то в почвах понижений оно претерпевает дальнейшие изменения.

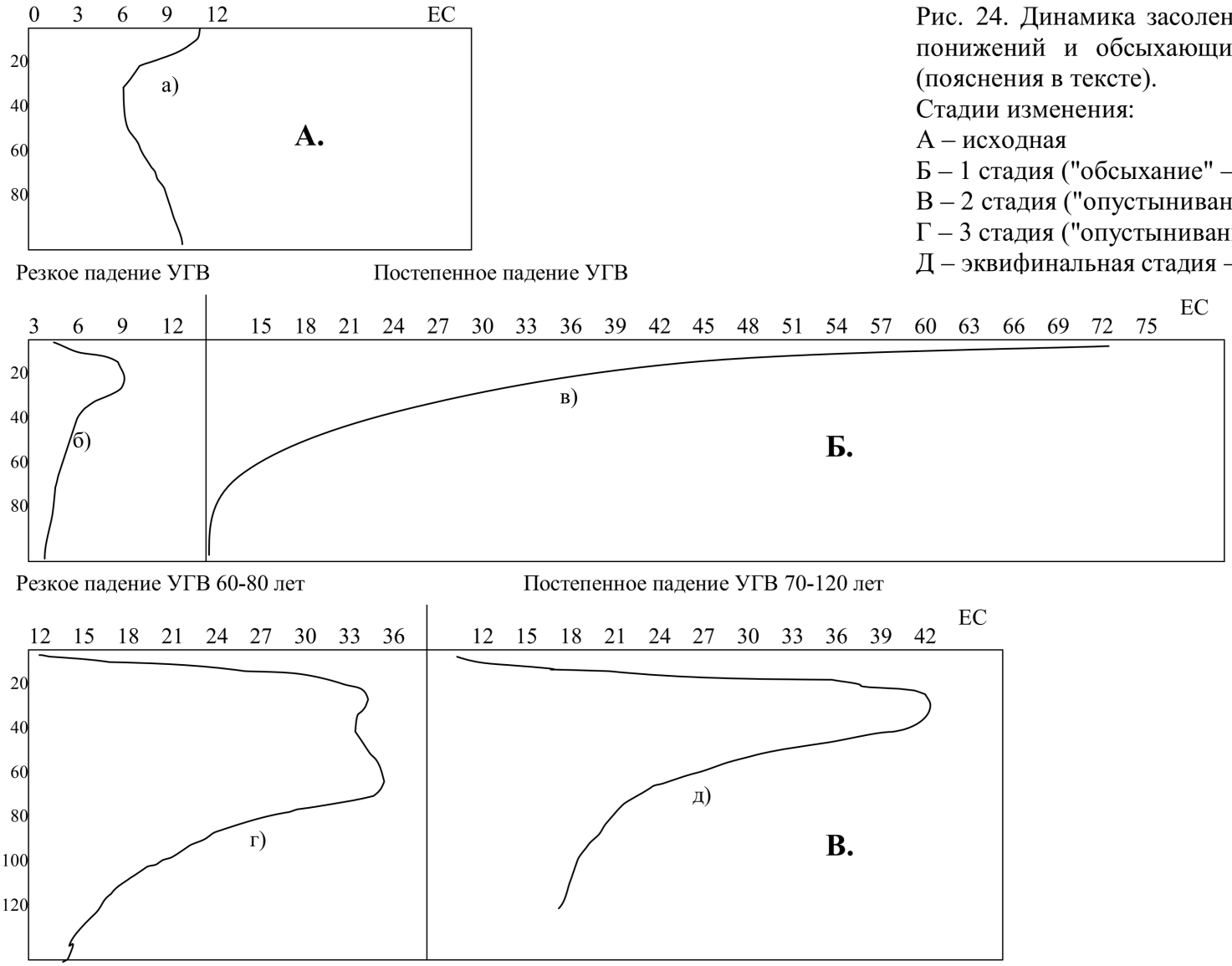


Рис. 24. Динамика засоления почв межрусловых понижений и обсыхающих озерных депрессий (пояснения в тексте).
Стадии изменения:
А – исходная
Б – 1 стадия ("обсыхание" – 15-50 лет)
В – 2 стадия ("опустынивание-1" – 50-150 лет)
Г – 3 стадия ("опустынивание-2" – до 1000 лет)
Д – эквифинальная стадия – более 1000 лет

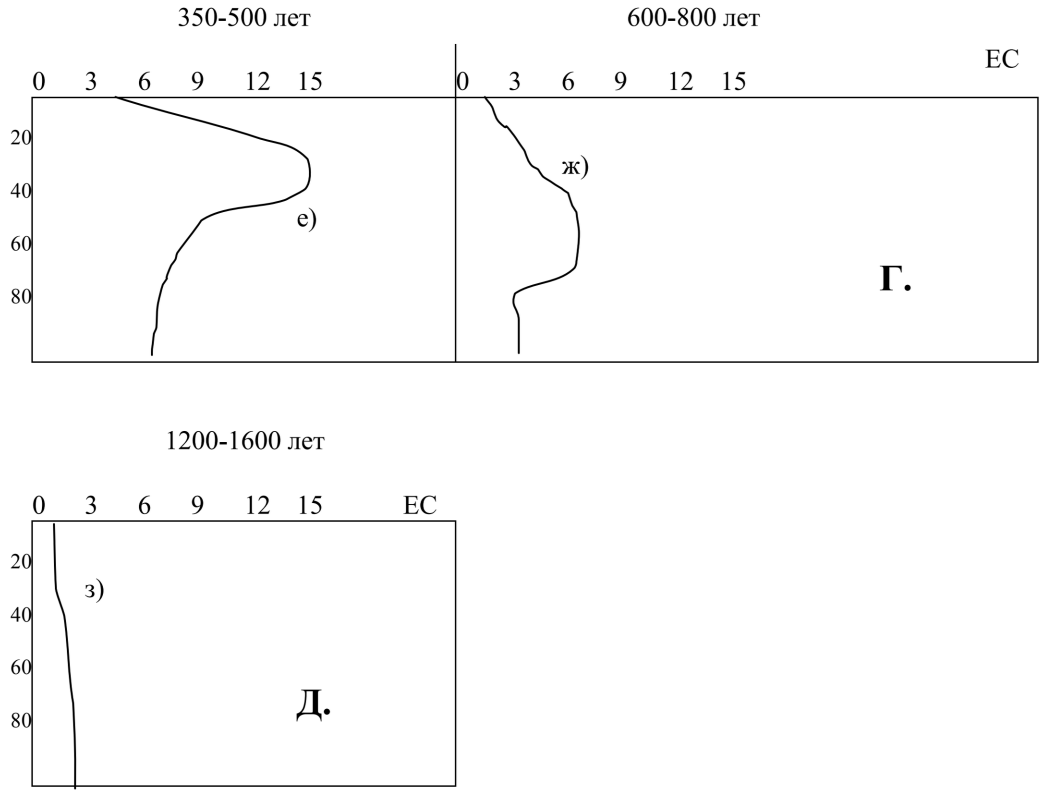


Рис. 24. Продолжение

По всей видимости, понижения, являясь областями сезонной аккумуляции атмосферных осадков, испытывают гораздо более сильное их рассоляющее действие, чем почвы повышенных элементов рельефа. В то время, когда прогрессирующего рассоления последних уже не происходит, и соответственно, в понижениях перестают накапливаться соли, поступающие с латеральным и поверхностным стоком, начинается прогрессирующее рассоление почв понижений. По нашим наблюдениям, этот процесс обычно начинается не ранее чем через 100—150 лет после начала обсыхания, что приводит через 300-400 лет сначала к общему рассолению профиля (рис.24, стадия 3 – (е)) и формированию сначала отакыренных солончаков, а затем такыровидных остаточно-солончаковых почв. По прошествии 600-800 лет процесс отакыривания усиливается за счет дальнейшего рассоления профиля в целом и поверхностных горизонтов, в частности, а также в результате смещения солевого максимума на глубину 40-60 см (рис.24, стадия 3 – (ж)). Почвы, формирующиеся на этой стадии, носят название такыровидных типичных почв. И, наконец, через примерно тысячу с небольшим лет, на эквифинальной стадии, процесс рассоления почв понижений заходит так глубоко, что здесь формируются практически незасоленные или слабозасоленные такыры или (реже) такыровидные почвы (рис.24 – (з)).

Описанные тенденции находят подтверждение и в других признаках, изменения которых сопровождают эволюцию болотных солончаков, а также болотных и лугово-болотных почв понижений опустынивающихся дельт в такыровидные типичные почвы пустынь и такыры (таблица 12).

Обобщенная схема постгидроморфной эволюции почв, формирующихся в межрусловых понижениях, приведена на рисунке 25.

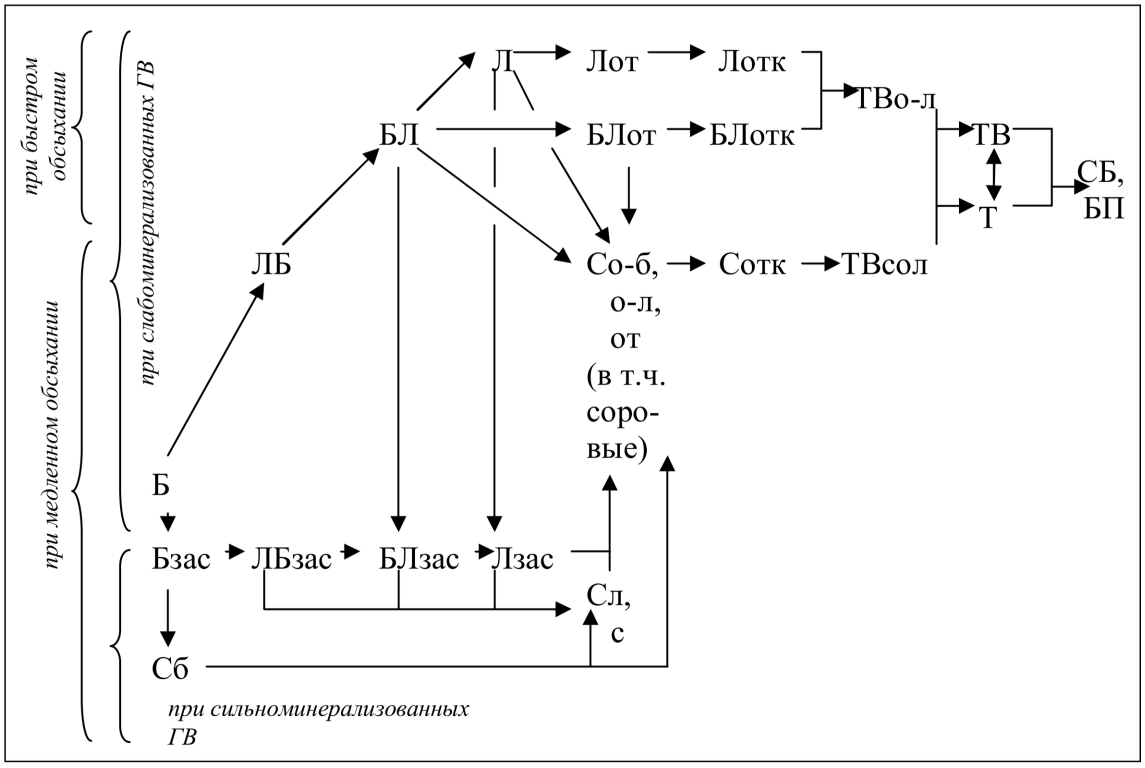


Рис.25. Схема постгидроморфной эволюции почв межрусловых понижений и озерных депрессий.

Таким образом, как показали наши исследования, динамика засоления и эволюция опустынивающихся почв дельтовых территорий Приаралья в основном определяется тремя условиями: а) темпами опускания уровня грунтовых вод, б) длительностью обсыхания территории, в) исходной приуроченностью почв к различным элементам дельтового мезорельефа.

Темпы опускания уровня грунтовых вод предопределяют два основных пути динамики распределения солей по почвенному профилю вне зависимости от приуроченности исходных почв к различным элементам дельтового мезорельефа.

В случае быстрого падения уровня грунтовых вод до глубины, при которой капиллярная кайма не оказывает воздействия на почвенный профиль (примерно 3 метра), уже в первые 5-20 лет после начала обсыхания формируется солевой профиль с характерным максимумом солесодержания в подповерхностном горизонте или средней части профиля.

В случае медленного падения уровня грунтовых вод (за тот же срок — до глубины 1-2 м), при котором капиллярная кайма долгое время остается в пределах почвенного профиля, обязательной стадией в развитии почв является этап, при котором максимум солесодержания приурочен к поверхностному горизонту, а почвы в большинстве случаев проходят стадию солончака.

С течением времени в почвах, развивающихся по второму пути, распределение солей по профилю становится сходным с почвами, развивающимися по первому пути. Самые быстрые изменения при этом происходят в почвах прирусловых валов (уже через 15-30 лет после начала обсыхания), затем в почвах пологонаклонных равнин склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям (через 30-60 лет после начала обсыхания). Самыми медленными изменениями характеризуются почвы обсыхающих межрусловых понижений и озерных депрессий (только через 50-150 лет после начала обсыхания).

Дальнейшие изменения во времени для обоих путей развития солевого профиля характеризуются заглублением максимума солесодержания и снижением запасов солей в почвенном профиле. При этом на конечных эквифинальных стадиях почвы обсохших прирусловых валов и межрусловых понижений отличаются от почв пологонаклонных склоновых равнин почти полным рассолением профиля (до величин ЕС менее 3 мСм) и равномерным распределением солей.

Важно отметить, что если распределение солей по профилю почв обсыхающих прирусловых валов и пологонаклонных склоновых равнин вне зависимости от пути развития солевого профиля достигает состояния, близкого к состоянию соответствующей эквифинальной стадии уже через 100-150 лет (иногда быстрее — через 50-100 лет) после начала обсыхания, то в почвах межрусловых понижений этот процесс затягивается на сотни лет. При этом вне зависимости от пути развития солевого профиля последние обязательно проходят стадию солончака. В почвах прирусловых валов и пологонаклонных склоновых равнин образование солончаков возможно только при развитии почв в условиях постепенного падения уровня минерализованных грунтовых вод.

Таким образом, степень засоления почв обсыхающих дельтовых равнин и характер распределения солей по их профилю существенным образом определяет разнообразие почв, формирующихся в первые годы и десятки лет после прекращения паводковых разливов и опускания уровня грунтовых вод. С течением времени это разнообразие сужается вне зависимости от исходной приуроченности почв к различным элементам дельтового мезорельефа.

В отличие от песчаных и супесчаных почв обсыхающих прирусловых валов, пути эволюции и динамика засоления почв обсыхающих межрусловых понижений и

пологонаклонных равнин склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям более сходны, что получило отражение и на схемах эволюции почв этих элементов дельтового рельефа (рисунки 21,23,25), составленных на основании обобщения наблюдений за почвами дельт.

В приведенных схемах эволюции почв межрусловых понижений и их склонов при опустынивании четко прослеживаются две основные ветви. Это, как мы уже говорили, “солончаковый” и “несолончаковый” пути, каждый из которых вне зависимости от предшествующих стадий характеризуется появлением в почвах на последних этапах признаков отакыривания в виде плотной более-менее прочной пористой корки мощностью в несколько сантиметров, отличающейся характерным полигональным растрескиванием. В зависимости от пути эволюции образующиеся на этом этапе такыровидные почвы принадлежат к остаточно-солончаковым или остаточно-луговым родам.

Дальнейшие этапы эволюции такыровидных остаточно-солончаковых и остаточно-луговых почв наблюдаются на территории древних дельтовых областей Амударьи и Сырдарьи.

Естественная эволюция почв на территориях древних дельт Приаралья.

Наши исследования, а также обработка материалов разных авторов, посвященных описанию почв и почвенного покрова древних обсохших дельт Приаралья (Егоров, 1959; Лопатин с соавт., 1958; Минашина, 1972; Лобова, 1961; Вайлерт с соавт.,1961; Кимберг с соавт., 1964 и др.), показали, что в почвенном покрове древних опустыненных дельт в основном преобладают различные такыровидные почвы в комплексе с такырами, занимающими депрессии рельефа. На легких развеваемых отложениях и закрепленных песках формируются песчаные пустынные слаборазвитые и песчаные пустынные примитивные почвы. Важно отметить, что несмотря на длительность времени, прошедшего с начала обсыхания той или иной территории, принципиально новых почв в древнедельтовых областях, по сравнению с современными обсыхающими в течение первых десятков лет дельтовыми территориями, не возникает. За сотни и первые тысячи лет основные преобразования претерпевает почвенный покров, в составе которого постепенно исчезают различные гидроморфные и полугидроморфные почвы, а также солончаки, сменяясь такыровидными почвами и такырами.

За это время происходит как бы нивелирование различий в почвах, занимающих разные элементы рельефа. Почвы понижений, в которых гидроморфная и солончаковая стадия постгидроморфной эволюции проходят с некоторым запозданием по отношению к тем же стадиям эволюции почв склонов к межрусловым понижениям, постепенно “догоняют” в своем развитии последние, и почвенный покров становится более гомогенным.

Сходство путей эволюции почв межрусловых понижений и их склонов на последних стадиях постгидроморфной эволюции находит отражение и в схемах эволюции на рисунках 21, 23, 25.

Как видно из схем, последние стадии эволюции почв, формирующихся на этих элементах рельефа, одинаковы и заключаются в трансформации такыровидных остаточно-луговых и остаточно-солончаковых почв в такыровидные типичные и такыры, между которыми возможны взаимные переходы.

На этих стадиях продолжается постепенное рассоление почв, в большей степени затрагивающее такыровидные почвы склонов к местным депрессиям, которые в зависимости от времени, прошедшего с начала обсыхания, рассоляются на все большую глубину.

Одновременно в этих почвах постепенно снижается степень выраженности остаточных признаков былого гидроморфизма в виде охристых пятен, прожилок и покровов, хорошо заметные на ранних стадиях обсыхания. Так, если в такыровидных почвах после 500-600 лет обсыхания (древний оазис Ярбекир-кала) эти признаки еще отчетливы, то в такыровидных рассоленных почвах 1200-1600 лет обсыхания (древний оазис Гяур-кала) они практически не различимы невооруженным глазом.

Помимо длительности опустынивания, на степень "продвинутости" постгидроморфной эволюции почв дельтовых равнин в направлении отакыривания большую роль оказывает исходная расчлененность территории. Например, в исходно более расчлененных ландшафтах Кувандарьинской дельты (перепады рельефа в пределах элементарного ландшафта - до 4-6 м и более) по сравнению со слаборасчлененным ландшафтом Сарыкамышской дельты (перепады — не более 1-1,5 м), несмотря на близкую длительность периода обсыхания, понижения рельефа до настоящего времени все еще заняты отакыренными солончаками и реже — такыровидными остаточно-солончаковыми почвами. По нашему мнению, такие различия при одном и том же времени обсыхания могут быть связаны в первую очередь с тем, какую площадь и какую мощность аллювия дренируют локальные депрессии, являющиеся участками местной аккумуляции солей, поступающих с латеральным стоком в понижения рельефа. Чем больше расчлененность рельефа, тем больше мощность дренируемой толщи аллювия, тем большее время требуется для достижения геохимической стабильности ландшафта и формирования квазиравновесного почвенного покрова.

Помимо морфологических признаков почв и показателей солевого состояния, на высокую скорость почвообразования в течение первых десятков лет постгидроморфной эволюции и замедленную —на последующих этапах, исчисляемых сотнями и тысячами лет, указывают и другие свойства почв, опустынивающихся в направлении отакыривания. В частности, нами было показано (Горячев, 1999), что в процессе отакыривания почв происходит существенная дифференциация корковых и подкорковых горизонтов по содержанию лабильных силикатов, представленных смешаннослойными иллит-смектитами.

Важные качественные отличия отмечаются также и в микростроении почв древних опустыненных дельт. В отличие от такыровидных остаточно-луговых и такыровидных остаточно-солончаковых почв современной дельты Амударьи, время формирования которых насчитывает всего несколько первых десятков лет, в микроморфологическом строении такыровидных почв и такыров древней Сарыкамышской дельты наблюдаются качественные отличия (см. фото 23-26 на цветных вклейках).

В первую очередь, отличия связаны с микропористым строением коркового горизонта. Если в такыровидной остаточно-луговой почве основной формой почвенных пустот являются неориентированные трещины и газовые поры произвольной формы, то в хронологическом ряду такыровидных почв с увеличением сроков опустынивания от 400-600 до 1500-2000 лет газовые поры-камеры приобретают все более ориентированный вертикальный канальный характер и увеличиваются в длину. В нижней части коркового горизонта наиболее древних такыровидных почв по стенкам газовых пор отмечаются тонкие пленки ориентированной глины.

Подкорковые горизонты тех же почв отличаются разной степенью выраженности микрочешуйчатости. В той же хронологической последовательности отмечается закономерное упорядочение микрочешуйчатого строения карбонатно-

глинистой плазмы и горизонтальной ориентации микротрещин, а также увеличение обилия глинистых текстурных образований — кутан иллювиирования, внедренных в массу и полуразрушенных натеков.

В нижних горизонтах исследованных почв в той же хронологической последовательности усиливаются признаки карбонатности. Если на ранних стадиях опустынивания микрокристаллический кальцит распределен равномерно в карбонатно-глинистой плазме, то в почвах, развивающихся в направлении отакыривания несколько сотен лет, в подкорковом горизонте и ниже начинают проявляться скопления мелкокристаллического кальцита в составе плазмы, а на более поздних стадиях — в виде кристаллов, а иногда отмечается появление разноразмерных кристаллов гипса, приуроченных к поровому пространству и трещинам.

Микроморфологические исследования, проведенные на такырах и такыровидных почвах древних дельт, позволяют заключить, что несмотря на близость морфологических признаков, эволюция почв на этой стадии продолжается на уровне изменения микроморфологических признаков и проявляется в направлении усиления дифференциации почвенного профиля такыров и такыровидных почв по элювиально-иллювиальному типу.

Отмеченные закономерности крайне близки взглядам, высказывавшимся ранее Ковдой с соавт.(1956), Лобовой (1960), Минашиной (1973), Герасимовой с соавт.(1992) о генетической однотипности такыровых и серо-бурых пустынных почв, имея при этом в виду, что иллювиально-глинистый горизонт последних и дифференциация их профиля является результатом очень длительного развития из такыровидных почв или такыров. Процесс иллювиирования, отмечаемый ими, часто происходит в пределах нескольких сантиметров.

Наши мезоморфологические исследования ряда такыровидных почв в Кувандарьинской дельте Сырдарьи и Акчадарьинской дельте Амударьи показывают, что характерная дифференциация профиля зональных бурых полупустынных и серо-бурых пустынных почв начинает складываться уже в течение второго тысячелетия постгидроморфной эволюции. Так, например, характерные кутаны иллювиирования отмечались нами на мезоморфологическом уровне в такыровидной почве (фото 21 на цветных вклейках), а в серо-бурых почвах палеогеновых останцов Тузгыр и Таримкая в Сарыкамышской дельте и, особенно, бурых полупустынных почвах того же возраста на останцах в Сырдарьинской дельте глинистые натеки великолепно прослеживаются на макроморфологическом уровне, образуя хотя и тонкие, но сплошные покровы на поверхности почвенных отдельностей горизонта В.

Проведенные нами исследования позволяют предположить, что такыровидные почвы и такыры, хотя и представляют собой наиболее распространенный элемент почвенного покрова древнедельтовых областей, вместе с тем, не являются конечным этапом постгидроморфной эволюции почв этих регионов. Таким образом, на примере почвенного покрова Приаралья косвенно подтверждается идея Лобовой и Ковды о том, что такыровидные почвы древних водно-аккумулятивных равнин и зональные неоавтоморфные почвы генетически однотипны. Посттакыровый этап эволюции заключается в очень медленном преобразовании почвенного профиля по элювиально-иллювиальному типу, которое, начиная проявляться на микроморфологическом уровне на ранних стадиях развития такыровидных почв и такыров, по прошествии нескольких тысяч лет становится заметным на мезоморфологическом уровне, а через несколько десятков тысяч лет, вероятно, становится отчетливо выражено на макроморфологическом уровне в серо-бурых

пустынных и бурых полупустынных почвах такырно-солонцеватых и обыкновенных родов.

Несмотря на выраженную естественную тенденцию к развитию со временем такыровидных почв и такыров в зональные серо-бурые или бурые полупустынные почвы, на территории древних аллювиальных равнин в связи с исходной литологической неоднородностью почвообразующих пород большое распространение получают явления, связанные с образованием песчаных пустынных почв. Некоторые причины образования песчаных пустынных почв на местах бывших такыровых поверхностей (разбивание такырной корки животными, просадки, слоистость грунтов) мы описывали выше.

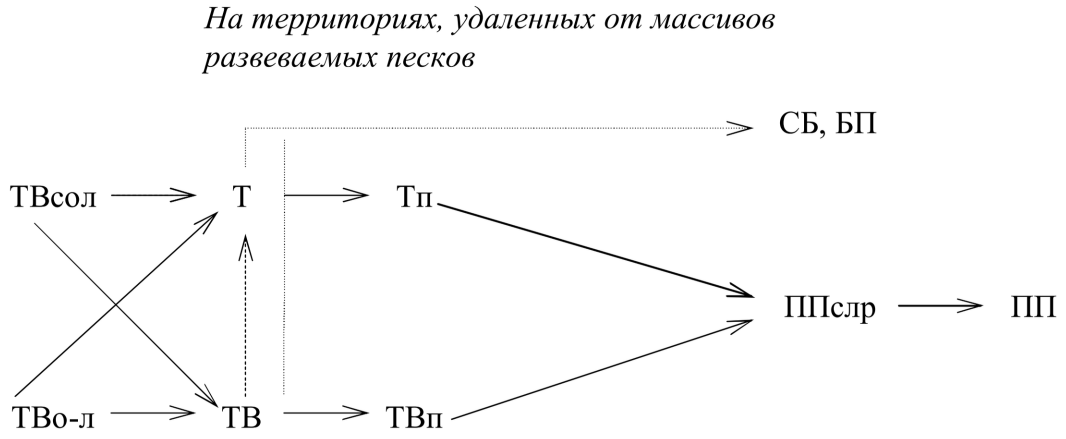


Рис.26. Схема естественной эволюции почв на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь.

Вместе с тем, гораздо большее распространение имеют явления, связанные с навеванием песчаного чехла на такыровую поверхность. Обычно формирование такого чехла начинается с появления бугров надувания у редких растений. Песок играет роль аккумулятора влаги (в первую очередь, конденсационной), позволяя развиваться более густой растительности. В результате постепенного увеличения густоты растительного покрова площадь и мощность песчаного чехла возрастает, аккумулируемая песком влага постепенно разрушает карбонатный цемент такырной корки, она со временем исчезает, а на поверхности формируются сначала слаборазвитые, а затем и полнопрофильные песчаные пустынные почвы.

Важно отметить, что образование песчаного чехла эоловым путем затрагивает также и сильнозасоленные почвы и солончаки, формирующиеся в депрессиях рельефа и не успевшие пройти стадию отакыривания. В этом случае навевание рассоленного песка на поверхность способствует ускорению рассоления почв.

Необходимым условием для развития описанного пути изменения почв является наличие относительно близко расположенных массивов развеваемых или слабозакрепленных песков. В частности, широкое распространение это явление имеет в Северной Акчадарьинской дельте, Кувандарьинской дельте, и лишь отдельными участками — в Сарыкамышской дельте.

Таким образом, широкое развитие явлений отакыривания и опесчанивания в древнедельтовых областях, протекающее с большей скоростью, чем формирование зональных серо-бурых или бурых полупустынных почв, приводит к тому, что здесь в естественных условиях формируется динамически равновесный почвенный покров, представленный сочетаниями и комплексами песчаных пустынных почв, такыровидных почв и такыров.

Изложенное позволило представить завершающие этапы естественной постгидроморфной эволюции почв дельтовых регионов Приаралья в виде обобщенной схемы (рис.26), которая легла в основу уточнения завершающих стадий эколого-генетических рядов опустынивания почв дельтовых областей Приаралья.

Процессы почвообразования при эволюции почв дельтовых территорий Приаралья

Общая характеристика и частные почвенные процессы опустынивания.

Опустынивание, протекающее в Приаралье, затрагивает, как указывалось выше, все компоненты преобразующихся ландшафтов.

Для каждого из компонентов этих ландшафтов: почв, растительности, рельефа, поверхностных и грунтовых вод, характерен свой набор процессов, связанных с опустыниванием.

Как было отмечено выше, каждая цепь эффектов, вызванных воздействием какого-либо из агентов опустынивания, сопровождается комплексом инициированных процессов, затрагивающих разные компоненты ландшафтов и приводящих, в свою очередь, к изменению облика и свойств этих компонентов.

Каждый из таких процессов рассматривается нами в ряду *частных процессов опустынивания.* Частные процессы опустынивания подразделяются нами на:

1) почвенные процессы;
2) процессы преобразования растительности (растительные сукцессии);
3) процессы преобразования рельефа;
4) гидрологические и гидрогеологические процессы.

Для описания механизмов, сопровождающих постгидроморфную эволюцию дельтовых территорий Приаралья при опустынивании нами в качестве примера был проведен детальный анализ совокупности первого из перечисленных блоков процессов - почвенных процессов.

При рассмотрении совокупности процессов, сопровождающих постгидроморфную эволюцию почв в Приаралье, за основу был принят систематический список элементарных процессов почвообразования, предложенный Б.Г.Розановым (1981).

Наиболее характерными частными почвенными процессами опустынивания (то есть теми почвенными процессами, которые ведут к изменению физиономического облика ландшафтов и играют основную роль в цепи естественных эволюционных изменений каждого из ландшафтных компонентов) для современной дельты Амударьи являются следующие:

1) засоление и рассоление;
2) оглеение и окисление;
3) гумификация и дегумификация;
4) торфообразование и минерализация органического вещества;
5) коркообразование при отакыривании или засолении;
6) дефляция и эрозия.

Процессы почвообразования в дельте протекают в зависимости от рельефа и литологии почво-грунтов, в условиях высокой контрастности водного режима: на фоне интенсивного испарения в сочетании с малым количеством осадков и низкой влажностью наступают периоды резкого увлажнения в сезоны дождей и весенних паводков. Следствием подобных условий увлажнения является нестабильность уровня грунтовых вод. До зарегулирования стока Амударьи и Сырдарьи в их живых дельтах существовал, в основном, промывной водный режим. В настоящее время в связи со значительным сокращением стока этих рек происходит обсыхание дельты. Углубление уровня грунтовых вод и уменьшение либо прекращение паводковых разливов привело к смене периодически промывного водного режима дельты на выпотной, что повлекло за собой прогрессивное опустынивание почв. В результате повсеместно на территории дельты наблюдается изменение интенсивности и направленности почвообразовательных процессов, появляются новые и затухают идущие прежде: например, почти повсеместно усиливается процесс засоления. Снижает свою интенсивность процесс гумусообразования и возрастает дегумификация и минерализация органического вещества на почвах лугового ряда, прекращается торфообразование в бывших затопляемых (болотных) почвах. Вместе с тем,начинается развитие процессов дефляции и эоловой аккумуляции на почвах, сформированных на породах легкого литологического состава; в случае почв тяжелой литологии активно идет отакыривание, являющееся комплексным процессом, включающим в себя целый ряд элементарных почвенных процессов таких, как коркообразование, рассоление верхнего слоя, дегумификация.

Кроме основных почвенных процессов, определяющих направление эволюции почв в изменяющихся природных условиях дельты Амударьи, в формировании почвенного покрова принимают участие процессы, которые не являются ведущими на данной определенной стадии. К таким процессам можно отнести оглинивание, загипсовывание и окарбоначивание (в зависимости от химизма засоления грунтовых вод) почвенного профиля; растрескивание при интенсивном высыхании поверхности; вспучивание при обсыхании сульфатных солончаков и т.п..

Для иллюстрации степени проявления и характера протекания почвенных процессов при эволюции почвенного покрова исследуемой территории могут служить схемы представленные на рисунках 27-34. На этих схемах по горизонтали в качестве относительной координаты использованы обобщенные эволюционные ряды почв, приуроченные к различным геоморфологическим, литологическим и гидрологическим условиям. Для сравнения по горизонтали приведены также шкала изменения уровня грунтовых вод и шкала времени опустынивания. Вертикальная координата (толщина полосы, соответствующей тому или иному процессу почвообразования) характеризует в относительных величинах степень проявления процесса.

Процессы почвообразования в современных опустынивающихся дельтах Амударьи и Сырдарьи.

<u>Процессы почвообразования при опустынивании природных комплексов прирусловых валов.</u>

Как видно из схем, представленных на рисунках 27 и 28, несмотря на расхождение путей постгидроморфной эволюции почв, развивающихся на грунтах разной литологии, наборы основных почвенных процессов, сопровождающих эту эволюцию, весьма сходны. Принципиальные же отличия в физиономическом облике опустынивающихся ландшафтов, формирующихся на прирусловых валах, обусловлены различиями в характере протекания почвенных процессов.

Так, на грунтах легкой литологии часто получает развитие процесс дефляции, возможность проявления которого возрастает по мере опускания ГВ, а степень проявления прямо зависит от скорости, с которой происходит это опускание. Чем быстрее опускаются ГВ, тем меньшее согласование наблюдается в динамических рядах опустынивания почв и растительности. Растительные сукцессии не успевают за почвенными изменениями, и часто результатом резкого падения УГВ на прирусловых валах является формирование ландшафтов с изреженной растительностью или даже с практически оголенной поверхностью почв.

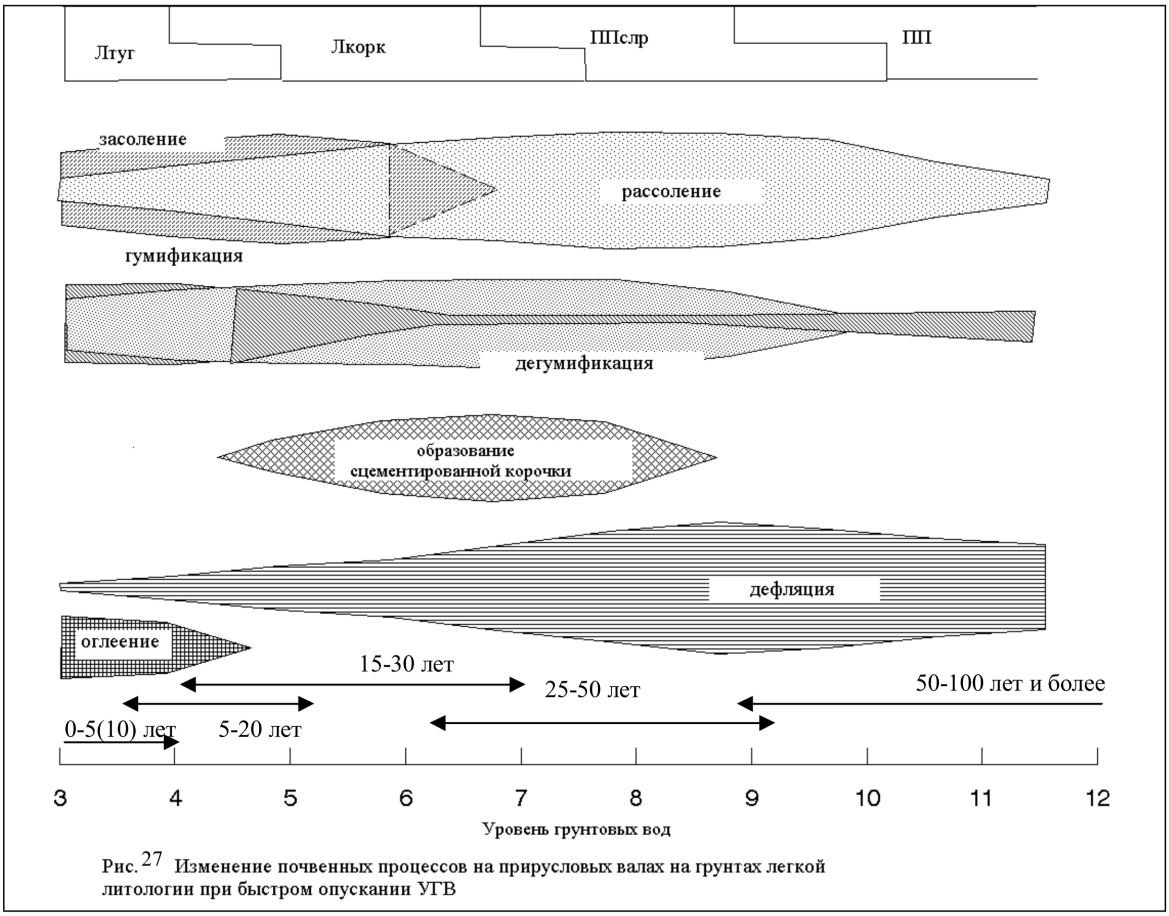


Рис. 27 Изменение почвенных процессов на прирусловых валах на грунтах легкой литологии при быстром опускании УГВ

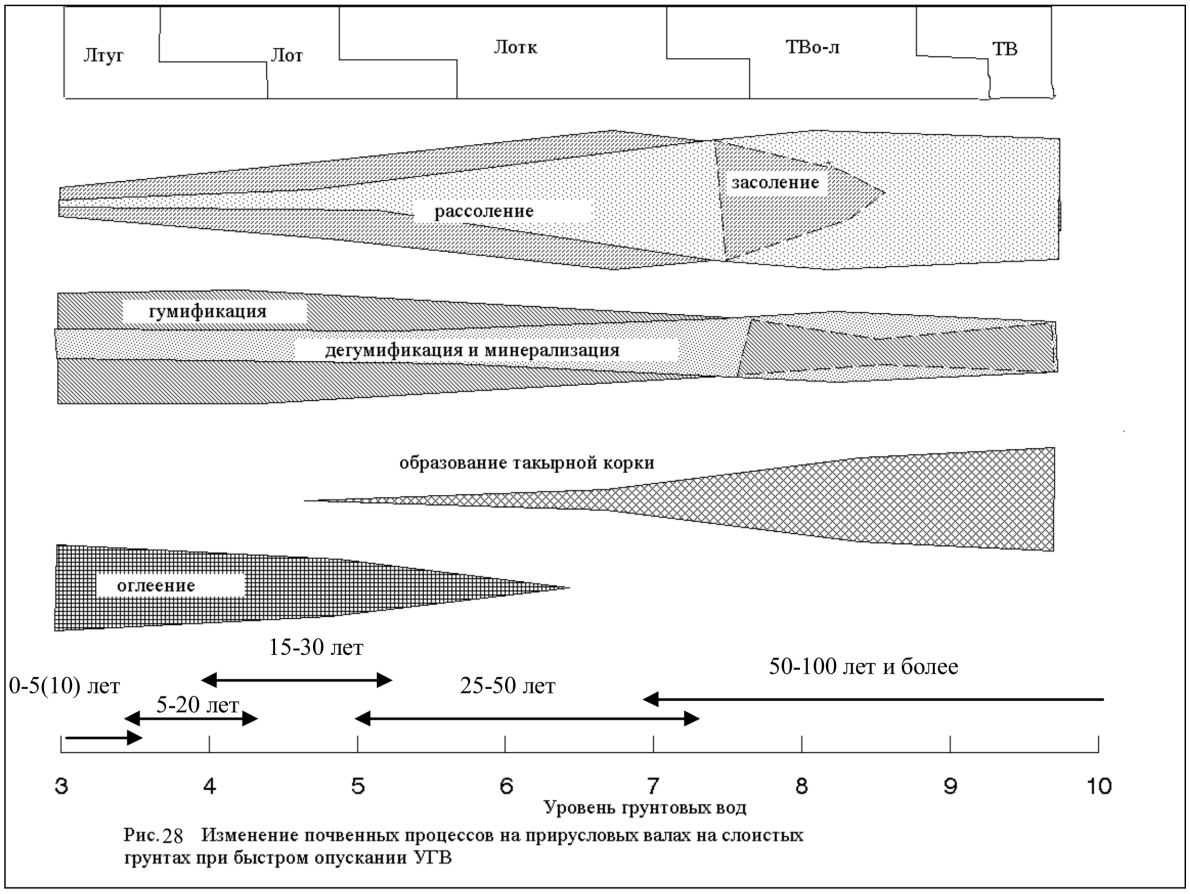


Рис. 28 Изменение почвенных процессов на прирусловых валах на слоистых грунтах при быстром опускании УГВ

Интенсивность дефляции также тесно связана с развитием процессов коркообразования, дегумификации и рассоления. По мере усиления преобладания процессов рассоления над засолением снижается цементирующая роль легкорастворимых солей в образовании поверхностной корочки, препятствующей развитию дефляции. Одновременно, по мере снижения запасов гумуса в почвах, снижается прочность почвенной структуры, что также способствует дефляции, получающей максимальное развитие в песчаных пустынных слаборазвитых почвах. По мере закрепления песков пустынной растительностью интенсивность дефляции снижается.

На слоистых грунтах в случае выхода слоев суглинистого грансостава на поверхность почв процесс дефляции не развивается, основное значение здесь имеет процесс коркообразования. При этом в условиях развития коркообразования на грунтах разной литологии есть и сходство, и определенное различие. Так, и на легких, и на слоистых грунтах коркообразование начинает проявляться уже при УГВ около 4-5 м. Однако, если на легких отложениях он сразу резко активизируется, достигает максимума при УГВ около 6-8 м и затем постепенно утихает, то на слоистых отложениях он развивается медленно и активизируется при УГВ около 7-8 м, достигая максимального развития в автоморфных такыровидных почвах и такырах при УГВ более 10 м. Вместе с тем, как нетрудно заметить из рисунков, и в том и в другом случае активизация коркообразования связана со снижением общего баланса процессов засоления-рассоления в сторону последнего, с преобладанием дегумификации в верхней толще почв над процессами гумификации, а также с прекращением проявлений процессов современного оглеения в нижней части профиля почв.

Таким образом, как показывает анализ схем на рисунках 27 и 28, при общем инвариантном наборе процессов почвообразования, сопровождающих

постгидроморфную эволюцию почв прирусловых валов при опустынивании, расхождения в направлениях эволюции на грунтах разной литологии и разнообразие почв, соответствующих разным этапам этой эволюции, связаны с различиями в степени проявления отдельных почвенных процессов на разных стадиях эволюции.

<u>Процессы почвообразования при опустынивании природных комплексов на склонах от прирусловых валов к межрусловым понижениям.</u>

Так же как и для постгидроморфной эволюции почв на прирусловых валах, для почв склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям сохраняется принцип инвариантности набора процессов почвообразования, сопровождающих эту эволюцию. Здесь также в качестве основных выступают процессы засоления-рассоления, гумификации и дегумификации, коркообразования, оглеения, и, в силу особенностей литоморфопедогенеза, о которых шла речь выше, в некоторых случаях большое значение играют процессы торфообразования и минерализации органических остатков (рисунки 29-31).

В условиях быстрого падения уровня ГВ и их слабой минерализации процессы почвообразования на склонах прирусловых валов и характер их протекания в процессе эволюции близки процессам, происходящим при эволюции слоистых почв прирусловых валов. Образование такыровидной корки здесь также резко активизируется при смещении баланса процессов засоления-рассоления в сторону рассоления и сопровождается преобладанием дегумификации в общем балансе процессов превращения органического вещества.

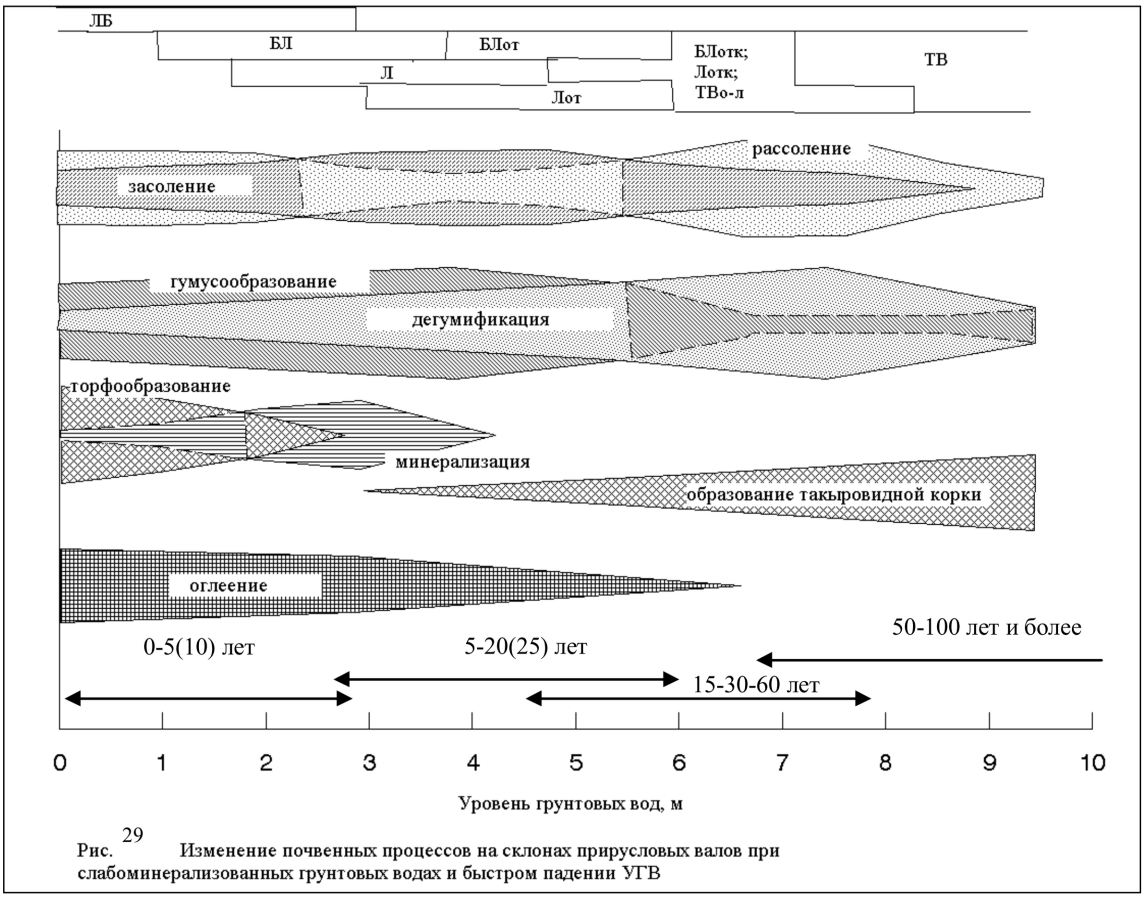


Рис. 29 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при слабоминерализованных грунтовых водах и быстром падении УГВ

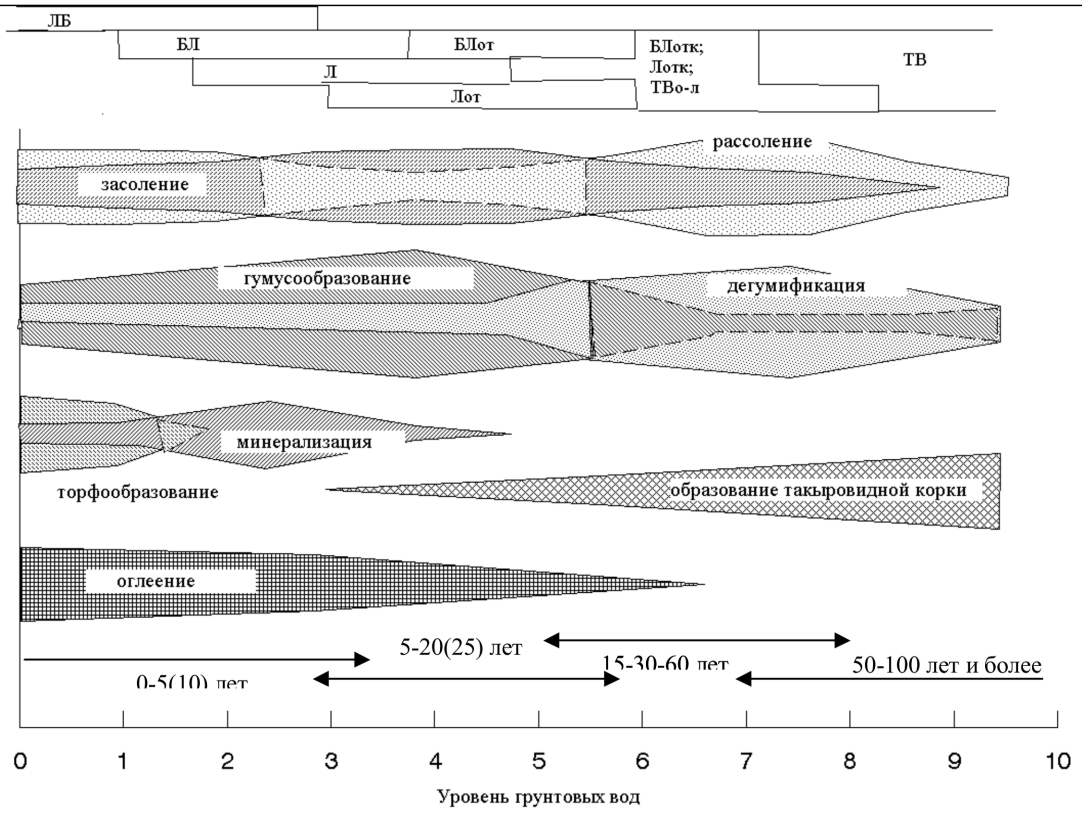


Рис. 30 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при слабоминерализованных грунтовых водах и медленном падении УГВ

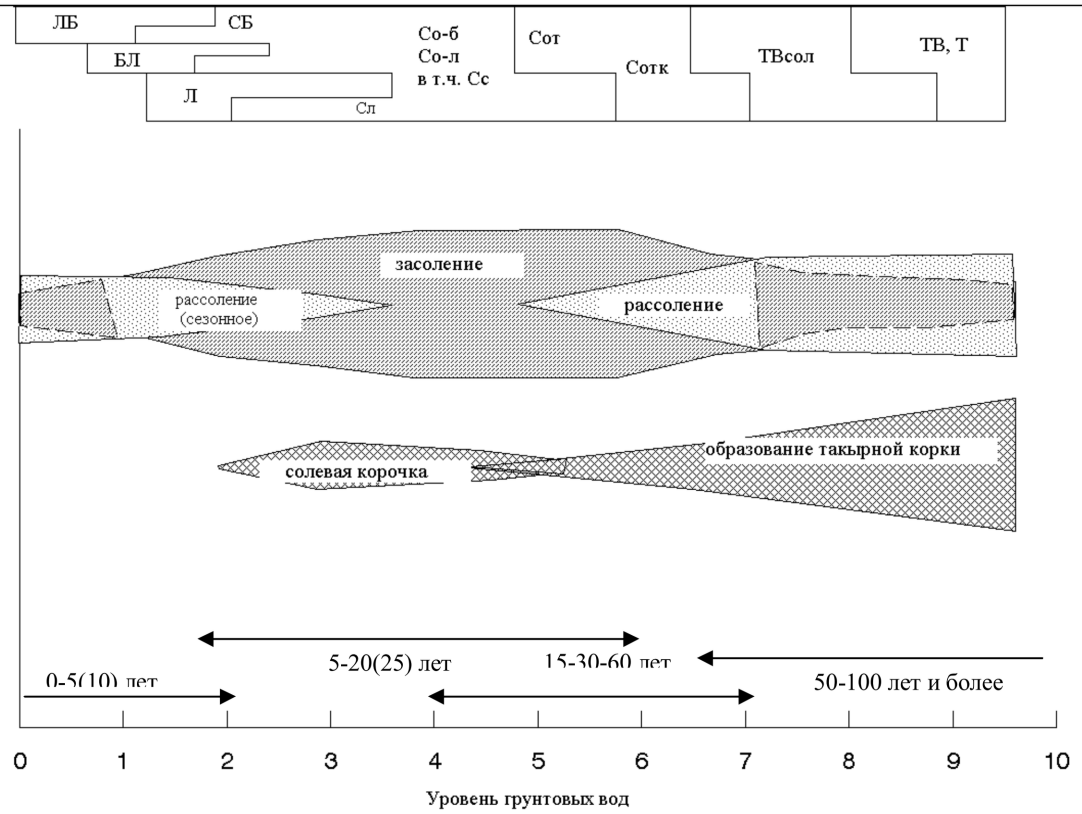


Рис. 31 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при сильноминерализованных грунтовых водах (отличительные особенности)

Соотношение процессов гумусообразования-дегумификации на первых стадиях постгидроморфной эволюции почв склонов несколько отличается в зависимости от скорости падения УГВ. Так, при медленном падении слабоминерализованных ГВ до 3-4 м в межень и периодическом поднятии их до 1,5-2 м в паводки или периоды затопления, для трансформирующихся лугово-болотных и болотно-луговых почв обязательной является стадия лугового почвообразования, для которой характерны активизация процессов гумусонакопления и создания хорошей водопрочной комковато-зернистой структуры.

Во-многом относительное накопление гумуса на этой стадии связано также с разложением и минерализацией оторфованных растительных остатков, вовлекающихся в гумусообразование. При быстром же падении слабоминерализованных ГВ и отрыве капиллярной каймы от поверхностных почвенных горизонтов лугово-болотные и болотно-луговые типичные почвы переходят в отакыривающиеся виды, минуя стадию лугового почвообразования (или с очень кратковременным ее протеканием). В этих случаях гумусонакопление развито не столь сильно, а момент преобладания дегумификации над гумусообразованием наступает несколько раньше. Соответственно, и процесс минерализации торфянистого или торфяного горизонта (в случае его исходного присутствия в почвенном профиле) при медленном падении УГВ несколько затягивается во времени, и окончательная минерализация торфа наступает в ряде случаев тогда, когда УГВ уже опустился до глубины 5-6 м и более.

В отличие от случаев со слабоминерализованными ГВ, гораздо большее распространение на территории современных дельт Амударьи и Сырдарьи имеют случаи постгидроморфной эволюции и опустынивания почв склонов в условиях сильно- и очень сильноминерализованных ГВ. В этих ситуациях уже на первых стадиях эволюции ведущее значение приобретают процессы засоления и соленакопления в почвах, приводящие к образованию солончаков. При этом, в отличие от случаев со слабоминерализованными ГВ, где процесс рассоления в той или иной степени всегда имеет место в течение всей постгидроморфной эволюции, при сильноминерализованных и относительно близко расположенных ГВ даже сезонного рассоления солончаков может не происходить, и в почвах главное значение имеет аккумуляция солей, в экстремальных своих проявлениях приводящая к образованию соровых солончаков.

С ведущей ролью соленакопления на этих стадиях эволюции связаны и отличия в процессах коркообразования, которое проявляется здесь в двух качественных формах: (1) образовании солевой корки на стадии формирования солончаков и (2) образовании такырной или такыровидной корки на стадии рассоления солончаков.

Процессы почвообразования при опустынивании природных комплексов межгрусловых понижений и озерных котловин.

Набор основных процессов почвообразования и характер их протекания при постгидроморфной эволюции почв межгрусловых понижений близко соответствует таковым, происходящим на склонах к межгрусловым понижениям (рисунки 32-34).

В условиях хорошей отточности слабоминерализованных ГВ процессы, сопровождающие эволюцию почв при опустынивании, практически повторяют процессы, происходящие на склонах к межгрусловым понижениям при слабоминерализованных ГВ. Незначительные отличия здесь проявляются в характере изменения соотношения процессов засоления и рассоления и в процессах коркообразования. Так, при преобладании рассоления в общем балансе засоления-

рассоления на последних стадиях эволюции, процесс засоления почв бывших межрусловых понижений продолжается вплоть до стадии образования такыров и связан с латеральной миграцией солей в понижения рельефа. Поэтому такыры и такыровидные почвы бывших межрусловых понижений значительное время остаются в той или иной степени засоленными.

Что же касается процесса образования такыровидной корки, то в силу более тяжелого грансостава почв, он начинает активизироваться уже на стадии образования отакыренных болотно-луговых и лугово-болотных почв, и может быть сильно развит уже на стадии такыровидных остаточно-луговых почв, с чем связано, на наш взгляд, широкое развитие такыровидных остаточно-луговых, болотно-луговых отакыренных и луговых отакыренных почв именно в бывших межрусловых понижениях и озерных котловинах.

При сильноминерализованных ГВ, а также в условиях плохой отточности ГВ, наблюдаются несколько иные сочетания почвенных процессов на разных стадиях опустынивания почв межрусловых понижений, в целом сходные с процессами, описанными выше для склонов к межрусловым понижениям в условиях сильноминерализованных ГВ.

Основные отличия состоят, во-первых, в смещении максимумов проявления соленакопления в сторону более высоких УГВ по мере ухудшения отточности и роста минерализации ГВ. Во-вторых, с этим же связано смещение начала процесса образования солевой корочки на поверхности солончаков тоже в сторону более высоких УГВ. И наконец, в-третьих, высокое засоление этих почв на протяжении начальных стадий эволюции обусловливает длительную консервацию оторфованных горизонтов, что проявляется в сохранении неразложившихся и оторфованных

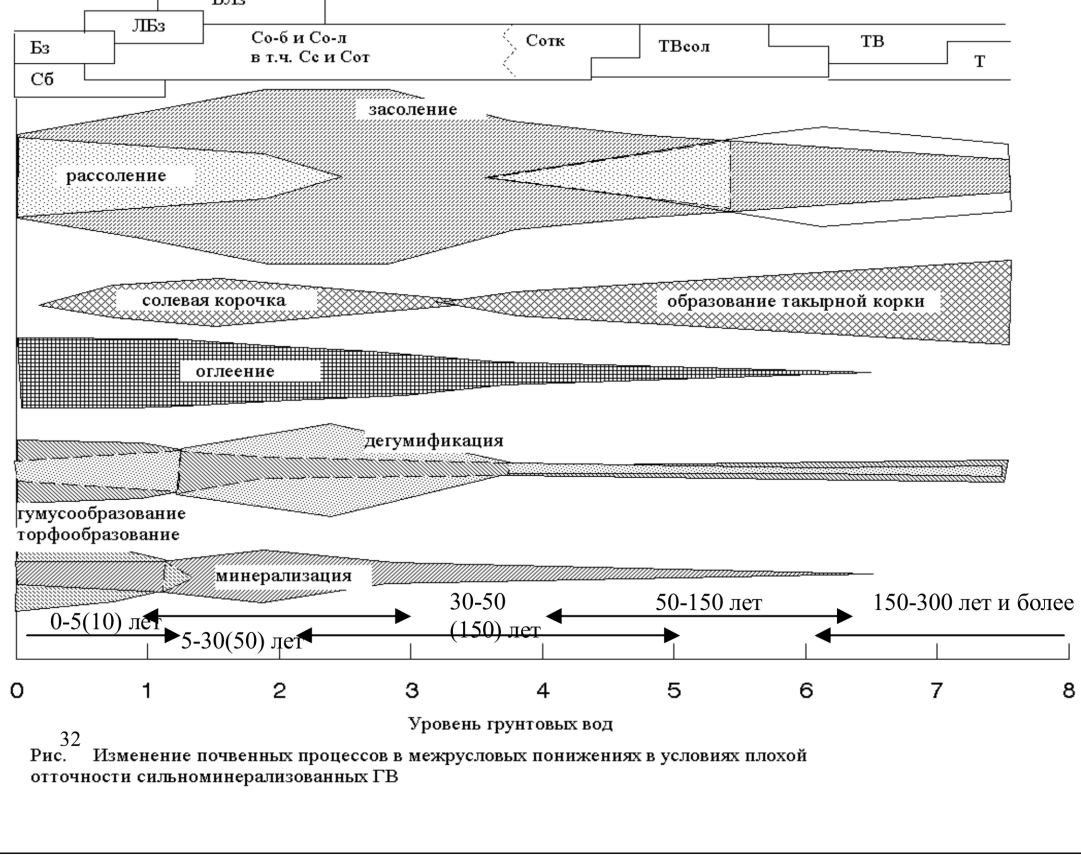


Рис. 32 Изменение почвенных процессов в межрусловых понижениях в условиях плохой отточности сильноминерализованных ГВ

растительных остатков в почвах межгрусловых понижений вплоть до стадии такыровидных солончаковатых почв — при относительно менее минерализованных ГВ, а при более минерализованных ГВ и, соответственно, исходно большем засолении — вплоть до стадии такыровидных почв и такыров.

Таким образом, анализ характера протекания процессов почвообразования, сопровождающих постгидроморфную эволюцию почв современных дельт Амударьи и Сырдарьи при опустынивании, показывает, что набор основных почвенных процессов, протекающих в почвах, формирующихся на разных элементах рельефа, представляет собой инвариант для всей территории опустынивающихся дельт. Вместе с тем, в зависимости от условий почвообразования, связанных с приуроченностью почв к разным элементам дельтового рельефа, а также с различиями в литологическом составе почвообразующих пород, скоростях падения уровня ГВ и их минерализации, сочетание почвенных процессов и степени их проявления на каждом этапе постгидроморфной эволюции дельт совершенно различно. Многообразие этих сочетаний на разных стадиях опустынивания приводит к формированию гетерогенного комплексного почвенного покрова в современных опустынивающихся дельтах. Близость и ограниченность сочетаний основных почвенных процессов в разных условиях почвообразования на *конечных стадиях опустынивания* позволяет, по нашему мнению, объяснить причину гомогенизации почвенного покрова территорий *древних дельт* (о чем мы писали выше) с генетических позиций.

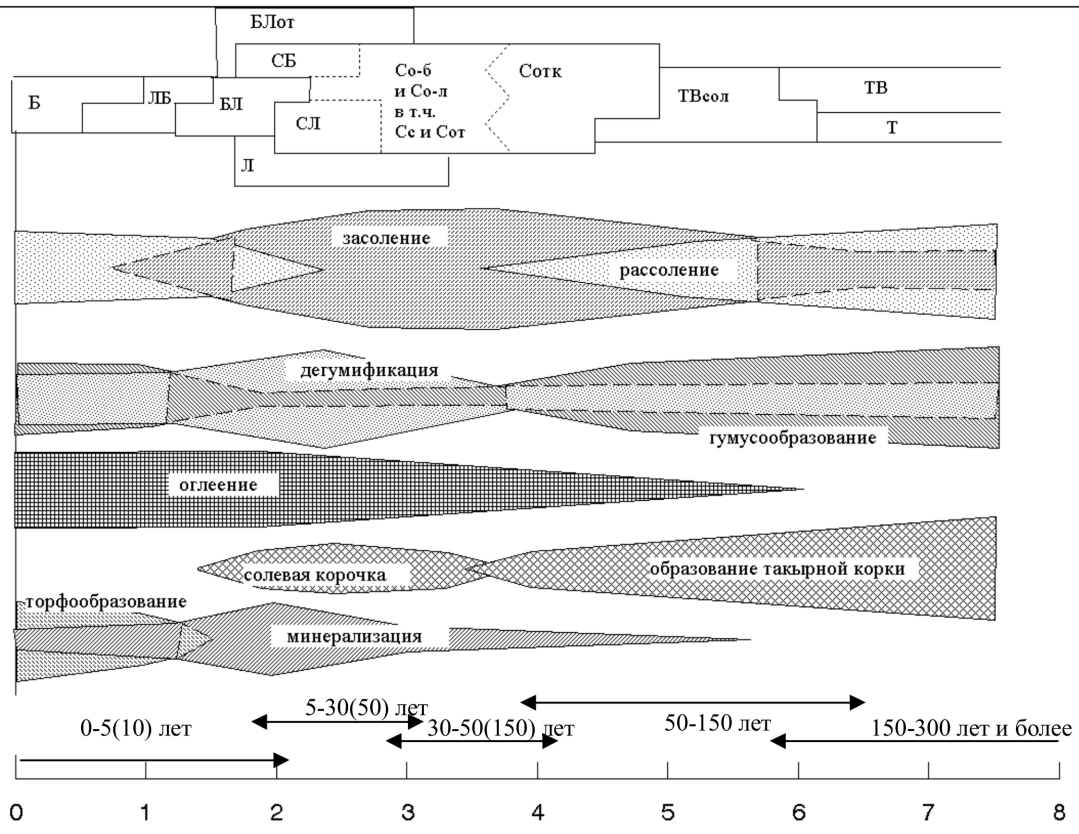


Рис. 33 Изменение почвенных процессов в межгрусловых понижениях в условиях плохой отточности слабоминерализованных ГВ

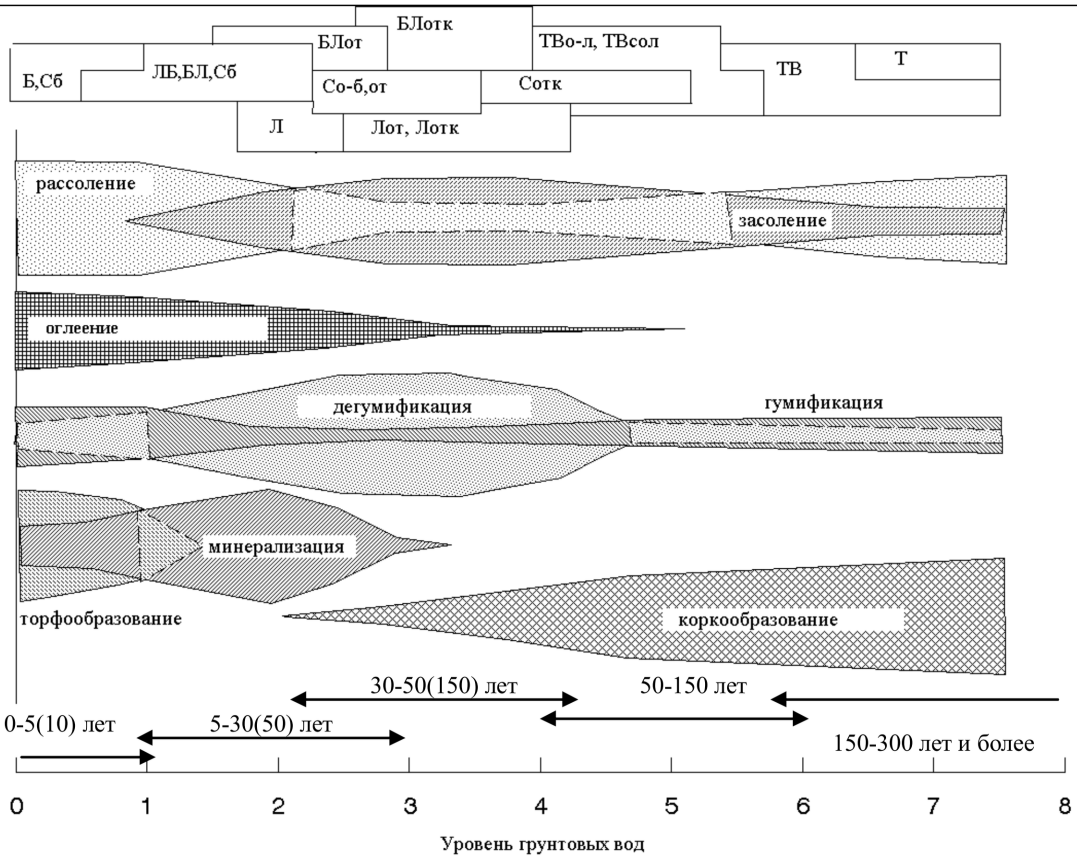


Рис. 34 Изменение почвенных процессов в межрусловых понижениях в условиях хорошей отточности слабоминерализованных ГВ

Процессы почвообразования на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь.

<u>Процессы почвообразования и особенности естественной эволюции почв на территориях древних дельт.</u>

Как нетрудно заметить из схем почвенных процессов, приведенных в предыдущей главе, на конечных стадиях постгидроморфной эволюции почв дельт Амударьи и Сырдарьи вне зависимости от исходной минерализации ГВ, геоморфологической приуроченности и других особенностей исходных стадий почвообразования, получают развитие такие процессы как: коркообразование по такыровому типу, активное преобладание рассоления над засолением, а также сбалансированные процессы дегумификации и гумусообразования или незначительное преобладание последнего.

Все это обусловливает стирание со временем различий между почвами исходно разного засоления и приуроченности к разным элементам дельтового мезо- и микрорельефа, результатом чего является образование широких однородных в отношении почвенного покрова пространств, занятых в основном такыровидными почвами и такырами.

Важное значение в гомогенизации почвенного покрова древних опустыненных дельт Приаралья имело также широкое развитие здесь орошаемого земледелия в древности и средневековье.

Хотя на современных этапах эволюции орошаемое земледелие более древних периодов не оказывает непосредственного влияния на общеландшафтные и почвообразовательные процессы, тем не менее, признаки его воздействия

выражаются в специфике почвенного покрова и постирригационного рельефа опустынивающихся древнедельтовых территорий, широкие пространства которых заняты такырами и такыровидными почвами с участками сохранившихся русел каналов и дамб (здесь отсутствует характерное для развитых пустынь Приаралья сочетание песчаных гряд с такырными понижениями).

Поскольку ирригация того времени носила выраженный переложный характер (в перелоге находилось более 90% орошавшихся земель), и длительность постоянного орошения одного и того же участка не превышала 2-3 десятков лет, колеблясь в зависимости от достижения критической глубины и критической минерализации грунтовых вод, то значительные площади оросительных систем занимали однократно орошавшиеся земли. В течение этих 20-30 лет древнее орошаемое земледелие сопровождалось кольматажем исходных дельтовых почв, пескованием такыров, погребением аллювиальных наносов и образованием агроирригационных горизонтов.

Античное и средневековое водохозяйственное строительство привело к формированию специфических геоморфологических признаков орошавшихся территорий, характеризуемых как особенности постирригационного рельефа:

— сглаживание, нивелировка древнеаллювиальных поверхностей;
— формирование мезоформ валов древних каналов;
— образование чашеобразных ирригационных депрессий (сбросных озер);
— формирование вытянутых возвышенностей (остатков защитных насыпей и дамб).

Через 20-30 лет использования, как правило, ведущую роль начинало играть вторичное соленакопление в почвах, в результате которого в приканальных зонах, на слабодренированных территориях орошаемых дельт формировались многочисленные солончаки и сильнозасоленные почвы, составлявшие по площади до 50% как внутри культурных оазисов, так и на периферии (Андрианов, 1969). Засоленные земли обычно забрасывались, т.к. ирригационная техника античности и средневековья не позволяла их мелиорировать.

Таким образом, огромные пространства древних дельт Приаралья (а по оценкам Б.В. Андрианова (1991), общая площадь земель, затронутых орошением разных исторических периодов, достигает в Приаралье 4,3 млн. га) к началу развития на них опустынивания оказывались сравнительно однородными в почвенном и геоморфологическом отношении. Это нашло отражение в современной структуре ландшафтов Приаралья. Чем дольше осуществлялась ирригация на территории тех или иных древних дельт, тем более однородными они являются сейчас в отношении почвенного, растительного покрова, а также в отношении рельефа. Разнообразие современных природных систем на этих территориях обусловлено в первую очередь не столько исходной литологической и геоморфологической неоднородностью территории, как это характерно для современных опустынивающихся дельт, сколько временем, прошедшим с момента прекращения орошения или обводнения этих территорий.

Анализ многочисленных публикаций по проблемам эволюции почвенного покрова опустынивающихся дельт Приаралья (Виноградов и др., 1970; Попова, 1978; Хакимов и др. ,1986; Рафиков, Тетюхин,1981; Хакимов,1989; Глазовский,1987 и др.) показал,что в случае прекращения орошения и обводнения как орошавшиеся участки, так и прилегающие к ним неорошаемые территории испытывают сходные эволюционные изменения, в особенности на конечных этапах эволюционных ветвей от гидроморфных и полугидроморфных почвенных разностей к зональным пустынным вариантам. С этой точки зрения древние ирригационные и дельтовые

обводнявшиеся искусственным или естественным путем ландшафты принципиально не отличаются, и это позволило подвести единую базу под рассмотрение их естественной эволюции в сторону достижения равновесия с аридным климатом.

Как было отмечено выше, основной естественной тенденцией эволюции постирригационных (палеогидроморфных) территорий под воздействием аридного климата является их трансформация в зональные пустынные природные комплексы.

При этом выделяется 4 стадии эволюционного процесса (Минашина, 1972; Птичников ,1990):

I. Стадия иссушения, продолжительность которой не превышает 100 лет. На этой стадии после падения уровня грунтовых вод и прекращения относительно короткого этапа связанного с ним засоления почв, начинают проявляться первые признаки процесса формирования зональных пустынных природных комплексов. Наблюдаются растительные сукцессии (переход от галофитной к ксерофитной растительности). В почвах протекают слабые процессы ожелезнения , в некоторых случаях —загипсовывания и окарбоначивания на фоне резкого изменения водного режима.

II. Стадия отакыривания, занимающая 700-800 лет. Характеризуется ведущей ролью сочетания процессов рассоления и отакыривания почв.

III. Стадия дефляции (ее длительность — свыше 2,5 тысяч лет). Ведущими процессами на этой стадии являются: — такырообразование в стадии формирования зрелых такыров и такыровидных почв; — дефляция повышенных элементов рельефа, сложенных отложениями более легкого гранулометрического состава; — переотложение и аккумуляция эолового материала на поверхности почв, “опесчанивание” территорий.

IV. Стадия стабилизации, в ходе которой завершается процесс преобразования неоэлювиальных ландшафтов (включая почвенный покров , растительность, гидрологический режим) в зонально-пустынные. Продолжительность этой стадии свыше 4 тыс.лет.

Последняя аридизация в дельтах Амударьи и Сырдарьи ранее всего началась в Акчадарьинской и Сарыкамышской дельтах (начало и середина 1 тысячелетия до н.э.), затем —в Жанадарьинской (начало н.э.), Кувандарьинской (V-VII в. н.э.) дельтах. Осушение Приаральской дельты наблюдается с XIII в. Следовательно, исследуемые древнедельтовые территории Южного и Восточного Приаралья в ходе опустынивания в целом находятся на разных стадиях эволюционного процесса:

Присарыкамышская — на рубеже стадий отакыривания и дефляции (2,5 тыс.лет) (II-III);

Приаральская — на рубеже стадий иссушения и отакыривания (600-700 лет) (I-II);

Акчадарьинская —в стадии дефляции (3 тыс.лет) (III);

Кувандарьинская —в стадии отакыривания (600-800 — 1200-1400 лет) (II);

Жанадарьинская —в стадии отакыривания (примерно 1800 лет) (II).

Учитывая сказанное, а также материал, изложенный в главе, посвященной описанию изменений почв на территории древних дельт, была построена схема изменения основных почвенных процессов на территории древних дельт в ходе их естественной аутоэволюции (рис.35).

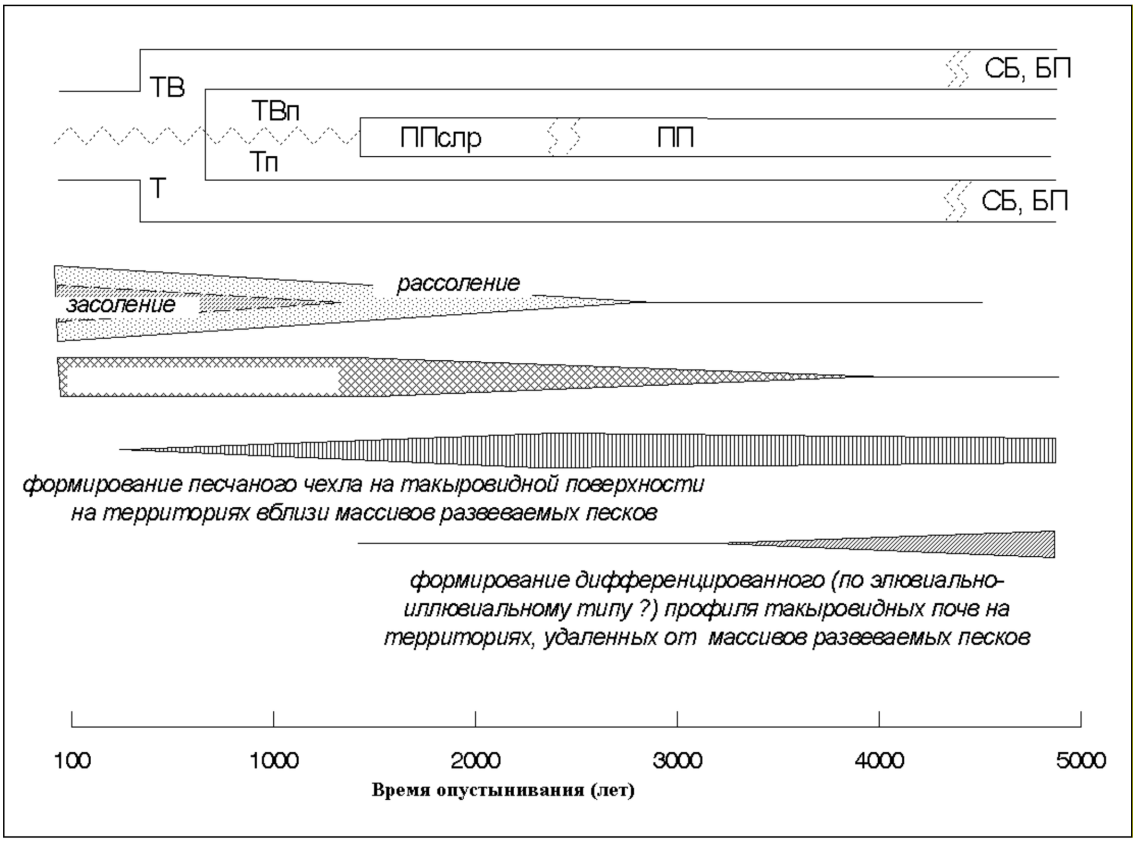


Рис. 35. Изменение основных почвенных процессов на древнедельтовых такыровидных равнинах Приаралья.

Процессы почвообразования и особенности современной антропогенной эволюции почв на территории древних дельт и современных пустынь.

Кроме естественных тенденций аутоэволюции постгидроморфных или постирригационных природных комплексов в древних дельтах Приаралья и современных пустынях, существует ряд антропогенных тенденций, значительно усложняющих общую картину опустынивания этих территорий. В первую очередь это связано с тем, что время забрасывания отдельных оросительных систем (а также их возобновление) не всегда совпадало с общими региональными трендами эволюции. На отдельных участках рассматриваемых территорий в результате длительного искусственного обводнения постирригационные стадии проявились позднее.

Так, например, в низовьях Амударьи исторические особенности развития цивилизации обусловили несколько вспышек расширения площадей орошаемого земледелия. Главные из них приходятся на первую четверть I-го тысячелетия до н.э., на XI-XII вв. н.э., на XVIII-IX вв. н.э. В низовьях Сырдарьи античное орошаемое земледелие появилось примерно на 300 лет позже, чем в дельте Амударьи, затем после упадка вновь возобновилось в XII-XIII веках и после XV-XVII не возобновлялось в массовом масштабе вплоть до настоящего времени.

Помимо различий во времени забрасывания отдельных оросительных систем на территории древних дельт, большое значение в осложнении природной обстановки и в гетерогенизации природных комплексов этих территорий играет развитие современного орошения, вовлекающее в ирригацию земли, осваиваемые в древности.

Так, например, несмотря на значительное усовершенствование современных оросительных и дренажных систем по сравнению с древними и средневековыми аналогами, новое освоение земель в Сарыкамышской дельте Амударьи приводит к подтоплению сопредельных с орошаемыми оазисами территорий и их вторичному засолению вплоть до образования соровых солончаков.

Схемы антропогенной эволюции почв, формирующихся в указанных ситуациях, и сопровождающие ее изменения процессов засоления-рассоления представлены на рис. 36А и 37Б.

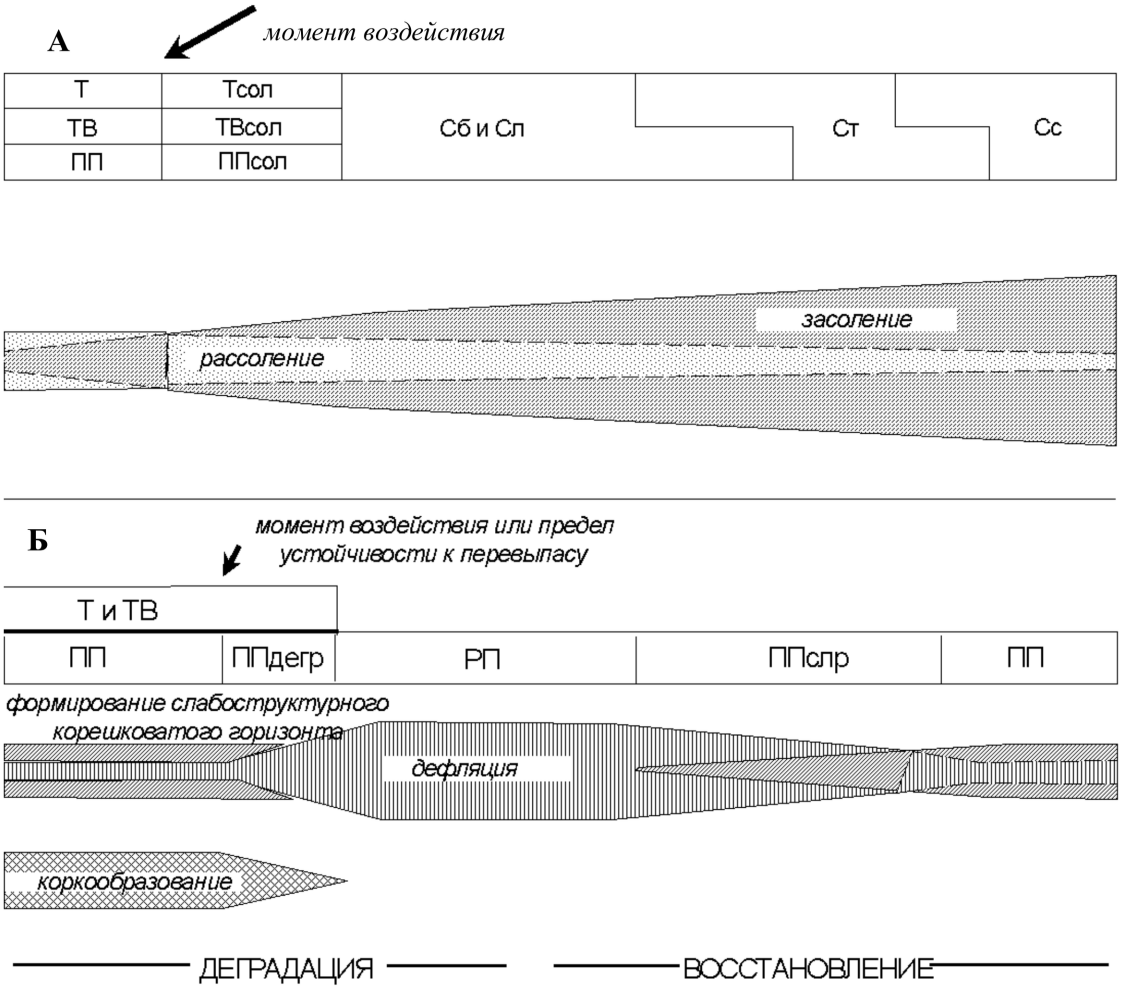


Рис. 36. Изменение процессов почвообразования на территориях древних дельт и современных пустынь: А - при подтоплении и затоплении почв коллекторно-дренажными водами; Б – при перевыпасе и вырубках.

А. При перевыпасе и вырубках:

На почвах, подстилаемых глинистыми
и суглинистыми отложениями



На песчаных пустынных почвах

Б. При подтоплении сбросными КВД и затоплении:

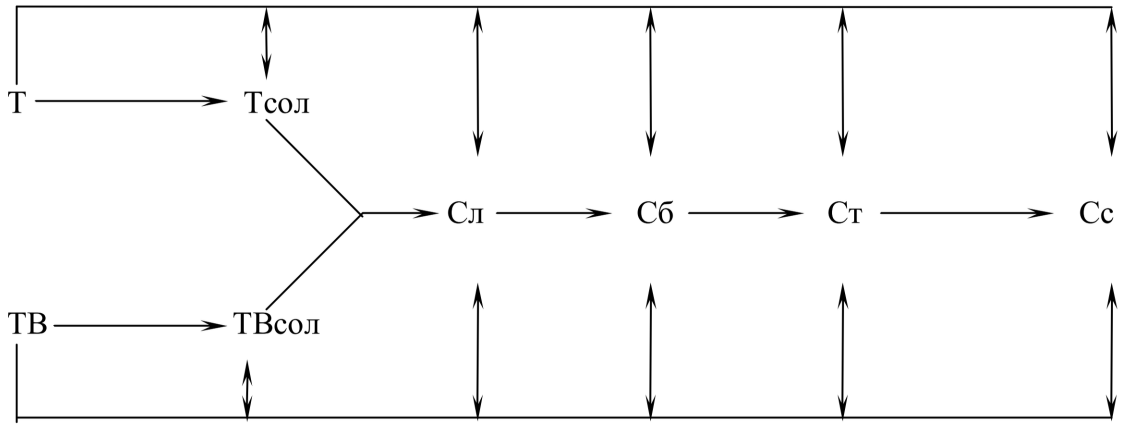


Рис.37. Схема антропогенной деградационной эволюции почв на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь.

Аналогичные явления широко развиты также вдоль крупных дренажных коллекторов и по периферии сбросных озер на территориях Сарыкамышской, Кувандарьинской, Жанадарьинской и Акчадарьинской древних дельт, а также на сопредельных территориях Северных Кызылкумов и Заунгузских Каракумов, и хорошо диагностируются на материалах дистанционной фотосъемки.

Кроме антропогенных воздействий, связанных с современным и древним орошаемым земледелием, к числу доминирующих агентов опустынивания, осложняющих природную обстановку древних дельт и современных пустынь Приаралья, несомненно, следует отнести *пастбищное животноводство,* инициирующее развитие комплекса общеландшафтных и почвообразовательных процессов. Среди них выделяются: — расширение язв дефляции; — придорожные сбои; — расширение околоколодезных пятен вытаптывания.

Интенсивный современный выпас скота в некоторых случаях (особенно для почвенного покрова опустынивающихся дельт Сырдарьинского бассейна), способствует более быстрому развитию процесса опесчанивания такыров и

такыровидных почв, чем в естественных условиях аридизации. Особенно это характерно для тех территорий древнего орошения, которым свойственна незначительная мощность агроирригационного суглинистого слоя, подстилаемого отложениями легкого гранулометрического состава (пески, супеси). Процессы трансформации палеогидроморфных ландшафтов древних дельт в сторону опесчанивания в условиях интенсивной пастбищной дигрессии наиболее широко развиты в дельтах Жанадарьи и Кувандарьи и распространяются из Кызылкумов, обусловливая их ячеистое ландшафтное строение в отличие от параллельно-полосчатой структуры Сарыкамышской дельты.

Как представлено на схеме антропогенной эволюции почв территорий древних дельт при перевыпасе и вырубках (рис.36Б) и схеме сопровождающих эту эволюцию почвенных процессов (рис.37А), результаты воздействия перевыпаса существенно различаются для территорий песчаных и глинистых такырных пустынь.

В случае песчаных пустынных почв или такыровидных почв и такыров с маломощной коркой, подстилаемой отложениями легкого грансостава, перевыпас и вырубки приводят к формированию безжизненных развеваемых песков, иногда с прохождением стадии пустынных песчаных деградированных почв с изреженными сообществами, представленными сорными видами. При этом основные проявления опустынивания почв заключаются в резком нарастании интенсивности процесса дефляции, а для такыровидных почв и такыров — также в прекращении участия процесса коркообразования в формировании почв (рис.37А).

На такыровидных почвах и такырах, сформированных в местах бывших межрусловых понижений и озерных котловин, перевыпас и вырубка приводят к формированию абиогенных глинистых пустынь, надолго задерживая здесь эволюцию природных комплексов в стадии отакыривания, или даже возвращая природные комплексы в эту стадию в связи с тем, что уничтожаемый растительный покров перестает играть роль аккумулятора песчаных частиц. При экстремальной пастбищной нагрузке на таких территориях, что наблюдается в местах скотопрогонов или при сильном транспортном сбое, деградации подвергается даже относительно прочная такырная корка, что приводит к выходу на поверхность не затронутых современным почвообразованием пород (рис.36Б).

Эволюция почв и процессы почвообразования на обсыхающем дне Аральского моря.

Изменению почвенного покрова, формирующегося на обсохшем дне Аральского моря, посвящена настолько обширная литература, что в данной работе мы сочли возможным ограничиться лишь обобщением сделанного другими авторами, отчасти с привлечением собственных материалов.

Основными современными почвообразовательными процессами на вновь образованных поверхностях постаквальной суши Аральского моря.являются:

1) засоление и рассоление;

2) коркообразование и образование солевых кор (различается 3 вида корок: такырные, корка на пухлом солончаке и солевая корка корковых, типичных и приморских солончаков);

3) эоловый вынос (дефляция) и аккумуляция соленой пыли;

4) трансформация и деструкция органического вещества;

Эти основные процессы, формирующие облик ландшафта на обсохшем дне Аральского моря, сопровождаются также рядом дополнительных почвенных процессов, а именно: оглеение и ожелезнение, загипсовывание и окарбоначивание,

элювиально-иллювиальная дифференциация (вынос и накопление карбонатов, илистых частиц, гипса), растрескивание и вспучивание, оструктуривание.

Указанные почвенные процессы могут проявляться как на всем протяжении эволюции почвообразования на обсохшем дне Аральского моря, меняя степень своего проявления, так и соответствовать лишь каким-то определенным стадиям эволюции. Сочетание этих процессов в разной степени их проявления обусловливает всю гамму разнообразных почв, формирующихся на обсохшем дне.

Особенности проявления вышеперечисленных процессов зависит: во-первых, от молодости поверхностей, затронутых почвообразованием, и последовательности вовлечения в почвообразование все более глубоких слоев почво-грунтов; во-вторых, от изменения исходных условий почвообразования по мере отступания береговой линии; в-третьих, от различия литологического состава почво-грунтов; в-четвертых, от исходной неоднородности нано-, микро- и отчасти мезорельефа.

В генерализованном виде основные этапы эволюции почвенного покрова на обсохшем дне моря представлены в схемах на рис.38.

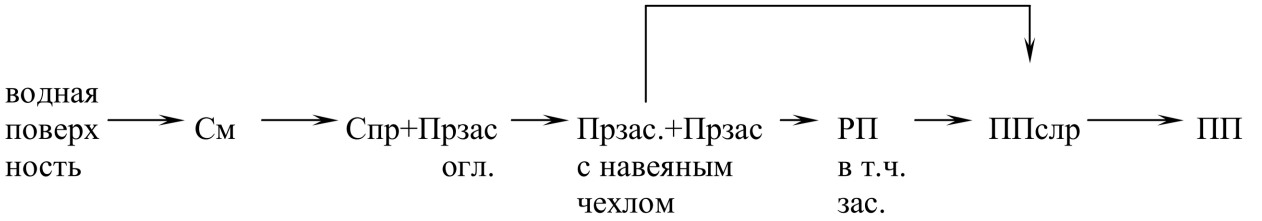
На обсохшей части дна моря почвенный покров отличается высокой комплексностью и неоднородностью. Поэтому в приведенных схемах иногда отмечается несколько почвенных разностей, свойственных тому или иному этапу эволюции. Так, на грунтах легкой литологии в зависимости от исходной засоленности пород на месте маршевых солончаков формируются солончаки приморские или же примитивные оглеенные почвы разной степени засоления (на схеме – ПРзас,огл). Этот комплекс может, в свою очередь, эволюционировать в примитивные почвы (ПР) разной степени засоления, но обычно меньшей, чем на предыдущем этапе. Другой возможный путь эволюции — образование навеянного ветром поверхностного песчаного чехла и в дальнейшем - образование развеваемых незакрепленных песков, эволюционирующих по мере закрепления их растительностью в песчаные пустынные почвы. Иногда эволюция идет минуя стадию образования развеваемых песков.

На грунтах тяжелой литологии (рис.38Б) маршевые солончаки, эволюционируя в приморские, в дальнейшем преобразуются в солончаки типичные или соровые (в случае более высокого засоления или в понижениях микрорельефа). На этой стадии, как правило, последовательно сменяются виды корковых, корково-пухлых, пухлых и отакыривающихся солончаков. Иногда, в случае быстрого опускания уровня грунтовых вод, ряд этих стадий проходит очень быстро или вообще не проявляются в ландшафте. Следующие стадии соответствуют направлению отакыривания солончаков и представляют последовательно сменяющиеся этапы формирования почвенного покрова: подтип солончаков отакыренных, тип такыровидных солончаковатых почв и, в перспективе, такыровидных незасоленных почв и такыров.

Изменение характера протекания основных почвенных процессов на обсохшем дне моря в обобщенном виде показано в схемах на рисунках 39 и 40. Как видно из этих схем, на первичных стадиях обсыхания главную роль играют процессы засоления почво-грунтов за счет высокоминерализованных грунтовых вод. В ходе последовательного обсыхания дна Аральского моря и одновременно с отступанием береговой линии и выходом на поверхность новых площадей происходит снижение уровня грунтовых вод и повышение их минерализации на ранее обсохших территориях.

Быстрая смена условий почвообразования, обусловленная снижением уровня грунтовых вод, ведет к тому, что исходно появившиеся процессы почвообразования изменяют свою интенсивность по мере снижения УГВ (уровня грунтовых вод).

А. На грунтах легкой литологии



Б. На грунтах тяжелой литологии.

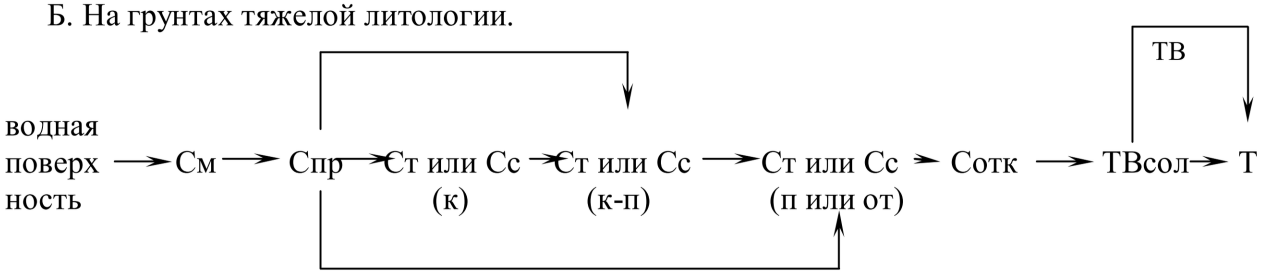


Рис. 38. Схема эволюции почво-грунтов обсохшего дна моря.

Кроме того, часто интенсивность исходных процессов почвообразования (засоление, образование такырной корки) падает до нуля и происходит появление новых (опесчанивание in situ за счет выдувания мелкозема, образование песчаного чехла на поверхности солончаков).

Как показано на схемах, в общем виде процессы почвообразования на обсохшем дне Аральского моря выглядят следующим образом.

Вначале вне зависимости от грансостава формируются маршевые мокрые солончаки, в которых развиты процессы засоления и оглеения. По мере снижения УГВ (до 1-2 м) процессы засоления верхних горизонтов интенсифицируются, что приводит к формированию корковых, корково-пухлых и пухлых солончаков. При этом проявления оглеения уменьшаются и перемещаются в нижнюю часть профиля (30-40 см и ниже). Верхние аэрируемые горизонты часто подвергаются заметному ожелезнению в виде интенсивных сплошных охристых покровов по трещинам и порам (особенно в случае их тяжелой литологии).

Для корковых солончаков характерен процесс коркообразования за счет цементирующего действия дегидратирующихся легкорастворимых солей. Если в составе солей большую долю занимают сульфаты, то корка этих солончаков приобретает способность сильно растрескиваться и вспучиваться, а под коркой формируется пухлый солевой горизонт. Иногда на этой стадии интенсивность засоления достигает такой степени, что происходит формирование плотных солевых кор.

Формирование корковых и пухлых солончаков ведет к отмиранию растительности пионерных однолетнесолончаковых фитоценозов. Одновременно наблюдаются процессы трансформации и деструкции органического вещества почво-грунтов, как накопленного в морскую стадию осадконакопления, так и на первичной стадии почвообразования. Образование нового почвенного гумуса при этом не происходит.

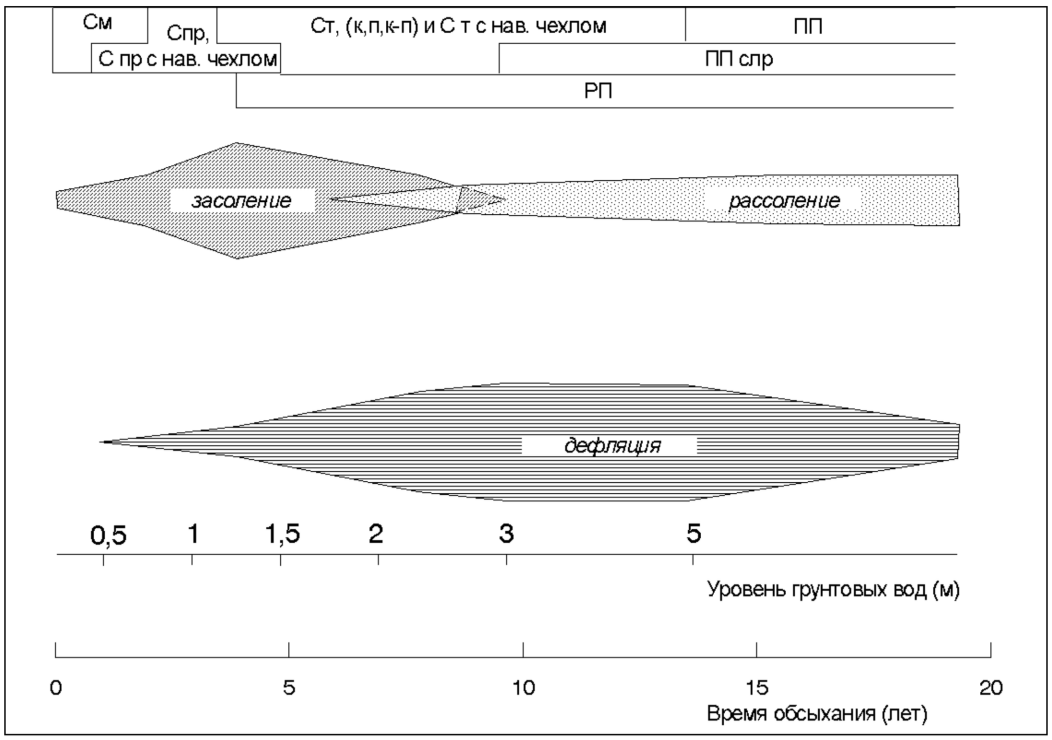


Рис. 39. Отличительные особенности процессов почвообразования на грунтах легкой литологии обсыхающего дна Аральского моря

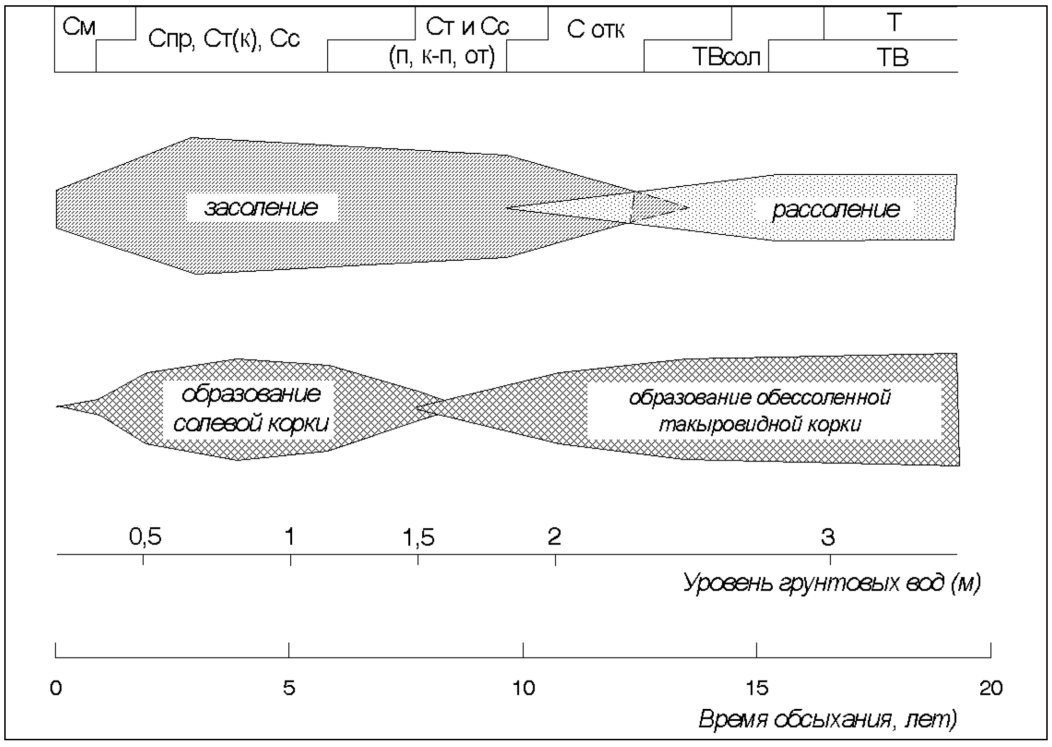


Рис. 40. Отличительные особенности процессов почвообразования на грунтах тяжелой литологии обсыхающего дна Аральского моря

При дальнейшем снижение УГВ (до 2-4 м в зависимости от литологии грунтов) и отрыве капиллярной каймы от поверхности, пути эволюции почв на легких и тяжелых отложениях резко расходятся.

Если в первые годы осушки в связи с высоким уровнем грунтовых вод капиллярная кайма выходит на поверхность, что практически делает невозможным развитие дефляции на легких почво-грунтах, то по мере отступания береговой линии и увеличения срока осушки снижается интенсивность процесса засоления верхних горизонтов, и, в условиях отмирания пионерных влаголюбивых фитоценозов, на первое место выступают процессы дефляции и эоловой аккумуляции (появление эоловой ряби, язв дефляции), которые и являются ведущими факторами при формировании ландшафта и эволюции почвообразования.

Как показали наши наблюдения, активные процессы дефляции и эоловой аккумуляции песчаного материала на наветренных территориях начинают проявляться на 3-4 год после обсыхания морского дна и особенно интенсифицируются, когда грунтовые воды опускаются до уровня 3-5 метров Чем ниже опускается капиллярная кайма от грунтовых вод, тем большая толща верхнего обсохшего горизонта (в случае легкой литологии) подвергается дефляции, и тем мощнее навеянный песчаный слой на ближайших к зоне выдувания территориях. Все это в целом ведет к формированию обширных расширяющихся зон абиотических ландшафтов (фото 13, 14 на цветных вклейках)

Вместе с тем, выдувание солей ветром и действие атмосферных осадков постепенно обеспечивают рассоление поверхностных горизонтов дефлированных почв, достаточное для поселения и вегетации ксерофитов. Режим, характеризующийся сезонно-необратимым рассолением при отсутствии подпитки почвенных растворов из грунтовых вод, складывается уже к 15-16 году обсыхания. Природный комплекс в данном случае практически полностью подчинен процессам дефляции и эоловой аккумуляции. Формируется эоловый рельеф – ветровая рябь, косы навевания, плоские формы навеянного песка, мелкокучевые пески, и даже – щитовидные барханы, барханы и барханные цепи. Идет превращение дюн в песчаные пустыни. Появление новой растительности замедляет процессы дефляции, способствует закреплению почво-грунтов и ведет к появлению новых процессов почвообразования. А именно, отмечаются слабовыраженные процессы оструктуривания верхней части почвенного профиля, связанные с появлением слабовыраженного тонкокорешковатого горизонта на почвах легкого грансостава, характерного для песчаных пустынных почв.

На почво-грунтах тяжелого гранулометрического состава обсыхающего дна Аральского моря на первый план выступают иные почвообразовательные процессы, что обусловливает формирование почвенного покрова, отличающегося по эволюционной направленнности от выше рассмотренного. Почвы в первый год осушки представлены также маршевыми солончаками, которые, однако, характеризуются более высоким засолением (до 2,5%) по всей толще слагающих пород и менее подвержены процессам засоления-рассоления при нагонно-сгонных явлениях, чем солончаки на почво-грунтах легкого грансостава. Водно-солевой обмен в тяжелых грунтах замедлен, поэтому в поверхностных слоях присутствует значительное количество токсичных солей. Последнее сказывается на растительном покрове, который представлен самым солеустойчивым галофитом – солеросом. По мере возрастания срока осушки происходит снижение УГВ и отрыв капиллярной каймы от поверхности, что наблюдается обычно при УГВ 3-4 матра. Однако, продолжающийся процесс интенсивного испарения за счет конвективно-диффузионного влагосоле-переноса влечет за собой появление сильно засоленной

поверхностной корочки, под которой формируется пухлый горизонт. При этих условиях растительный покров практически отсутствует. Сезонное выпадение осадков лишь в незначительной степени способствует некоторому снижению засоления верхнего слоя, влекущему за собой всплеск появления галофитов-однолетников. Таким образом, при застойном характере грунтовых вод на тяжелых отложениях формируется комплекс корково-пухлых, корковых и пухлых типичных солончаков. Аналогичная ситуация складывается в условиях сохранения подпитки капиллярной каймы от грунтовых вод в бывших морских заливах, находящихся в зоне влияния блуждающих потоков грунтовых вод (Бозголь, Жилтырбас и др.).

Дальнейшее постепенное снижение уровня сильноминерализованных грунтовых вод обусловливает прекращение подтягивания солей в поверхностные горизонты, и даже при небольшом количестве осадков на данной территории начинается слабая промывка солончаковой корки. Корка становится плотной, пористой, снизу пороховатой, с поверхности покрывается полигональными трещинами. Начинается процесс отакыривания. В зависимости от глубины залегания водоупора и, связанного с ним УГВ, этот процесс либо протекает быстро, либо замедлен. В конечном итоге на тяжелых грунтах формируются солончаки отакыренные. При дальнейшей эволюции территории возможно появление засоленных такыровидных почв со слоеватой и ноздреватой относительно рассоленной коркой.

Помимо рассмотренных выше факторов, определяющих интенсивность и направленность почвенных процессов, следует отметить влияние особенностей рельефа обсохшего дна Аральского моря. Независимо от литологического состава почво-грунтов в замкнутых недренирующихся впадинах идет формирование соровых солончаков, которые характеризуются застойным грунтовым бассейном с вертикальными формами водо- и солеобмена. В данном случае получают развитие процессы засоления и ветрового переноса солей. Причем, главным образом, преобладает вынос сульфатов по сравнению с другими солями.

К числу вскрытых нами особенностей современного этапа становления природных комплексов открытых побережий обсохшего дна Аральского моря, связанных с интенсивным отступанием моря и падением УГВ, следует отнести резкое снижение участия биологического фактора в почвообразовании на промежуточных стадиях.

С одной стороны, в связи с ростом исходного засоления почво-грунтов на вновь образующихся поверхностях и высокой минерализацией приуроченных к ним грунтовых вод, наблюдается задержка в их зарастании засухоустойчивыми видами по мере опускания УГВ. Это ведет к интенсификации дефляции на незакрепленных растительностью участках и расширению зоны развеваемых песков, в том числе и за счет переотложения соленой пыли на наветренных территориях обсохшего дна.

С другой стороны, из-за повышенного исходного засоления почво-грунтов вновь образующихся поверхностей наблюдается все большее изреживание инициальных сообществ влаголюбивых пионерных галофитов, заселяющих эти поверхности.

Таким образом, расширение зоны выдувания с одной стороны, и зоны первичного интенсивного засоления, с другой стороны, приводят к интенсификации опустынивания территории в направлении формирования абиогенных ландшафтов.

Можно предполагать, что если обсыхание Арала будет продолжаться, то абиогенное формирование природных комплексов на обсохшем дне будет происходить вплоть до стадии образования не подверженных выдуванию плотных солевых кор на территории, пока еще занятой водой. И лишь после становления этих

кор и периода, необходимого для эолового рассоления солончаков зон осушки, возможны формирование новых ксерофитных фитоценозов и последующее почвообразование.

Итак, в становлении почв и природных комплексов обсохшего дна Арала намечается несколько стадий: 1) начальной гетерогенизации, которая обусловлена разнообразием действующих факторов и процессов почвообразования и характеризуется образованием многообразных примитивных почв и гидроморфных солончаков разных родов и видов; 2) гомогенизации, характеризующаяся угнетением и гибелью пионерных однолетнесолянковых фитоценозов, что приводит к опустыниванию по пути формирования абиогенных ландшафтов (солончаковых и эоловых бедлендов); 3) эолового рассоления и "сухого дренирования" (термин Розанова, 1985), характеризующаяся появлением слаборазвитых засоленных песчаных пустынных и такыровидных почв; 4) постепенного формирования зрелых пустынных ландшафтов с развитыми пустынными песчаными и такыровидными почвами.

Изменения почв орошаемых территорий Приаралья в условиях сокращения норм орошения или прекращения ирригации

Ситуация, складывающаяся в Приаралье на орошаемых землях, хорошо согласуется с известными в научной литературе явлениями, связанными в первую очередь с изменением солевого состояния почв при введении их в режим орошения.

Для понимания общей картины достаточно сообщить об исследованиях, проведенных Байрамовой с соавт. (1990), Беспаловым (1990), Поповым с соавт.(1990), согласно которым площадь земель, где УГВ залегает выше критической глубины, составляет на орошаемых территориях Хорезмской и Ташаузской областей 80—90 %, а на территории Каракалпакстана, где поливные земли занимают более 570 тыс. га, по данным Хакимова (1989) —до 99,9%.

Минерализация грунтовых вод в пределах орошаемых массивов в основном составляет от 1-3 г/л до 10 г/л. Аккумуляция легкорастворимых солей в дельте Амударьи за последние 25 лет увеличилась с 2,8 до 5,8 млн.т/год, из них около 3 млн.т/год накапливается на орошаемых территориях.

Исследования Абдуллаева (1990) показывают, что в орошаемых почвах Нукусского и Ходжейлийского районов Каракалпакстана общий запас солей в 1981 г. в метровом слое составлял около 50 т/га, а в 1988 г. увеличился до 85 т/га. По сообщению Умирзакова с соавт. (1990), на Эликкалинском массиве орошения из 32 тыс. га 90 % земель стали засоленными в результате завышенных оросительных норм, применяемых в хозяйстве. Грунтовые воды стоят на глубине 1-2 м и имеют минерализацию 25-100 г/л. Если и удается частично промыть корнеобитаемую толщу на период весенних работ до 0,2-0,4%, то в вегетационный период промытые соли, сконцентрировавшиеся на некоторой глубине (около 90-120 см), вновь поднимаются в верхние горизонты почв.

Близкие результаты были получены и при наших исследованиях. Вместе с тем, нами было отмечено, что подобного рода катастрофические изменения характерны в основном для новых массивов орошения, введенных в эксплуатацию уже в период сокращения стока Амударьи и Сырдарьи и роста минерализации оросительных вод, и в целом связаны с необоснованным стремлением увеличить общую площадь орошаемых земель за счет неудобий и тяжелых для мелиоративного освоения почв. На старых и древних оросительных системах, характерных, например, для Хивинско-Хорезмского и Ташаузского оазисов, с почвами, имеющими мощный (до 1,5-2 м) однородный слой ирригационных отложений, основную роль в

регулировании солевого состояния почв играет качество промывок и густота коллекторно-дренажной сети. При удовлетворительном землепользовании удается поддерживать в вегетационный период засоление пахотных горизонтов почв этих оазисов на уровне около 0,5-1, хотя перед осенними промывками оно может возрастать до 2-3 %. При сезонном искусственном рассолении тип засоления изменяется с хлоридно-сульфатного на менее токсичный сульфатный. В случае же недостаточной густоты коллекторно-дренажной сети происходит обратное явление — засоление корнеобитаемой толщи преимущественно за счет хлоридов натрия.

В последнее время из-за нехватки промывных и поливных вод многие деградированные в результате засоления орошаемые земли забрасываются для их естественного восстановления. Однако, практически во всех случаях восстановление этих земель и рассоление их естественным путем почти невозможно или требует весьма значительного времени. Связано это с тем, что как правило, отвод земель под залежи проводится выборочно, пятнами в пределах существующих массивов орошения. В таких ситуациях в условиях сохраняющегося высокого уровня минерализованных ГВ, поддерживаемого за счет орошения сопредельных территорий и при отсутствии промывок и поливов, залежные земли в течение 1-3 лет превращаются в злостные солончаки (в основном пухлые и соровые).

Таким образом, ирригационно-освоенные земли Южного и Восточного Приаралья, подавляющее большинство которых характеризуется в настоящее время усилением процесса засоления почв, в целом можно подразделить на 4 основные группы:

1) земли длительного орошения с устоявшимся балансом процессов сезонного засоления-рассоления почв, поддерживаемого за счет искусственных промывок;
2) земли длительного орошения, эксплуатирующиеся в последние годы (5-10-30 лет) в условиях недостатка поливных и промывных вод, и испытывающие пятнисто-очаговое засоление;
3) земли недавнего орошения (в основном введенные в ирригационное использование в течение последних 20-30 лет), испытывающие активное пятнисто-очаговое и сплошное засоление;
4) залежные и списанные из сельскохозяйственного использования земли, в настоящее время занятые злостными солончаками).

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВ В ПРИАРАЛЬЕ.

Как мы уже отмечали выше, разнообразие почвенного покрова в Приаралье тесно связано не только с особенностями литологических, геоморфологических и гидрологических условий их формирования, но и с их эволюцией.

Эволюционные изменения, в силу относительной молодости почв дельтовых равнин, охватывают практически все почвенные разности, практически все территории. Так, на территории обсохшего дна Аральского моря в настоящее время происходит становление молодых почв на постаквальных поверхностях. На территории современных неорошаемых дельт Амударьи и Сырдарьи наблюдается сложный комплекс эволюционных изменений почв в направлении их аридизации, местами и временами осложненных нерегулярным обводнением старых русел и межрусловых понижений. На территории древнедельтовых опустыненных равнин в зависимости от времени, прошедшего с момента прекращения их обводнения или орошения, прослеживаются завершающие этапы эволюции почв в направлении их отакыривания или опесчанивания. Здесь же получают начальное развитие эволюционные и деградационные изменения, вызванные такими комплексными антропогенными агентами, как отгонное животноводство, техногенное воздействие, сведение древесной и кустарниковой растительности. Даже на территориях современных песчаных пустынь Кызылкумов и Каракумов, столовых и останцовых возвышенностей, предгорных наклонных равнин эволюция почв не прекращается. На этих территориях почвы также никогда не находятся в равновесии, будучи подвержены циклическим изменениям деградации-восстановления в связи с периодическими или спорадическими антропогенными воздействиями, перечисленными выше. Изменения почв в ежегодном цикле отмечаются и на орошаемых территориях. В связи с близким залеганием минерализованных грунтовых вод на орошаемых массивах циклы засоления-рассоления обусловливают ежегодные эволюционные изменения почв в направлении образования солончаков. После ежегодных осенних и/или весенних промывок циклы возобновляются. На орошаемых землях нового освоения эволюция почв дополняется процессами формирования агроирригационных горизонтов.

Особенности движущих сил эволюционных изменений почв Приаралья можно проследить на примере отношения этих изменений к состоянию экологического равновесия почв, почвенного покрова и природных систем в целом.

Как было показано выше, все разнообразие почв Приаралья, в том числе и промежуточные эволюционирующие варианты, может быть представлено в виде нескольких генерализованных эволюционных схем (или динамических рядов). Анализ этих рядов, а также схем причинно-следственных связей, представленных в предыдущих разделах данной книги, показывает, что любые трансформации природных систем в целом и почвенного покрова, в частности, в аридных зонах обусловлены изменением равновесия между условиями почвообразования. При смещении равновесия в сторону какого-либо из них возникает некий *эволюционный градиент*, обусловливающий напряженность и скорость эволюционных процессов. Чем более противоречивы факторы, в комплексе обусловливающие формирование природных систем и почвенного покрова той или иной территории, тем более кардинальные изменения охватывают экосистемы в целом и почвенный покров и почвы, в частности.

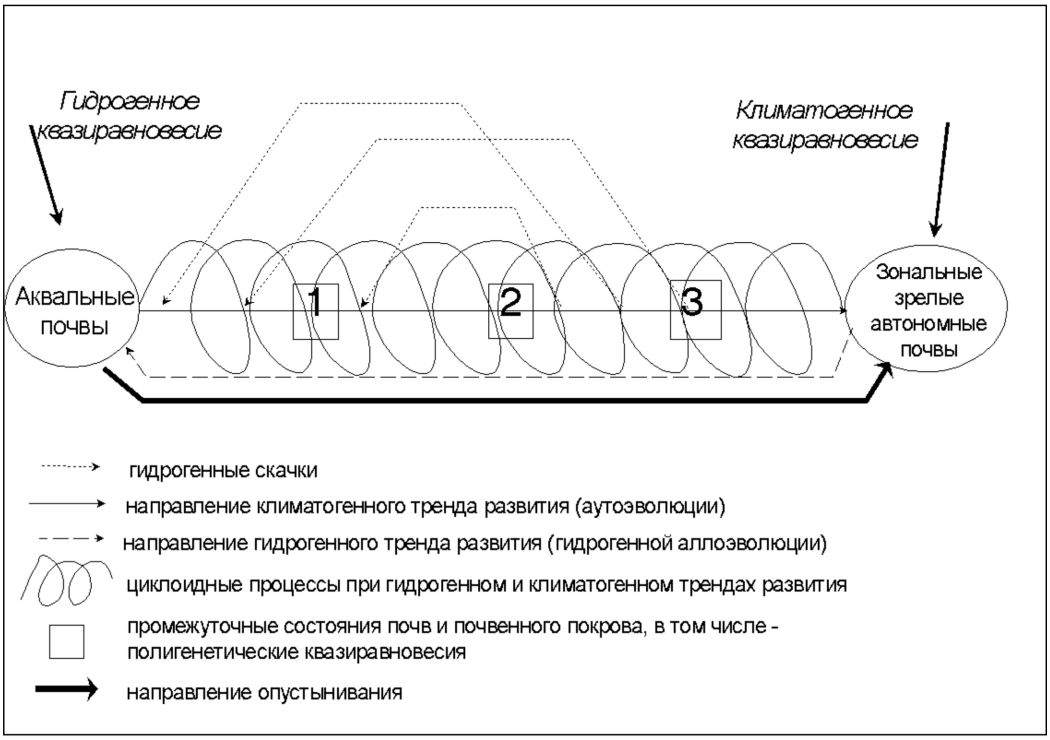


Рис. 41. Основные направления эволюции почв и почвенного покрова в современных "живых" и опустынивающихся дельтах

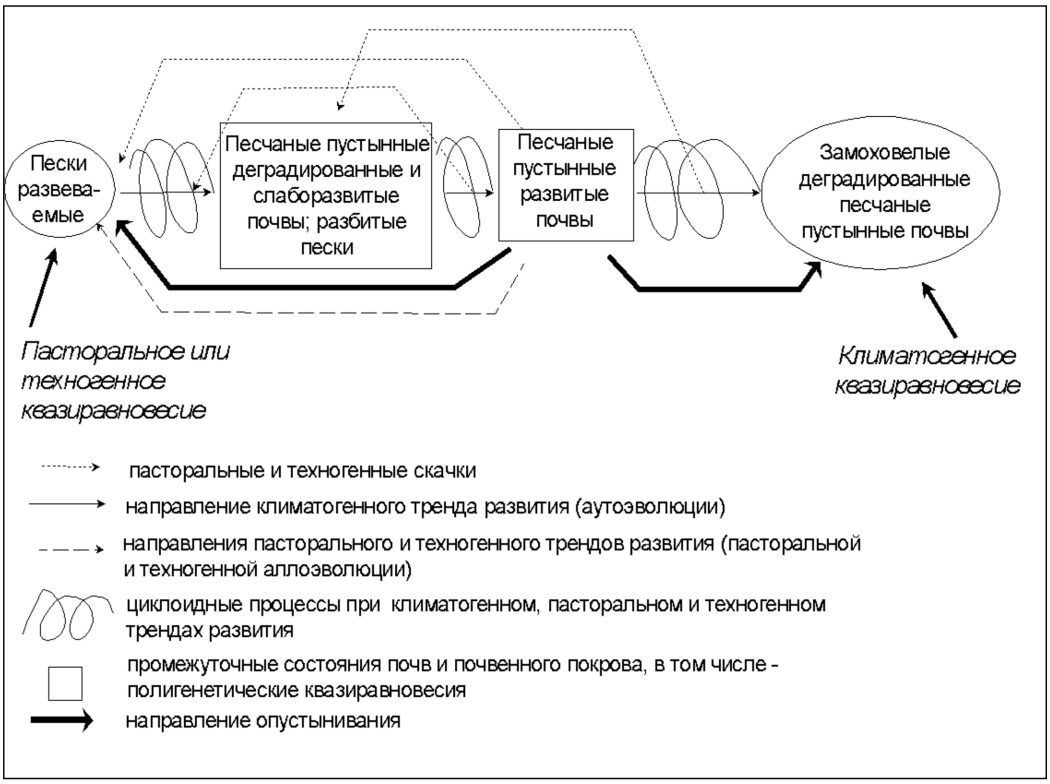


Рис. 42. Основные направления эволюции почв и почвенного покрова в современных пустынях и древних опустыненных дельтах



Рис.43. Виды эволюционных состояний почв и почвенного покрова в Приаралье

В Приаралье основные противоречия, обусловливающие эволюцию почв и почвенного покрова, как правило, состоят в различии с одной стороны, аутоэволюционных изменений почв и почвенного покрова в направлении формирования равновесных с аридным макроклиматом автономных зрелых зональных почв; а с другой стороны — аллоэволюционных изменений, протекающих под воздействием антропогенных или природных причин локального действия, осложняющих ход указанных аутоэволюционных изменений.

С этой точки зрения, движущие силы практически всех видов эволюционных изменений почв и почвенного покрова в Приаралье являются однотипными (рисунки 41 и 42).

На рисунках 41-42 показано, что на фоне единой для всех неравновесных или квазиравновесных почвенных систем тенденции к достижению устойчивого равновесия с наиболее мощным в регионе и повсеместно действующим фактором — аридным макроклиматом -, постоянно возникают дополнительные локальные воздействия, как бы “отбрасывающие” почвы в их аутоэволюционном развитии “назад”. При этом, если эти дополнительные действия носят циклоидный характер, то возникают условия для поступательной аллоэволюции под влиянием дополнительного локального фактора или факторов, а если эти действия носят или приобретают циклический характер, то возникает состояние квазиравновесия (или квазиклимакса), которое будет продолжаться неопределенно долгое время вплоть до изменения эволюционного градиента в сторону какого-либо из факторов.

Для описания механизмов изменения почв и почвенного покрова Приаралья при опустынивании мы считаем удобным и целесообразным использовать терминологию и методологические подходы, изложенные в работах Караваевой (1982), Соколова (1984, 1993), Соколова с соавт.(1986), Козловского и Горячкина (1993). С учетом этих подходов, в Приаралье различаются следующие эволюционные состояния почв и почвенного покрова (схема на рис. 43):

Аутоэволюция - основная тенденция саморазвития автономных почв в направлении достижения равновесия с аридным макроклиматом. Как правило, аутоэволюция сопровождается рядом циклоидных процессов, характеризующихся направленной тенденцией изменения почвенных свойств.

Климакс - окончательное состояние равновесия почв и почвенного покрова при завершении *мыслимой* аутоэволюции. Это понятие, как правило, не имеет природного воплощения, но оказывается удобным при раскрытии движущих сил эволюции почв и почвенного покрова, а также для понимания явления опустынивания.

Полигенетическая *(или моногенетическая)* ***аллоэволюция*** - локальные или (реже) региональные тенденции изменения почв и почвенного покрова в направлении достижения квазиравновесия (квазиклимакса), отвечающего совокупному действию как зонального макроклимата, так и дополнительных локальных антропогенных или природных воздействий. Соответственно, в зависимости от типа воздействий можно различать *антропогенную* и *естественную* аллоэволюцию, а в зависимости от направленности эволюционных изменений можно различать *гидрогенную, галогенную, пасторальную, техногенную* аллоэволюцию. Гидрогенная аллоэволюция обусловлена воздействием периодического или спорадического обводнения; галогенная —возникновением процессов засоления почв; пасторальная — воздействием выпаса; техногенная — транспортными и другими техногенными сбоями. Полигенетичность аллоэволюционных процессов находит отражение и в терминологии. Например, орошение часто приводит к *гидрогалогенной* аллоэволюции. Очевидно, что любой из видов аллоэволюции сопровождается циклоидными процессами.

Полигенетический *(или моногенетический)* ***квазиклимакс*** *(квазиравновесие)* - состояние динамического равновесия почв и почвенного покрова, отвечающее законченному совокупному действию фактора зонального макроклимата и противодействующих ему локальных антропогенных или природных воздействий. Основной атрибут любого квазиклимакса —активные циклические процессы. В соответствии с видами аллоэволюции в Приаралье нами выделяются следующие виды моногенетических квазиклимаксов —*гидрогенный, галогенный, пасторальный, техногенный.* А также соответствующие виды полигенетических квазиклимаксов — *гидрогалогенный, техногалогенный* и т.п.

Скачок —тип резких моментальных (революционных) изменений почв и почвенного покрова, отличающийся от аллоэволюции отсутствием циклоидных направленных процессов, а также отсутствием ряда промежуточных стадий. Как правило, скачок не приводит к достижению длительного состояния квазиклимакса, а лишь вызывает новую цепь аллоэволюционных трансформаций или “отбрасывает” почвенные системы к начальным этапам аутоэволюционных изменений. На территории Приаралья нами выделяется, в отличие от видов аллоэволюции, три вида скачкообразных изменений: 1) *гидрогенный* скачок — обусловленный внезапным обводнением ранее обсохших территорий, в отличие от гидрогенной аллоэволюции, поддерживаемой за счет периодического и/или поступательного подъема грунтовых вод; 2) *техногенный* скачок — обусловленный внезапным техногенным воздействием; 3) *пасторальный* скачок — обусловленный резким усилением пастбищной дигрессии. Как правило, в Приаралье эти скачкообразные трансформации отмечаются чаще, чем соответствующие виды аллоэволюционных изменений.

При обсуждении эволюционных изменений почв и почвенного покрова Приаралья с точки зрения их отношения к состоянию равновесия особое значение

занимают вопросы, связанные с отличием в этом ключе собственно почв от почвенного покрова (таблица 13).

Эволюционные состояния почв.

Как мы указывали выше, в Приаралье практически нет таких почв, которые находились бы в состоянии равновесия. Постоянное присутствие дополнительных антропогенных или природных воздействий локального характера, создающих эволюционный градиент на фоне квазиклимаксных почв или изменяющих направления аутоэволюции, обусловливает постоянные изменения почвенных свойств в результате циклоидных или активных контрастных циклических процессов. В связи с этим, почвы Приаралья никогда не достигают состояния полной зрелости (или мыслимого климакса). Перечень квазиравновесных состояний отдельных почвенных индивидуумов также крайне ограничен. Это связано с неравномерностью локальных антропогенных и природных воздействий на почвенный покров, и, в первую очередь, со своего рода "переложностью" земельных участков по отношению к любому из этих воздействий, вызывающих скачкообразные или аллоэволюционные изменения. Иначе говоря, в Приаралье редко можно описать какой-либо из почвенных индивидуумов, не находящихся в состоянии эволюции и испытывающий только циклические изменения.

На участках, функционирующих в режиме "живой" дельты, это связано с неравномерным и непостоянным функционированием тех или иных рукавов и протоков. На землях, находящихся в пастбищном использовании, степень пастбищной нагрузки крайне неравномерна как по годам —в зависимости от условий увлажненнности, так и в связи с нерегулируемой нагрузкой, которая время от времени приводит к дигрессии и вынуждает забрасывать пастбища до их полного или частичного восстановления. Неравномерность освоения характерна также для орошаемых земель, которые издавна в связи с высоким развитием процессов засоления находились в Приаралье в режиме "переложного" земледелия.

Редкие состояния квазиравновесия отдельных почвенных индивидуумов удается описать только в тех случаях, когда циклы саморазвития почв совпадают по времени с циклами локальных антропогенных и природных воздействий. При этом общая длительность периода, в течение которого отмечается это совпадение, не должно быть короче того временного промежутка, в течение которого завершается период аллоэволюционного развития (характерное время данной полигенетической или моногенетической аллоэволюции).

К числу подобных состояний можно отнести следующие:

— длительноорошаемые луговые почвы с мощным агроирригационным горизонтом в условиях хорошего искусственного или естественного оттока грунтовых вод;

— развитые песчаные пустынные почвы под сложными сформированными эфемерово-белополынно-белосаксауловыми сообществами в условиях регулируемого выпаса;

— солончаки по периферии массивов длительного орошения в условиях неизменности границ орошаемых территорий и условий дренажа.

Все другие варианты почвенных индивидуумов в Приаралье подвержены циклоидным изменениям и эволюционируют, различаясь только скоростью и степенью завершенности эволюционных процессов, а также контрастностью состояний в пределах циклоидных изменений.

Эволюционные состояния почвенного покрова.

Изменение разнообразия почвенного покрова.

Поскольку почвы Приаралья постоянно подвержены аллоэволюционным или скачкообразным изменениям, то и почвенный покров в целом никогда не достигает состояния климакса.

Вместе с тем, к интересным умозаключениям можно прийти, рассматривая современную эволюцию почвенного покрова дельты Амударьи и Сырдарьи под влиянием опустынивания, исходя из положения В.И.Вернадского о том, что все географические объекты можно рассматривать как области разнообразных динамических физико-химических равновесий, стремящихся достигнуть устойчивого состояния, нарушаемого вхождением в них чуждых данному динамическому равновесий проявлений энергии.

Общие тенденции эволюции аллювиальных почв дельт аридных территорий, как мы отмечали выше, хорошо описаны в работах Ковды, Егорова, Неуструева, Фридланда и развиты их учениками и последователями. В соответствии с этими исследованиями и нашими наблюдениями, каждый элементарный цикл эволюции почв характеризуется тенденцией трансформации гидроморфных почв в полугидроморфные, а затем —автоморфные. При обсыхании территорий, почвенный покров которых характеризуется на начальных стадиях обсыхания молодыми аллювиальными почвами, наблюдается конвергенция почвообразования, заключающаяся в уменьшении их исходного разнообразия (луговые, болотные, лугово-болотные, в разной степени засоленные; различные гидроморфные солончаки и др.) по мере приближения их свойств к динамически равновесным зональным пустынным почвам.

При паводковых разливах этот естественный ход аутоэволюции дельтовых почв, способствующий уменьшению их разнообразия, периодически или спорадически прерывается внешним возмущением, вызываемым новым паводком, приводящим к отложению свежего аллювия и/или возобновлению гидроморфизма, а следовательно, к смещению равновесия в системе взаимодействий почва - аридный климат. Это, в свою очередь, вновь увеличивает исходное разнообразие почв, а затем цикл повторяется. Повторение циклов эволюции поддерживает общее внутреннее равновесие всей системы почвенного покрова дельты. Это нетрудно проследить по результатам инвентаризации земельного фонда дельты Амударьи до начала ее современного интенсивного опустынивания. Так, на разных участках дельты в силу периодических изменений поверхности и условий обводнения, обновления почвообразующих пород происходит постоянная смена почв в пределах элементарных циклов. Но в целом состав почвенного покрова относительно замкнутой дельтовой системы поддерживался в равновесном состоянии и не менялся (если не учитывать отвода площадей под орошение) на протяжении длительного времени. Этому равновесию примерно соответствовало состояние земельного фонда до начала обсыхания) (таблица 14, 1 колонка).

Таблица 13. Эволюционные состояния почв и почвенного покрова в Приаралье

	Типы территорий							
	Современная опустынивающаяся дельта	Древняя опустыненная дельта	Обсохшее дно моря	Песчаные пустыни		Орошаемые территории		Живая дельта (в настоящее время практически отсутствует)
				без регулируемого выпаса	с регулируемым выпасом	новое орошение	древнее и длительное орошение	
Почвы	Состояние аутоэволюции	Состояние аутоэволюции осложненное пасторальной аллоэволюцией	Состояние аутоэволюции	Состоя-ние аутоэволюции осложненное пасторальной аллоэволюцией	Состояние аутоэволюции осложненное пасторальной аллоэволюцией. Местами полигенетическое квазиравновесие	Состояние аутоэволюции осложненное гидрогенной и галогенной аллоэволюцией и гидрогенными скачками	Полигенетическое квазиравновесие	Состояние аутоэволюции осложненное гидрогенной аллоэволюцией и гидрогенными скачками
Почвенный покров	Состояние аутоэволюции	Состояние аутоэволюции осложненное пасторальной аллоэволюцией. Местами полигенетический квазиклимакс	Состояние аутоэволюции	Состояние аутоэволюции осложненное пасторальной аллоэволюцией.	Полигенетическое квазиравновесие	Состояние аутоэволюции осложненное гидрогенной и галогенной аллоэволюцией и гидрогенными скачками.	Полигенетическое квазиравновесие	Полигенетическое квазиравновесие
Почвенные процессы	Активные циклоидные	Заторможенные циклоидные	Активные циклоидные	Циклоидные	Циклические	Активные циклоидные	Активные циклические	Активные циклические

Таблица 14. Сравнительные данные по состоянию почвенного покрова дельты Амударьи, % (составлено по данным Кимберга и др., 1964, Попова и др., 1985).

Почвы	До начала обсыхания, 1951-1953 гг.	После первой стадии аридизации, 1981-1983 гг.	Древняя дельта Акчадарьи, 1951-1953 гг.
	1	2	3
Луговые и болотно-луговые	42.9	-	-
Пойменно-аллювиальные			
Луговые аллювиальные	4.9	10.3	0.1
Орошаемые луговые	0.0	0.8	0.1
Остаточно-болотные	-	14.9	-
Остаточно-луговые	-	12.6	-
Остаточно-луговые тугайные	-	6.8	-
Лугово-такырные	3.2	0.9	-
Орошаемые лугово-такырные	0.2	0.3	0.1
Такырные	-	7.1	54.5
Такыры	-	-	4.3
Пустынные песчаные и пески	0.2	4.4	35.0
Солончаки типичные, луговые, болотные и приморские	6.6.	11.2	0.0
Солончаки остаточно-болотные	-	12.3	-
Солончаки остаточно-луговые	-	5.5	-
Солончаки остаточные	-	504	4.7.
Серо-бурые, пустынные песчаные почвы и пески (на останцах)	0.3	3.6	0.8
Водная поверхность	41.7	3.9	0.4

Однако, такое равновесие поддерживалось за счет внешних источников воды, обусловливающих ее поступление в дельту Амударьи в результате паводковых разливов и орошения примерно 12 км^3 ежегодно. Резкое сокращение количества воды, поступающей в дельту в течение последних 30-35 лет, привело к смещению сложившегося баланса. В этих условиях началось интенсивное опустынивание дельты, приведшее к относительному увеличению в составе ее почвенного покрова полугидроморфных и автоморфных почв за счет гидроморфных и аквальных (таблица 14, 2 колонка). При этом в эволюции почвенного покрова не просто повторяется естественный ход описанных выше элементарных циклов, а наблюдается картина, в своей основе сходная с описанной: внешнее возмущение уже более крупной экосистемы — дельты в целом — привело к увеличению разнообразия в ней почв, особенно за счет появления разных “остаточных”, а также в разной степени засоленных почв, что хорошо прослеживается в составленных нами схемах эволюции почв современных опустынивающихся дельт (см. главу 2.3.1.). Вместе с тем, единая тенденция аридизации и опустынивания почвенного покрова, ведущая к конвергенции почвообразования по мере приближения к состоянию динамически равновесных автономных зональных почв, сохраняется. Эта тенденция подтверждается данными по инвентаризации земельного фонда древней

Акчадарьинской дельты Амударьи, активное обводнение и орошение почв которой прекратилось более 1000 лет назад (таблица 14, 3-я колонка).

Аналогичные тенденции эволюции почв аридных областей описаны в литературе. Так, Н.В.Можарова и К.Н.Федоров (1984) сообщают, что дивергенция почвенного покрова аккумулятивно-морских равнин Терско-Кумской низменности происходит лишь на первых этапах — смены гидроморфной стадии мезогидроморфной, однако ближе к палеогидроморфной стадии в структуре почвенного покрова начинают проявляться обратные тенденции — к конвергенции почвенного покрова. На усиление контрастности и неоднородности почвенного покрова на начальных стадиях опустынивания обращали внимание и другие авторы (Джанпеисов, Смагулов, 1983; Попов, 1986; Шишов и др., 1988). Большое число работ содержит указания на усиление неоднородности почвенного покрова аридных и засушливых территорий при введении почв в орошение, а также, наоборот, при забрасывании орошаемых земель аридных территорий. На более поздних этапах эволюции неоднородность уменьшается.

Сходные тенденции мы наблюдали и при исследовании процессов первичного почвообразования на обсохшей части дна Аральского моря. Выше нами были описаны несколько стадий эволюции почв этой территории: стадия начальной гетерогенизации почвенного покрова, обусловленная разнообразием действующих факторов и процессов почвообразования; стадия гомогенизации, характеризующаяся угнетением и гибелью пионерных фитоценозов, что приводит к опустыниванию по пути формирования абиогенных ландшафтов, и обусловленная развитием процессов засоления и дефляции первичных почв; стадия эолового рассоления и “сухого дренирования”, приводящая к возможности пятнисто-очагового заселения территории ксерофитами; стадия постепенного формирования пустынных биогенных ландшафтов, способствующая формированию более однородной структуры почвенного покрова территории.

Таким образом, приведенные примеры показывают, что для почвенного покрова аридных территорий действителен один из общих принципов синергетики: при выведении сложноорганизованной системы из состояния динамического равновесия эта система стремится вернуться в исходное состояние или достичь нового состояния равновесия в соответствии с изменившимися условиями. При этом поиск путей возврата происходит хаотически и обусловливает многообразие промежуточных состояний, которое сокращается по мере достижения системой прежнего или нового состояния равновесия.

Представляется, что этот принцип имеет большое практическое значение, например, при проведении различных землеустроительных и мелиоративных работ, поскольку требует учета резкого возрастания разнообразия почв на первых этапах освоения и прогноза путей формирования наиболее устойчивых равновесных вариантов на последующих этапах.

Гомеостаз почвенного покрова.

Как нетрудно заметить из ряда приведенных выше примеров, для многих территорий Приаралья, как в современный период, так и , в особенности, до начала современного интенсивного опустынивания, характерно такое состояние, когда почвы могут постоянно эволюционировать в том или ином направлении, а такие параметры почвенного покрова, как его состав (разнообразие составляющих его почв) и соотношение площадей, занятых разными почвами, остаются постоянными. Структура почвенного покрова и конкретные почвенные индивидуумы при этом могут находиться в состоянии эволюции.

Для удобства дальнейшего изложения для характеристики такого состояния мы использовали термин *гомеостаз почвенного покрова* в отличие от состояния *стабильности почвенного покрова*, при котором неизменной остается также и структура почвенного покрова.

Состояние гомеостаза почвенного покрова уже по определению следует характеризовать не как климаксное, а как квазиклимаксное (квазиравновесное) состояние.

Важным при анализе состояния гомеостаза почвенного покрова является вопрос об определении границ территорий, состояние почвенного покрова которых можно характеризовать как гомеостатическое.

Наиболее ярко это можно проиллюстрировать на примере почвенного покрова территорий, функционирующих в режиме “живой” дельты.

Нами были проанализированы материалы повторных инветаризаций почвенных ресурсов дельт Амударьи, Сырдарьи, а также, для подтверждения полученных результатов, дельт ряда других рек .

С оговоркой на различие классификационных подходов при инвентаризации почв, проводимых разными исследователями и в разные годы, и на учет степени хозяйственного освоения территорий, нами была отмечена любопытная закономерность. Что, несмотря на довольно крупные изменения почв в пределах различных участков дельт, связанные с миграцией рукавов и протоков, и сопровождающиеся определенными изменениями в структуре почвенного покрова территорий, состав почвенного покрова и соотношение площадей составляющих его почв остается практически постоянным при условии сохранения среднего многолетнего стока рек в створе вершины дельты. Это характерно для почвенного покрова дельт Амударьи и Сырдарьи до 1964 года , а также для дельт таких крупных рек как Или, Чу, Терек и др. (табл. 14, рис.44, 45, 46). Почвенный покров таких дельт и был охарактеризован нами как гомеостатический.

Дальнейший анализ показал, что постоянство состава почвенного покрова и соотношения площадей слагающих его почв в такого рода динамически равновесных гомеостатических природных дельтовых экосистемах поддерживается в результате сбалансированного действия двух основных факторов: 1) аридного зонального макроклимата; 2) дополнительного количества воды извне, приносимого питающими дельту реками.

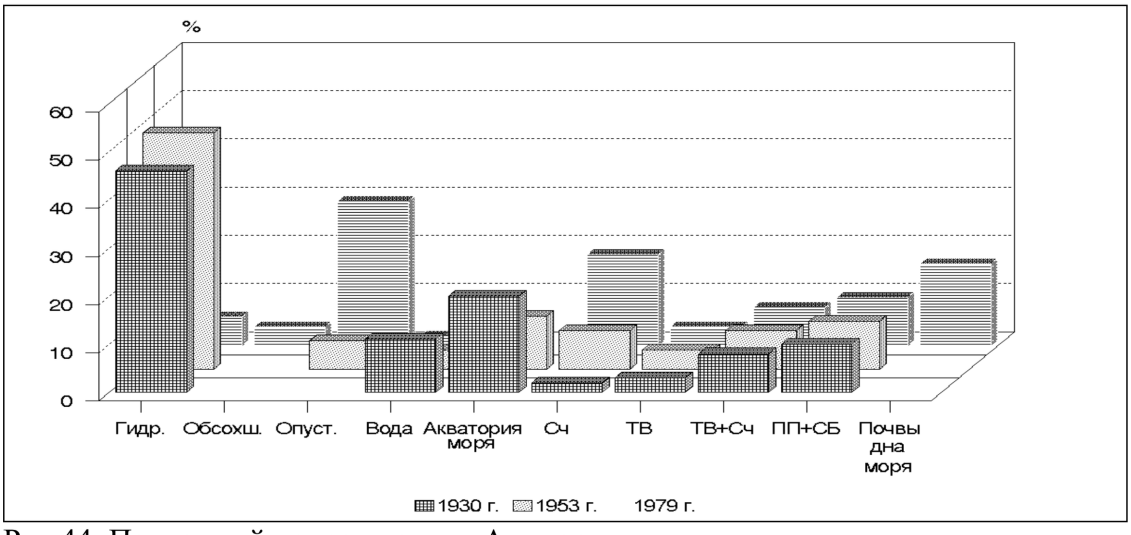


Рис.44. Почвенный покров дельты Амударьи

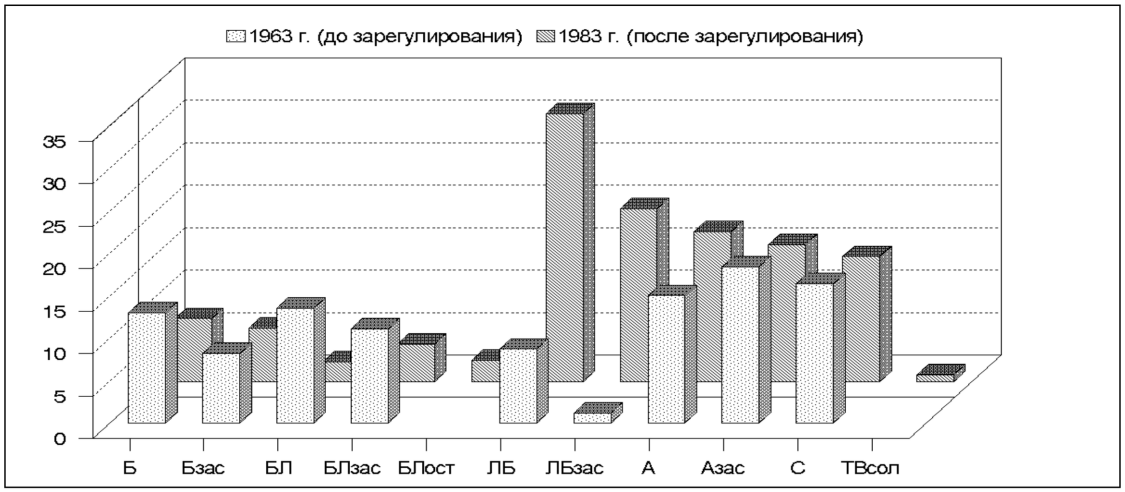


Рис.45. Почвенный покров Гуляевской дельты р. Чу (по Ж.У.Аханову, 1987)

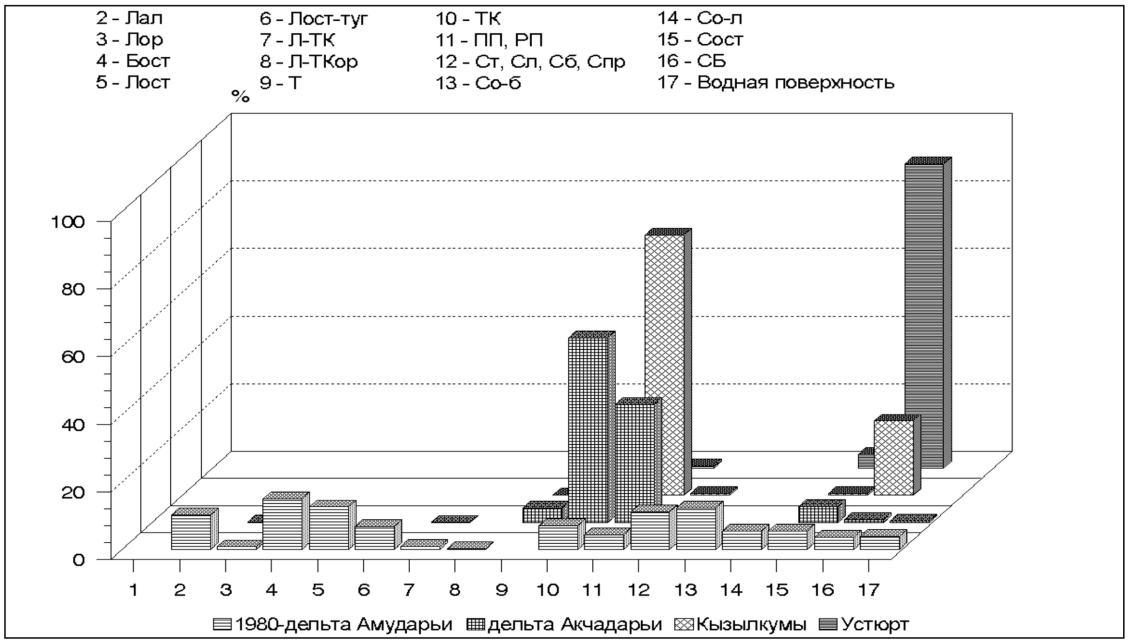


Рис.46. Почвенный покров Приаралья

Совокупное действие этих факторов приводит к тому, что естественные процессы развития дельтовых экосистем и природных комплексов в засушливых условиях носят ярко выраженный динамический характер при условии сохранения объемов среднемноголетнего речного стока. Цикличность развития экосистем связана с периодическим новообразованием, развитием и последующим отмиранием дельтовых протоков и малых русел. Процессы развития и отмирания малых русел сопровождаются обсыханием и/или засолением территорий, приуроченных (подкомандных) к этим протокам. Это проявляется в снижении уровня и увеличении минерализации грунтовых вод, изменении почвенного и растительного покровов на этих территориях в сторону уменьшения степени их гидроморфизма и ксерофитизации. Вместе с тем, периодическое или спорадическое обводнение дельт паводковыми водами, миграции русел и протоков приводили к периодическому возобновлению циклов эволюции дельтовых экосистем и обеспечивали общее динамическое равновесие в дельтах, поддерживаемое за счет поступления воды извне.

Таким образом, поступление воды в дельтовые экосистемы выступает, с одной стороны, как воздействие, обеспечивающее постоянное возобновление циклов гидрогенной аллоэволюции на уровне подсистем современной дельты, что обусловливает их динамичность и неустойчивость, а с другой стороны, как фактор, обеспечивающий гомеостаз почвенного покрова дельт в целом.

Иначе говоря, равновесие почвенного покрова дельтовых экосистем является крайне неустойчивым и поддерживается не за счет сил и средств саморегуляции, а лишь за счет внешних дополнительных источников массы и энергии. Прекращение действия этих источников ведет к смещению баланса условий почвообразования в сторону преобладания действия фактора аридного макроклимата.

Поэтому, очевидно, что размер территорий, характеризующихся состоянием гомеостаза почвенного покрова, ограничивается тем *уровнем "командования"*, на котором обеспечивается длительное постоянство (сопоставимое с собственными характерными временами развития подкомандных систем) причин, вызывающих аллоэволюцию "*подкомандных"* систем. Для почвенного покрова дельт в целом этим уровнем командования является створ вершины дельты при условии сохранения среднемноголетнего стока в этом створе.

Логично предположить, что принцип определения размера гомеостатических территорий носит универсальный характер. Он подтверждается не только для дельтовых систем в целом, но и для систем более мелкого и более крупного уровня.

Так, нами, а также в литературе [Жоллыбеков,1991; Кабулов, 1990; Попов, 1990], описаны более мелкие внутридельтовые природные комплексы, функционирующие в режиме естественного или искусственного паводкового затопления, в пределах которых такие параметры, как состав почвенного покрова и соотношение площадей, занятых разными почвами, аналогичны или весьма близки к этим же параметрам, характерным для "живой" дельты в целом. Такого рода территории являются подкомандными какому-либо из рукавов или протоков, в верхнем створе которого обеспечивается постоянство среднемноголетнего стока (рис.47).

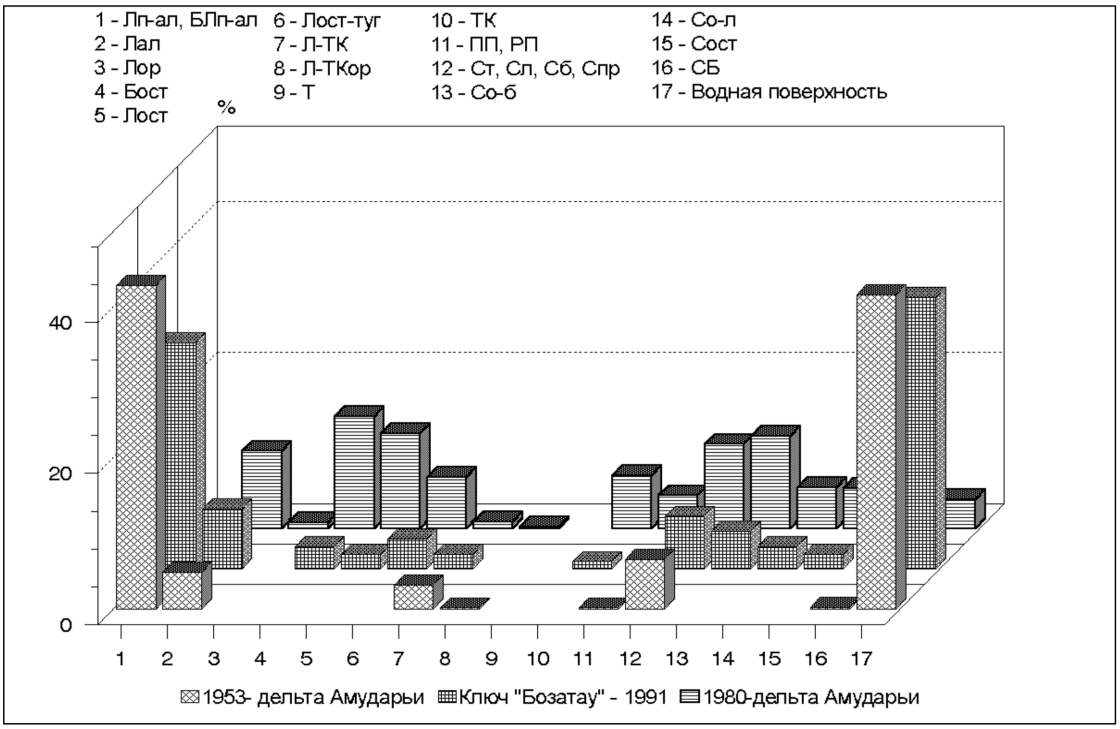


Рис. 47. Почвенный покров Приаралья

Действенность указанного принципа на более высоком уровне фактически подтверждается современным состоянием интенсивного опустынивания в Приаралье. Попытка человека изменить структуру почвенного покрова в бассейне Аральского моря за счет увеличения площадей гидроморфных почв в верхнем и среднем течении рек неизбежно вызвало уменьшение площадей этих почв в дельтах. В данном случае в качестве командного уровня рассматривается среднемноголетний формирующийся сток рек бассейна Аральского моря, подкомандным к которому является почвенный покров всего бассейна. Иллюстрацией к этому положению является рисунок 48, составленный по данным, полученным из нескольких независимых источников.

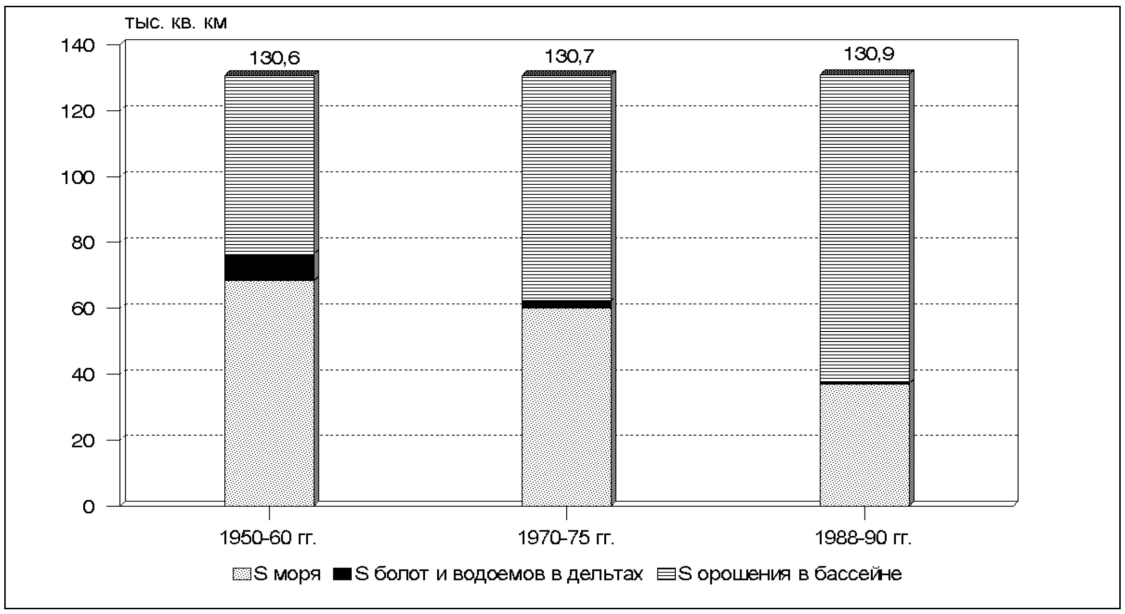


Рис. 48. Изменение соотношения обводняемых площадей в бассейне Аральского моря

Не трудно предположить, что аналогичным образом действует принцип определения гомеостатических территорий и в случае сбалансированного противодействия между аридным макроклиматом и антропогенными воздействиями, как то: отгонное животноводство, техногенное воздействие, сведение древесной и кустарниковой растительности.

При этом количество вариантов такого рода гомеостатических состояний природных систем в целом и почвенного покрова, в частности, может быть весьма значительно. Все зависит от состояния баланса, обусловленного интенсивностью постоянно действующего того или иного агента, вызывающего аллоэволюционные процессы.

В частности, в условиях постоянно интенсивной пастбищной нагрузки в песчаных пустынях формируются квазиравновесные природные комплексы, в которых доминирующее значение занимают разбитые или развеваемые пески, а также слаборазвитые и деградированные песчаные пустынные почвы. В условиях умеренной пастбищной нагрузки формируется почвенный покров, состоящий почти нацело из развитых пустынных песчаных почв под полночленными сообществами белого саксаула. В условиях недовыпаса формируются природные комплексы с песчаными пустынными почвами, в которых в зависимости от степени недовыпаса

участвуют или доминируют деградирующие песчаные пустынные почвы с моховым покрытием (Tortula desertorum).

Размер таких гомеостатических территорий зависит от степени пастбищной нагрузки, не изменяющейся длительное (сопоставимое с периодом, требующимся для достижения квазиравновесного состояния) время.

В частности, для комплексов из разбитых песков, характерных для экосистем, формирующихся вокруг длительно используемых водопоев, "командным" уровнем может быть количество голов скота, ежегодно приходящееся на данный водный источник. Если на пастбищах, на которых длительное время выпасается определенное количество скота, используется в качестве водопоев несколько водных источников, функционирующих в переменном режиме, то гомеостатической следует считать всю территорию данного пастбища, а участки приколодезных сбоев в этом случае рассматриваются только как один из составных элементов этих гомеостатических территорий.

Для такого рода территорий, равно как и для природных комплексов с доминированием замоховелых почв или с доминированием развитых пустынных песчаных почв в качестве командного уровня следует рассматривать ежегодное количество голов скота, приходящееся на единицу площади, которое остается неизменным в течение длительного промежутка времени, сопоставимого с периодами эволюционных циклов. Так, например, гомеостатическими могут являться как большие по площади территории, многие из выпасаемых участков которых периодически находятся в перелоге для целей восстановления после дигрессионных явлений, так и незначительные по площади территории, на которых ведется умеренный выпас.

Из принципа определения границ гомеостатических территорий вытекает важное следствие.

Только та территория может считаться гомеостатической в отношении почвенного покрова, для которой можно определить границы и командный уровень причин, вызывающих циклические трансформации внутри систем.

Если границы системы не могут быть определены, значит она не является гомеостатической, а является подчиненной по отношению к гомеостатической системе более высокого уровня. Так, например, если нельзя определить командный уровень для системы почвенного покрова, приуроченной к обсыхающему или обсохшему рукаву или протоку дельты, значит почвенный покров этой системы целиком находится в состоянии эволюции, и необходимо говорить об эволюции, а не о гомеостазе почвенного покрова в целом.

К негомеостатическим системам почвенного покрова в Приаралье относятся такие крупные территории, как: древние опустыненные дельты, современные опустынивающиеся дельты, обсохшее дно моря, многие орошаемые территории. Для этих территорий характерно нарушение одного или обоих **условий гомеостаза** почвенного покрова: 1) наличие устоявшегося сбалансированного противодействия аридного макроклимата и воздействия, вызывающего циклические трансформации внутри систем (вызывающего различные виды аллоэволюционных изменений и инициирующего новые трансформации в направлении аутоэволюции); 2) достаточная длительность устоявшегося сбалансированного действия упомянутых выше фактора климата и дополнительного внешнего воздействия, не меньшая, чем время, необходимое для завершения трансформаций почвенного покрова, носящих циклоидный характер (табл.15).

Таблица 15. Гомеостатичность различных типов территорий Приаралья (пояснения в тексте)

Условия гомеостаза почвенного покрова	Типы территорий							
	Современная опустынивающаяся дельта	Древняя опустыненная дельта	Обсохшее дно моря	Песчаные пустыни		Орошаемые территории		Живая дельта (в настоящее время практически отсутствует)
				без регулируемого выпаса	с регулируемым выпасом	новое орошение	древнее и длительное орошение	
Устоявшийся баланс аридного климата и дополнительного внешнего воздействия	-	+	-	-	+	+	+	+
Завершение циклоидных трансформаций почвенного покрова	-	-	-	-	+	-	+	+
Гомеостатичность территории	-	-	-	-	+	-	+	+

Еще одно следствие из принципа определения границ территории, гомеостатической в отношении почвенного покрова, заключается в том, что *если существует гомеостатическая система почвенного покрова, то всегда можно определить гомеостатическую систему почвенного покрова, подкомандную более высокому уровню.* Иначе говоря, любая гомеостатическая система всегда является подсистемой другой гомеостатической системы. Это следствие объясняет, почему в Приаралье гомеостаз почвенного покрова в большей мере присущ более крупным по площади территориям, и реже идентифицируется для менее крупных. В целом же, высказанное соображение аналогично известному положению биоэкологии о том, что вид более устойчив чем особь, а экосистема более устойчива чем вид [Одум, 1986].

Особенности современного этапа постгидроморфной эволюции почв Приаралья в связи с опустыниванием.

Общий анализ закономерностей эволюционных изменений почв в Приаралье показал, что в целом специфика современных условий состоит не столько в изменении характера протекания постгидроморфной эволюции почв дельтовых областей аридных регионов и процессов, ее сопровождающих, сколько в эволюционных изменениях почвенного покрова, сопровождающихся увеличением в его составе доли постгидроморфных почв, меняющихся в направлении достижения равновесия с аридным климатом.

Изменения почв современных опустынивающихся дельт Приаралья протекают в направлении их аутоэволюции, и аналогичны по своим проявлениям тем изменениям, которые имели место в условиях “живой” дельты при обсыхании отдельных отшнуровавшихся проток. Отличие условий современного протекания этих изменений состоит главным образом в том, что в результате резкого сокращения водных ресурсов в питающих дельты реках эти процессы происходят не локально, а практически повсеместно и не прерываются пойменно-аллювиальными процессами, что приводит к смещению динамического равновесия между аридным макроклиматом и дополнительным обводнением. Равновесие смещается в сторону действия аридного фактора и ведет к опустыниванию, поскольку цикличность развития дельтовых экосистем не возобновляется, а эволюция экосистем направлена в сторону формирования пустынных природных комплексов.

Особенности современной эволюции почв и почвенного покрова опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи, обусловленные такими новыми ее параметрами как *быстротечность и повсеместность*, приводят к усложнению путей трансформации, по которым почвы этих территорий развиваются в сторону достижения равновесия с новыми условиями среды.

Так, во-первых, быстротечность изменений условий почвообразования (и в первую очередь — глубины залегания грунтовых вод), обусловливает своего рода “сокращенные” пути эволюции почв в условиях опустынивания, в которых почти не проявляются или практически не получают самостоятельного развития стадии, соответствующие формированию молодых аллювиальных почв и стадии, соответствующие переходам между гидроморфными типами луговых и болотных почв, характерных для древнедельтовых равнин низовий.

Во-вторых, некоторые почвенные признаки, свойственные более поздним стадиям “нормальной” эволюции, начинают в современных условиях проявляться уже на ранних этапах. Так, например, признаки отакыривания в виде пористой чешуйчатой корки наблюдаются уже на самых ранних стадиях, что потребовало введения специальных терминов для видов луговых отакыривающихся почв или родов луговых отакыренных почв.

И наоборот, признаки, свойственные более ранним стадиям эволюции, в частности, признаки гидроморфизма (оглеения), продолжают сохраняться в неактивном виде достаточно долгий промежуток времени, что нашло отражение в специальном выделении “остаточно-луговых” и “остаточно-болотных” почв, а также “остаточно-солончаковых” почв.

В настоящее время различные “остаточные” почвы получили абсолютное преобладание на территории современных опустынивающихся дельт.

В-третьих, быстротечность процессов опускания уровня грунтовых вод вызывает многообразие путей эволюции почв, связанных с различными условиями, в которых протекают первые этапы эволюции. Их можно представить в виде следующей схемы (рис. 49).

Раньше, в условиях медленного опускания ГВ или даже их долгого стояния на одном уровне “нормальная” эволюция всегда сопровождалась засолением почв вплоть до образования солончаков. В дальнейшем, если не происходило возобновление режима поемности, трансформация почв осуществлялась в направлении рассоления и отакыривания солончаков, образования такыровидных почв и такыров.

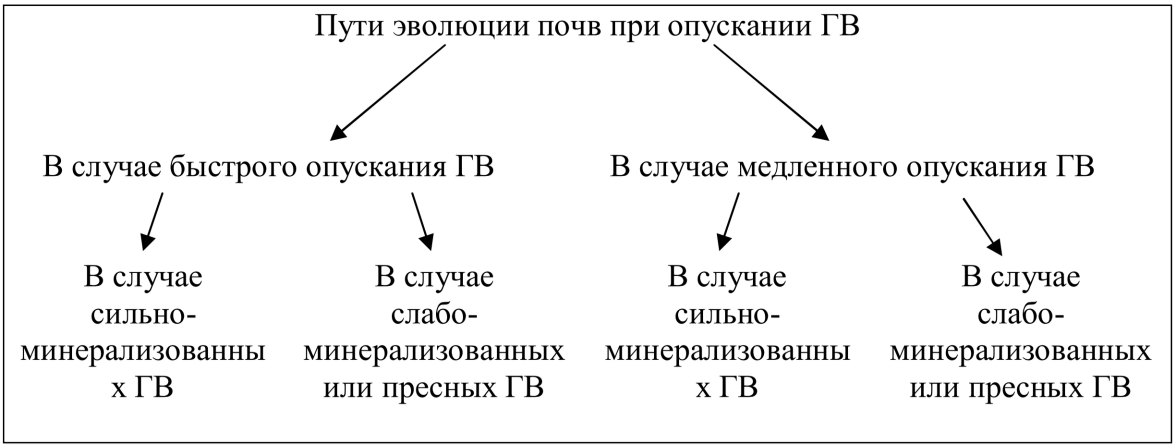


Рис. 49. Разнообразие путей эволюции почв современных территорий опустынивающихся дельт Приаралья при опускании грунтовых вод (ГВ).

В настоящее время ряд территорий современных опустынивающихся дельт Приаралья испытывает быстрое обсыхание, для которого солончаковая фаза не является облигатной промежуточной стадией. Это происходит в тех условиях, когда отрыв капиллярной каймы от почвенной толщи происходит настолько быстро, что возрастающая минерализация грунтовых вод не успевает воздействовать на почву.

Высокое же засоление почв, возникающее при их современном опустынивании на преобладающей части территорий дельт Амударьи и Сырдарьи, и связанное главным образом с геохимической разгрузкой речных вод в дельтовых областях, напротив, создает условия для консервации почвенной структуры и органического вещества, образованного и накопленного в луговую фазу. В дальнейшем, на протяжении длительного (в силу малого количества атмосферных осадков) периода рассоления солончаков в автоморфных условиях, происходит не быстрая и резкая, а постепенная трансформация почв и растительности, плавный переход в автоморфную (ксероморфную) фазу, минуя этап полной бесплодности ландшафтов, в период которого ландшафт бывает особенно подвержен разным дополнительным нагрузкам: техногенному воздействию, эрозии, дефляции и т.д.

Возрастание разнообразия почвенного покрова на первых стадиях его постгидроморфной эволюции, связанной с опустыниванием, во многом обусловлено также неравномерностью обсыхания геоморфологически различающихся участков элементарных педокатен, характерных для дельтового мезорельефа (прирусловых валов, их склонов к межрусловым понижениям, собственно межрусловых понижений и озерных котловин). В то время, когда прогрессирующее опускание грунтовых вод приводит к формированию на прирусловых валах песчаных пустынных примитивных почв на отложениях легкого грансостава и луговых отакыривающихся почв на слоистых отложениях, на склонах прирусловых валов, и в особенности в межрусловых понижениях и озерных котловинах долгое время сохраняются различные гидроморфные и полугидроморфные засоленные почвы и солончаки. Во многом длительное сохранение солончаковой стадии в почвах, формирующихся на этих элементах дельтового рельефа, связано также с латеральной геохимической миграцией легкорастворимых солей и их аккумуляцией в понижениях рельефа. Только на последних стадиях постгидроморфной эволюции почвы межрусловых понижений постепенно “догоняют” в своем развитии почвы, формирующиеся на более высоких позициях.

Отмеченное разнообразие свойственно лишь для первых стадий трансформации природных комплексов в условиях быстрого опустынивания. На конечных этапах эволюции, когда скорость трансформации замедляется, а также в условиях медленного опускания ГВ и, соответственно, медленных трансформаций, многообразие почвенного покрова не столь велико. Это связано с согласованностью смен почв и растительности, что обусловливает биогенный характер эволюционного развития опустынивающихся ландшафтов на протяжении всего периода трансформации. В этих условиях скорость изменения эдафических условий соответствует скоростям сукцессионных процессов.

Подготовка каждого последующего тапа эволюции происходит постепенно, позволяя соответствующей растительности занять максимально возможное экологическое пространство, что, в свою очередь, ведет и к гомогенизации почвенного покрова на данной территории. В дальнейшем, по мере снижения скоростей эволюционных смен, гомогенизации почвенного покрова подвергаются всё большие территории.

Таким образом, начальные этапы постгидроморфной климатогенной эволюции почвенного покрова при опустынивании характеризуются резким всплеском разнообразия почв, причем чем быстрее происходит изменение условий почвообразования, тем выше разнообразие. В условиях катастрофических изменений условий почвообразования, в частности, быстрого снижения УГВ, вызывающих резкий дисбаланс в изменении эдафических условий и растительных сукцессиях, возможно образование ландшафтов с упрощенной структурой — бедлендов, лишенных растительности. Эти ландшафты, как правило, в наименьшей степени устойчивы к различным антропогенным воздействиям на поверхностный горизонт почво-грунтов.

Конечные этапы постгидроморфной аутоэволюции ландшафтов при опустынивании характеризуются конвергенцией путей эволюционных изменений почв и увеличением однородности почвенного покрова. Сказанное хорошо иллюстрируется обобщенными схемами постгидроморфной эволюции почв при опустынивании дельтовых равнин и обсыхающего дна Аральского моря.

Выявленные особенности в изменениях почв и почвенного покрова, сопровождающих их эволюцию при опустынивании, позволили нам вплотную приблизиться к возможности оценки относительной скорости их эволюции.

Для почв основой для выработки диагностических критериев оценки скорости их эволюции выступает соотношение признаков, свойственных более поздним и более ранним этапам эволюции.

Для почвенного покрова такой основой является степень гетерогенизации почвенного покрова.

Таким образом, анализируя итоги исследований изменений почв и почвенного покрова Приаралья при опустынивании, необходимо отметить, что в рамках нашей работы описаны диагностические признаки, движущие силы и механизмы различий между эволюционными изменениями почв и почвенного покрова при разных скоростях трансформаций условий почвообразования. Показано, что основные противоречия, обусловливающие эволюцию почв и почвенного покрова в Приаралье, как правило, состоят в различии с одной стороны, аутоэволюционных изменений почв и почвенного покрова в направлении формирования динамически равновесных с аридным макроклиматом зрелых зональных почв, а с другой стороны —аллоэволюционных изменений, протекающих под воздействием

антропогенных или природных причин локального действия, осложняющих ход аутоэволюционных изменений.

На генетико-эволюционной основе уточнены схема классификации и номенклатура почв, подверженных опустыниванию. Дана характеристика процессов почвообразования, сопровождающих эволюционные изменения почв при разных скоростях опустынивания.

С помощью введения понятия гомеостаза почвенного покрова показано принципиальное отличие равновесных состояний почв и почвенного покрова. Термин *гомеостаз почвенного покрова* используется для характеристики такого состояния почвенного покрова, при котором отдельные почвенные индивидуумы и структура почвенного покрова в целом могут постоянно меняться в том или ином направлении, а такие параметры почвенного покрова, как его состав (разнообразие составляющих его почв) и соотношение площадей, занятых разными почвами, остаются постоянными. Предложен принцип определения границ гомеостатических территорий.

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЯДЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ.

Выше мы рассмотрели направления изменения и динамику основных компонентов ландшафтов Приаралья при опустынивании. Анализ тенденций и процессов динамики растительности, рельефа и почв, сопровождающих трансформации природных систем при опустынивании и рассмотренных в предыдущих главах позволил прийти к следующим заключениям.

Несмотря на многообразие промежуточных форм опустынивания, на различия в подходах отдельных наук (геоботаники, почвоведения, геоморфологии, ландшафтоведения) к анализу динамики и/или эволюции природных систем и их отдельных компонентов, на различия в скоростях изменения, характере и степени отклика растительности, почв и рельефа на воздействие разных причин опустынивания, все эти разнообразные тенденции и пути трансформации могут быть генерализованы в несколько основных последовательностей и иерархизированы в виде классификационной структуры. Основанием для проведения такой генерализации послужило очевидное сходство или, образно выражаясь, “подобие” динамических и/или эволюционных рядов, описывающих изменения почв, растительности и рельефа при опустынивании. В особой степени указанное “подобие” касается состояния разных компонентов опустынивающихся природных систем на начальных и конечных (близких к конечным) этапах их трансформации. Так, например, галосерии растительных сообществ соответствует эволюция почв в направлении образования солончаков. Псаммосерии растительности отвечает развитие пустынных песчаных почв и образование зрелого эолового бугристо-грядового рельефа, а в случае пастбищной дигрессии или транспортных сбоев — полная деградация почв, исчезновение растительности и резкие нарушения сложившихся зрелых форм эолового рельефа, и т.д.

Последовательная генерализация замеченных аналогий, корреляций и признаков сходства в динамических и эволюционных рядах почв, растительности и рельефа позволила вычленить несколько характерных направленных последовательностей изменений природных комплексов Приаралья при опустынивании, которые были названы нами динамическими или эколого-генетическими рядами опустынивания.

Таким образом, в предлагаемом нами понимании, динамический ряд опустынивания — это направленная последовательность (тенденция) деградации природных систем (земель — по определению "Конвенции…", 1996) аридных, семиаридных и засушливых субгумидных территорий, сопровождающаяся сходными согласующимися совокупными изменениями их отдельных компонентов (почв, растительности, рельефа).

Анализ иерархии динамических рядов опустынивания в Приаралье позволил выявить 3 возможных уровня их рассмотрения, послуживших основой для разработки классификации этого явления. Схема классификации приведена на рисунке 50.

На самом высоком уровне выделяются два динамических ряда:

1. Изменения природных систем в направлении формирования абиогенных ландшафтов (бедлендов).
2. Изменения в направлении формирования зрелых пустынных экосистем в условиях глубокого залегания грунтовых вод.

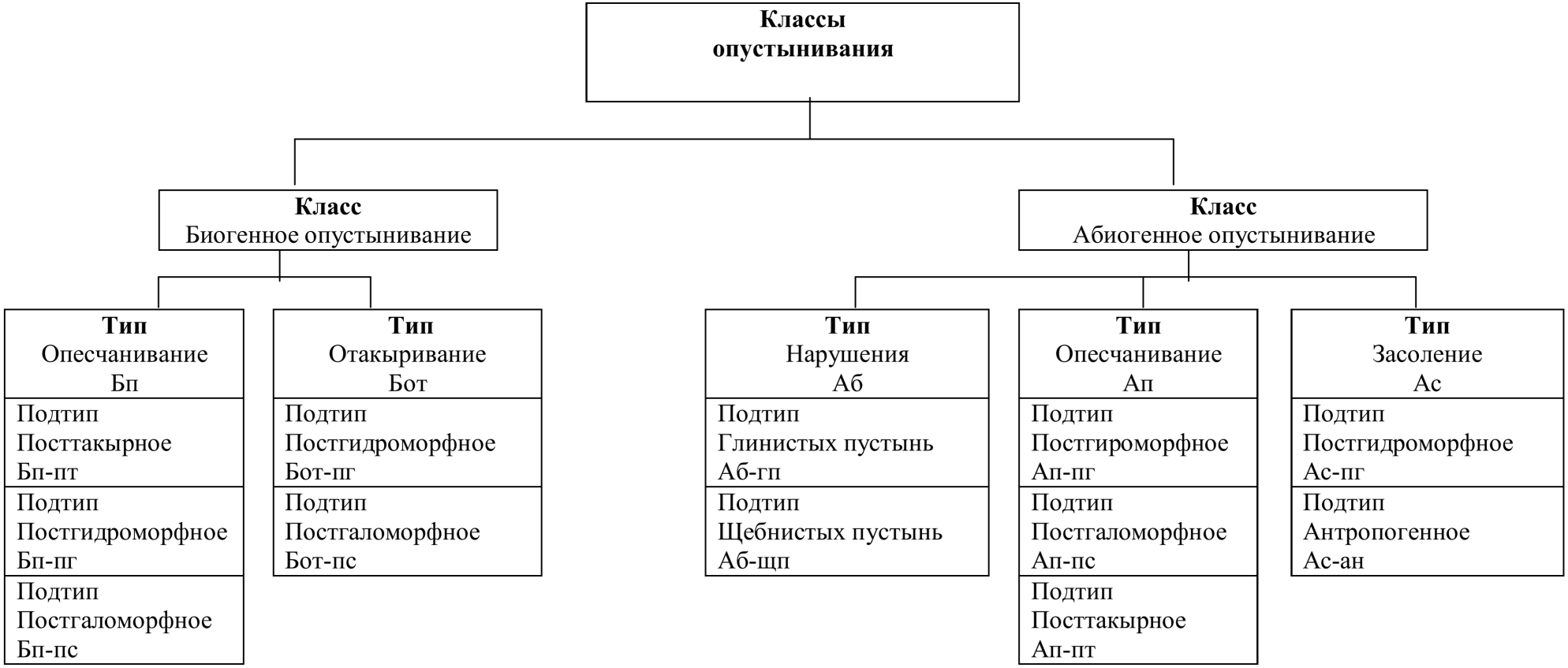


Рис.50. Схема классификации опустынивания

В соответствии с этими направлениями на самом высоком таксономическом уровне нами выделяются два ***класса опустынивания***: **абиогенное и биогенное**.

Факт отнесения территории к тому или иному классу опустынивания означает не состояние конкретной территории в данный момент времени, а именно тенденцию, возможный путь развития территории при существующих условиях.

Каждый из классов опустынивания подразделяется на несколько типов (направлений) опустынивания.

Типы опустынивания.

Тип опустынивания определяется нами как последовательность направленных изменений природных комплексов (или динамический ряд), на конечных стадиях завершающаяся формированием природных систем, равновесных с действующими факторами или причинами опустынивания. Синонимичными равноправными терминами могут служить такие как "направление" и "тренд" опустынивания.

В Приаралье были выделены следующие типы опустынивания:

Биогенное отакыривание (Бот) - динамический ряд развития природных комплексов по пути формирования пустынных такырных равнин с ксерофитной растительностью на развитых такыровидных почвах и такырах.

Биогенное опесчанивание (Бп) - динамический ряд развития природных комплексов по пути формирования песчаных пустынь с закрепленными песками, с псаммофитной растительностью на развитых пустынных песчаных почвах.

Абиогенное засоление (Ас) - динамический ряд развития природных комплексов по пути формирования солончаков, лишенных высшей растительности.

Абиогенное опесчанивание (Ап) - динамический ряд развития природных комплексов по пути формирования песчаных пустынь с развеваемыми песками.

Абиогенные нарушения (“бедлендизация”) (Аб) - динамический ряд формирования абиотических природных комплексов глинистых и щебнистых пустынь, как правило, в результате локального, чаще антропогенного воздействия, направленного на механическое уничтожение почвенного и/или растительного покрова (пожары, варварская вырубка, сгребание верхнего биогенного слоя почв, водная эрозия на крутых склонах и т.п).

Подтипы опустынивания.

Подтипы опустынивания определяются по характеру развития того или иного типа опустынивания. Иначе говоря,отнесение территории к тому или иному подтипу опустынивания имеет целью охарактеризовать путь эволюции опустынивающихся природных комплексов. В большинстве случаев подтипы опустынивания диагностируются по стадиям опустынивания, предшествующим современному наблюдаемому состоянию природных комплексов.

В Приаралье выделены следующие подтипы опустынивания:

Биогенное отакыривание постгаломорфное (Бот-пс) - данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания и отакыривания гидроморфных солончаков и сильнозасоленных почв межгрусловых понижений, озерных котловин и постаквальной морской поверхности) .

Биогенное отакыривание постгидроморфное (Бот-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов, не сопровождавшаяся формированием солончаков или сильнозасоленных почв с галофитной растительностью (соответствует природному

процессу обсыхания и отакыривания незасоленных или слабозасоленных почв межрусловых понижений или орошаемых массивов).

Биогенное опесчанивание постгаломорфное (Бп-пс) - данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания и рассоления (в т.ч. эолового) солончаков и засоленных почв легкого гранулометрического состава, как правило, формирующихся на прирусловых валах или постаквальной морской поверхности).

Биогенное опесчанивание постгидроморфное (Бп-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов, не сопровождавшаяся формированием солончаков или сильнозасоленных почв с галофитной растительностью (соответствует природному процессу обсыхания незасоленных и слабозасоленных почв легкого гранулометрического состава, как правило, формирующихся на прирусловых валах).

Биогенное опесчанивание посттакырное (Бп-пт) - данному подтипу опустынивания предшествовала стадия отакыривания природных комплексов (соответствует природному процессу опесчанивания такыров и такыровидных поверхностей).

Абиогенное засоление постгидроморфное (Ас-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу интенсивного засоления орошаемых массивов, межрусловых понижений, озерных котловин и постаквальной морской поверхности в результате их обсыхания и повышения минерализации поверхностных и залегающих близко к поверхности грунтовых вод, как правило, в условиях их слабой естественной отточности).

Абиогенное засоление антропогенное (Ас-ан) - данный подтип опустынивания , отмечающийся, как правило, на территории орошаемых оазисов, по их периферии или вдоль русел и каналов, по которым производится сброс КДВ, может развиваться на фоне любого из предшествующих состояний природных комплексов; поэтому антропогенное засоление может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Абиогенное опесчанивание постгидроморфное (Ап-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания прирусловых валов, осложненному воздействием перевыпаса сельскохозяйственных животных или вырубкой древесной тугайной растительности).

Абиогенное опесчанивание посттакырное (Ап-пт) - данному подтипу опустынивания предшествовала стадия постгаломорфного или постгидроморфного отакыривания природных комплексов (соответствует природному процессу опесчанивания такыров, осложненному воздействием перевыпаса, вырубкой деревьев и кустарников, явлениями суффозии или техногенными воздействиями).

Абиогенное опесчанивание постгаломорфное (Ап-пс) —данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу формирования эолового песчаного чехла на поверхности солончаков и/или (последующего) рассоления нижележащей засоленной толщи почво-грунтов, осложненному воздействием перевыпаса, вырубкой деревьев и кустарников или техногенным воздействием).

Абиогенное опесчанивание поставтоморфное (Ап-па) —соответствует процессу эолового развевания закрепленных песков в результате перевыпаса, вырубки деревьев и кустарников или техногенного воздействия.

Абиогенные нарушения глинистых пустынь (Аб-гп) - данный подтип опустынивания, отмечающийся, как правило, на территориях подгорных пролювиальных равнин и, реже, такырных поверхностей, развивается обычно в автоморфных условиях на фоне природных комплексов со слабосформированным и хрупким растительным покровом; абиогенная "бедлендизация"может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Абиогенные нарушения щебнистых пустынь (Аб-щп) - данный подтип опустынивания отмечается, как правило, на территориях останцов, подгорных пролювиальных склонов с щебнистой поверхностью и в местах выходов коренных пород с изреженным слабосформированным хрупким растительным покровом; абиогенная "бедлендизация"может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Таким образом, классификация опустынивания, основанная на анализе иерархии динамических рядов опустынивания, по существу, представляет собой инструмент для анализа эволюции опустынивающихся экосистем, позволяющий в первом приближении прогнозировать будущее состояние изменяющихся природных комплексов при условии сохранения действующих факторов и причин опустынивания. Примеры согласованных по изменениям почв и растительности динамических рядов опустынивания, соответствующих уровню подтипа приведены в схемах на рисунке 51.

Степень, скорость и глубина опустынивания.

Помимо разработки систематики причин опустынивания и классификации опустынивания, перед нами стояла задача разработки рациональных методов диагностики таких параметров этого явления как степень, скорость и глубина опустынивания.

Краткий анализ подходов к оценке степени и скорости опустынивания.

Большинство методов оценки степени опустынивания, разработанных к настоящему времени, создано для целей глобальной или крупнорегиональной оценки этого явления. Поэтому они, как правило, носят очень общий характер, используют обобщающие качественные или полуколичественные критерии.

Так, например, Dregne (1986) рассматривает 4 степени опустынивания: слабое, умеренное, сильное, очень сильное и использует для их диагностики таблицу критериев, включающих: (1) качественную оценку состояния растительности (хорошее, удовлетворительное, плохое, растительность отсутствует); (2) качественную оценку эрозии (отсутствует, умеренная, сильный размыв или местами выдутые участки почв, много пятен развеянных почв); (3) качественную оценку засоления орошаемых земель (отсутствует, умеренное, сильное, солевые корки); (4) количественную оценку снижения годовой урожайности (менее 10%, 10-15%, 50-90%, более 90%).

Darkoh (1989), обследовавший страны Южной Африки, разработал следующие критерии для оценки степени опустынивания:

очень сильное —ухудшение земель до полной потери продуктивности, передвигающиеся песчаные барханы, широкораспространенные овражные системы, солевые коры на бывших орошаемых территориях;

сильное и умеренное —различная степень ухудшения растительного покрова, усиление почвенной эрозии и денудации, потеря урожайности в результате засоления орошаемых почв;

слабое —незначительная деградация растительного покрова или почв.

Принципиально иной подход, позволяющий использовать критерии оценки степени опустынивания не только для глобальных и крупнорегиональных оценок, но и для целей более крупномасштабного картирования, заключается в оценке степени проявления не явления опустынивания в целом , а в оценке степени проявления отдельных процессов, сопровождающих опустынивание или деградацию земель (в нашем понимании — частных процессов опустынивания).

Так, UNEP/ISRIC в 1989 году, работая над проектом по глобальной оценке деградации почв, разработали качественные критерии для пяти степеней проявления таких процессов как водная и ветровая эрозия, потеря питательных элементов, загрязнение и подкисление, засоление , прекращение повышения урожайности за счет паводков, растрескивание поверхности, уплотнение, деградация почвенной структуры, заболачивание, аридизация, снижение запасов органического вещества.

Аналогичные подходы к разработке критериев не в целом для опустынивания, а по отдельности для каждого из процессов, его сопровождающих, содержатся в работах по оценке опустынивания в Саудовской Аравии (A Brief..., 1989), Мали (Kharin, 1990), Монголии (Харин и др., 1990, 1992), Кении (Report..., 1990) и других.

В частности, Хариным с соавторами для разных аридных регионов мира (Монголии, Мали, Средней Азии, Стран Сахельского пояса) с использованием количественных показателей разработаны детальные шкалы оценки степени проявления таких процессов как водная и ветровая эрозия , засоление, образование поверхностной корки, деградация растительного покрова, техногенное опустынивание и др. В этих шкалах используются такие индикаторы как: снижение продуктивности биомассы в % за год; % площади почв, не восстанавливаемых ежегодно; глубина выдувания непесчаной почвы в % от мощности корнеобитаемого слоя; сочетание проективного покрытия кустарниками и травянистой растительностью; глубина смытого почвенного слоя в % от мощности профиля; химизм засоления и т.п.

Вместе с тем, как нам представляется, в применении этих шкал для целей конкретного регионального исследования есть ряд недостатков.

Во-первых, число предлагаемых индикаторов чересчур велико и требует весьма детального обследования неоднородностей картируемой территории. Во-вторых, набор индикаторов в каждом конкретном случае оказывается весьма специфичным для каждой конкретной исследуемой территории, в связи с чем предлагаемые шкалы нельзя использовать в качестве универсального подхода. Приходится каждый раз, хотя и в том же методическом ключе, но разрабатывать новые шкалы. Это существенно удорожает исследования и содержит элементы субъективизма. Как показывает сравнение методологических подходов Харина (1990) и Guyot (1990), использованных при оценке опустынивания в Мали (сравнение проведено Розановым [Rozanov, 1990]), различия в их подходах к оценке степени опустынивания не позволяет составить правильное представление о состоянии опустынивания в этой стране. В частности, оценки Харина в отношении степени опустынивания земель в Мали оказываются существенно завышенными по сравнению с оценками Guyot.

Кроме указанных недостатков, существенным в современный период является также и то, что большинство индикаторов, используемых в предложенных шкалах, практически невозможно выявить в ходе дистанционных исследований, особенно космических. Эти индикаторы в основном оказываются непригодны для дистанционного мониторинга опустынивания (Птичников, 1991).

Гораздо более эффективным для оценки степени опустынивания в Приаралье оказывается предложенный нами (Материалы 1-го совещания...,1990) подход к оценке степени опустынивания на основе эволюционных или динамических рядов изменения различных компонентов ландшафтов. Наши представления в этой области не являются оригинальными. На использование ландшафтно-генетических рядов для индикации природных и антропогенных процессов в засушливых областях указывали Викторов и Чикишев (1976, 1990), Чалидзе (1976), Николаев (1979), Востокова (1980,1982) и другие. Кроме того, широко используется принцип построения динамических рядов для индикации и прогноза природных и антропогенных процессов в почвоведении и геоботанике.

Впервые на возможность применения принципа ландшафтно-генетических рядов как основы для оценки и картографирования опустынивания указали независимо от нас Алексеева с соавт.(1990), что в дальнейшем было реализовано на карте антропогенного опустынивания Приаралья 1:1000000 (Птичников, 1991). Комплексный анализ динамики ландшафтов дельты Амударьи с анализом смен экологических групп геосистем был также проведен В.А.Поповым (1990).

Попов классифицировал геосистемы Южного Приаралья и выделил несколько групп: группа гидроморфных фаций (урочищ, местностей, ландшафтов); мезоморфных фаций; галоморфных фаций; ксероморфных фаций; антропогенных фаций; акватория Аральского моря. При создании этой классификации для каждой фации была дана характеристика геоморфологической приуроченности, гидрологических условий, почвенных условий, соответствующих растительных сообществ. Однако, использовав перспективный ландшафтно-генетический подход и указав на разную степень отклика различных компонентов ландшафтов на изменения природных условий, Попов не стал развивать эти взгляды и ограничился рассмотрением динамики закономерностей развития ландшафтов по генерализованной схеме:

Гидроморфные --> Мезоморфные --> Галоморфные --> Ксероморфные
геосистемы геосистемы геосистемы (зональные)
геосистемы

Птичников (1991) пошел несколько дальше. Согласно его взглядам, каждый член ландшафтно-генетического ряда индицирует определенную стадию процесса опустынивания. Ранг ландшафтно-генетического (ЛГР) ряда при этом может быть различен — от фациального уровня (в случае слабых изменений) до уровня типа морфологической структуры ландшафта (в случае интенсивных воздействий на значительных территориях). Современное состояние опустынивания Птичников рекомендует оценивать по доминированию тех или иных членов ЛГР, а степень опустынивания в региональном исследовании — по следующей шкале, состоящей из четырех градаций: (1) коренные изменения (очень сильное и сильное опустынивание) — соответствует изменениям в ЛГР наивысшего из изучаемых для данного региона ранга, например, ранга ландшафта; (2) значительные изменения (умеренное опустынивание) — следующий после наивысшего ранг ЛГР, например, местность или сложное урочище; (3) незначительные изменения (слабое опустынивание) — ранг урочище; (4) видимые изменения отсутствуют (опустынивание отсутствует).

Однако, как показал наш анализ изменений, происходящих в почвенном и растительном покрове Приаралья, рельефе этой территории, принцип ландшафтно-

генетических рядов, примененный Птичниковым, может быть использован лишь для раскрытия самых общих закономерностей опустынивания в регионе.

В известной степени ландшафтно-генетические ряды соответствуют выделенным нами типам и подтипам опустынивания, то есть отражают особенности явления опустынивания на уровне трендов опустынивания. Вместе с тем, общеландшафтные тренды опустынивания, как показывают наши маршрутные и полевые исследования в Приаралье, существенно различаются по характеру своего протекания. Дело в том, что, как указывал Попов (1990), разные компоненты изменяющихся ландшафтов в Приаралье по разному реагируют на изменение внешних условий. Сукцессии растительности, как правило, протекают быстрее, чем изменения почв, а самыми медленными изменениями характеризуется рельеф территории. Поэтому в Приаралье в условиях высоких скоростей изменения внешних условий редко можно встретить "промежуточные срезы" классических ландшафтно-генетических рядов, развивающихся в условиях медленных изменений, когда всем промежуточным стадиям динамических рядов смен одного из компонентов изменяющихся ландшафтов будут соответствовать вполне определенные стадии других компонентов. Напротив, многообразие современных ландшафтов Приаралья как раз и обусловлено, по сути дела, числом сочетаний из всех промежуточных форм разных компонентов ландшафтов, развивающихся в направлении разных типов опустынивания.

Резкая смена стадий динамических рядов таких относительно быстро меняющихся компонентов ландшафтов как почвы и растительность, выпадение целых звеньев из единых "классических" согласованных динамических рядов как раз и связаны с тем, что время изменения внешних условий, например, скорость падения уровня грунтовых вод, значительно превышает собственные характерные времена развития соответствующих этапов экологических смен почв и растительности.

В связи с этими причинами, Птичникову, на наш взгляд, также не удалось воспользоваться всеми преимуществами динамического ландшафтного подхода для оценки таких специальных параметров как степень, скорость и глубина опустынивания. Птичникову, используя показатели степени измененности ландшафтов, определяемые рангом изменения ландшафтной структуры, пришлось объединить, по сути, такие разные понятия, как скорость опустынивания (у Птичникова — интенсивность экзогенных процессов или интенсивность опустынивания) и степень опустынивания (у Птичникова — класс опустынивания), под одним термином "темпы опустынивания". При этом для характеристики интенсивности опустынивания впервые Птичников использует индикаторы, основанные на анализе ландшафтно-генетических рядов, в отличие от многих других ранних разработок, в которых для определения скорости или темпов опустынивания рекомендовалось использовать конкретные частные индикаторы, требующие длительных ежегодных наблюдений, например: снижение годичного прироста биомассы, % в год; процент прироста эродированной площади за год; сезонное накопление солей в слое 0-50 или 0-100 см, % в т/га; прирост площадей с техногенными нарушениями; сокращение запасов кормов на пастбищах, % в год; и т.п (Харин с соавт., 1983, 1990, 1992; Опустынивание в Узбекистане...,1988; Материалы ТЭО...,1988; и др.). Птичников вводит понятие активных и стабильных процессов для оценки скорости изменений стадий наблюдаемых процессов. Сравнение материалов дистанционной съемки одних и тех же территорий за разные годы позволило ему говорить, что процессы, перешедшие из начальной в промежуточную или конечную стадию какого-либо ЛГР, считаются активными, а если процесс не переходит в новую стадию, то его следует называть стабильным.

Основываясь на этих подходах, Птичников выделяет 5 градаций интенсивности опустынивания следующим образом. Очень высокая интенсивность наблюдается в тех случаях, когда ведущие процессы активны, а в результате перестройки ландшафтной структуры в период исследования добавляются и новые ведущие процессы. Высокая интенсивность опустынивания наблюдается в случае активности всех ведущих экзогенных процессов. Умеренная интенсивность имеет место, если в ландшафте происходят как активные так и стабильные процессы. И, наконец, слабая интенсивность формируется при стабильном течении ведущих экзогенных процессов. Опустынивание отсутствует, если в природных комплексах ведущие процессы постепенно затухали или не наблюдались вовсе.

Мы специально привели здесь такой подробный анализ результатов работы Птичникова, поскольку, как нам представляется, он первым заметил перспективность ландшафтно-генетического подхода к оценке таких параметров опустынивания как степень, скорость и глубина, разрабатываемых нами. Однако, путаница в терминологии, а также попытка внедрить ландшафтно-генетический подход в принципиально иную методологию оценки опустынивания Харина с соавторами не позволили ему раскрыть преимущества ландшафтно-генетического подхода полностью.

Начиная работать над проблемой опустынивания в Приаралье в 1988 г., мы следовали почти тем же путем, что и Птичников. Однако, в отличие от него, начали с определения несколько иных методологических принципов (см. выше главу "Основные методологические подходы к эколого-генетической оценке опустынивания"). Поэтому нам удалось достичь несколько больших результатов в применении динамического ландшафтно-генетического подхода, или, как мы его называем, эволюционно-экологического подхода. И в первую очередь большую роль здесь сыграл методологический принцип разделения явления опустынивания на отдельные составляющие. (По нашему мнению, к наиболее существенным результатам, достигнутым на основании этого принципа, относится возможность судить о степени, скорости и глубине опустынивания на основании актуальных, наблюдаемых на данный момент исследования признаков, а метод прямого сравнения той или иной территории в разные годы применять лишь для подтверждения сделанных заключений и уточнения спорных моментов.

Как показывает анализ литературы по опустыниванию, методологический подход, заключающийся в разделении явления опустынивания на составляющие, возник не на пустом месте. На целесообразность раздельного применения критериев для оценки степени опустынивания разных компонентов ландшафтов косвенно указывали еще в 1981 году Розанов и Зонн, разрабатывая подходы к оценке степени аридизации отдельно — растительного покрова, и отдельно — почв. На это же указывает и установившаяся в последнее время в науке об опустынивании тенденция к определению не степени опустынивания в целом, а степени развития какого-либо из отдельных экзогенных процессов, сопровождающих опустынивание.

Степень опустынивания.

Термин “степень опустынивания” используется нами для обозначения стадии эволюции какого-либо из компонентов природной системы в направлении развития того или иного типа опустынивания.

Как мы отмечали выше, при диагностики степени опустынивания принцип расчленения явления опустынивания на составляющие проявляется наиболее ярко. И в дальнейшем этот принцип является основным при диагностике скорости и глубины опустынивания.

Для реализации этого принципа при диагностике степени опустынивания потребовалось определение понятий *опустынивание почв, опустынивание почвенного покрова, опустынивание растительности, опустынивание рельефа.* Ранее эти понятия, хотя и использовались в науке, но, к сожалению, не получили однозначной интерпретации. Нами был проанализирован ряд работ, где эти понятия упоминались. Итогом явилось определение опустынивания почв, по аналогии с которым нами предложены рабочие варианты определений опустынивания растительного покрова и рельефа.

Анализ литературы по этому вопросу показал, что в подавляющем большинстве случаев под опустыниванием почв понимаются такие изменения почв, при которых отмечается появление в почвах признаков (преимущественно морфологических), априори известных в качестве свойственных равновесным автоморфным пустынным почвам исследуемых регионов (такырам, песчаным пустынным, серо-бурым, солончакам и т.д.) при условии их отсутствия или слабой развитости в начале изменений. Аналогично, при характеристике опустынивающегося почвенного покрова указывается прежде всего на появление или преобладание в ПП почв, свойственных пустынным условиям почвообразования. Используется для характеристики опустынивания почв и ПП и обратное следствие: уменьшение в составе почвенного покрова почв, не свойственных автоморфным равновесным пустынным территориям (различные гидроморфные и полугидроморфные почвы) , а также исчезновение, консервация или уменьшение степени проявления в почвах признаков гидроморфизма. Кроме того, в качестве критериев для диагностики степени опустынивания почв используется в неявном виде степень приближенности почв к непочвенным образованиям , подразумевая при этом, что деградация почв при опустынивании предопределяется постепенным преобладанием литогенеза над педогенезом, приводя в конечном итоге к исчезновению почв как природных тел (например, в результате интенсивной эрозии, засоления и т.п.).

На основании сказанного и с учетом результатов исследований, изложенных во втором разделе нашей работы, можно дать следующее определение. ***Опустынивание почв*** - это сложный комплекс процессов, приводящих к формированию равновесных автоморфных почв в условиях аридного климата или к исчезновению почв как природных тел в результате абсолютного преобладания литогенеза над педогенезом.

По аналогии с этим определением, под ***опустыниванием растительного покрова*** нами понимается сложная совокупность серийных или трансформационных рядов растительных сообществ, приводящая к формированию равновесных климаксовых фитоценозов в автоморфных условиях аридного климата или к снижению продуктивности (и в конечном счете —исчезновению растительности) растительных сообществ в результате абиогенных экзогенных процессов.

Под ***опустыниванием рельефа*** нами понимается сложная совокупность экзогенных эволюционных геоморфологических процессов, приводящая к формированию равновесных форм рельефа в автоморфных условиях аридного климата или к появлению произвольных антропогенных форм рельефа в условиях техногенного воздействия.*

В целях диагностики степени опустынивания почвенного покрова, растительности, рельефа динамические ряды, соответствующие разным типам и подтипам опустынивания, были представлены в виде шкал, разбитых в соответствии со следующей индексировкой степени опустынивания:

0 —нет опустынивания; 1 — очень слабое опустынивание; 2 — слабое; 3 — среднее; 4 — сильное; 5 — очень сильное опустынивание.

Примеры диагностических шкал приведены в схемах на рисунке 51.

Несмотря на то, что диагностические шкалы опустынивания почв и растительности согласуются между собой по соответствующим динамическим рядам, степень опустынивания оценивается только применительно к какому-либо из компонентов ландшафтов, опустынивающихся по пути того или иного подтипа опустынивания. Например: 4Бот-пг — сильное биогенное постгидроморфное отакыривание растительности; или: 2Ас-ан — слабое абиогенное антропогенное засоление почв.

Диагностические шкалы для оценки степени опустынивания рельефа пока не удалось согласовать с соответствующими шкалами для почв и растительности. И, хотя принципиальная возможность такого согласования нами не отвергается, в данной работе для диагностики степени опустынивания рельефа нами использовались шкалированные ряды, приведенные на схемах в главе "Ряды развития и трансформации рельефа".

Диагностические шкалы для определения степени опустынивания почв, растительного покрова и рельефа территорий необходимо служат для диагностики таких параметров опустынивания, как скорость и глубина опустынивания.

* Не будучи специалистом в области геоморфологии и геоботаники, мы приводим здесь определения опустынивания растительности и рельефа лишь в качестве рабочих вариантов, предлагая их для дальнейшей разработки специалистам соответствующих отраслей знания

Рис. 51 ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ РЯДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОПУСТЫНИВАНИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ (основаны на интерпретации отдельных участков эколого-генетических рядов)

Степень опустынивания

0	1	2	3	4	5

Бот-пс (биогенное отакыривание постгаломорфное)
(ряд аутоэволюции)

Почвы

Сб,Сл,Сс,Ст ----------> Сб,Сл,Сс,Ст ----------> Сб,Сл,Сс,Ст ----------> Сотк ----------> ТВсол,ТВ ----------> Т
(корковые и корково-пухлые)
(отакыривающиеся)

Растительность

сообщества травянистых гидрофитов и полукустарниковых галофитов Phragmites australis, Bolboshenus maritimus, Caledium caspicum, Halostachys caspica,
----------> угнетение и выпадение гидрофитов Phragmites australis, Bolboshenus maritimus, и внедрение однолетних галофитов Climacoptera aralense,
---------> развитые сообщества галофильных кустарников и однолетних галофитов Caledium caspicum, Halostachys caspica, Climacoptera aralense,
----------> внедрение в сообщества галоксерофильных полукустарников Salsola dendroides,
----> развитие сообществ галоксерофильных полукустарников Salsola dendroides,
----------> такыр

сообщества галомезофильных кустарников и трав Aeloropus litoralis, Tamarix sp., Arrchantherum splendens,
----------> внедрение в сообщества однолетних галофитов: Climacoptera aralense, Salsola nitraria,
----------> развитые сообщества галомезофильных кустарников и однолетних галофитов Tamarix sp., Climacoptera aralense, Salsola nitraria,
----

Рис. 51 (продолжение)

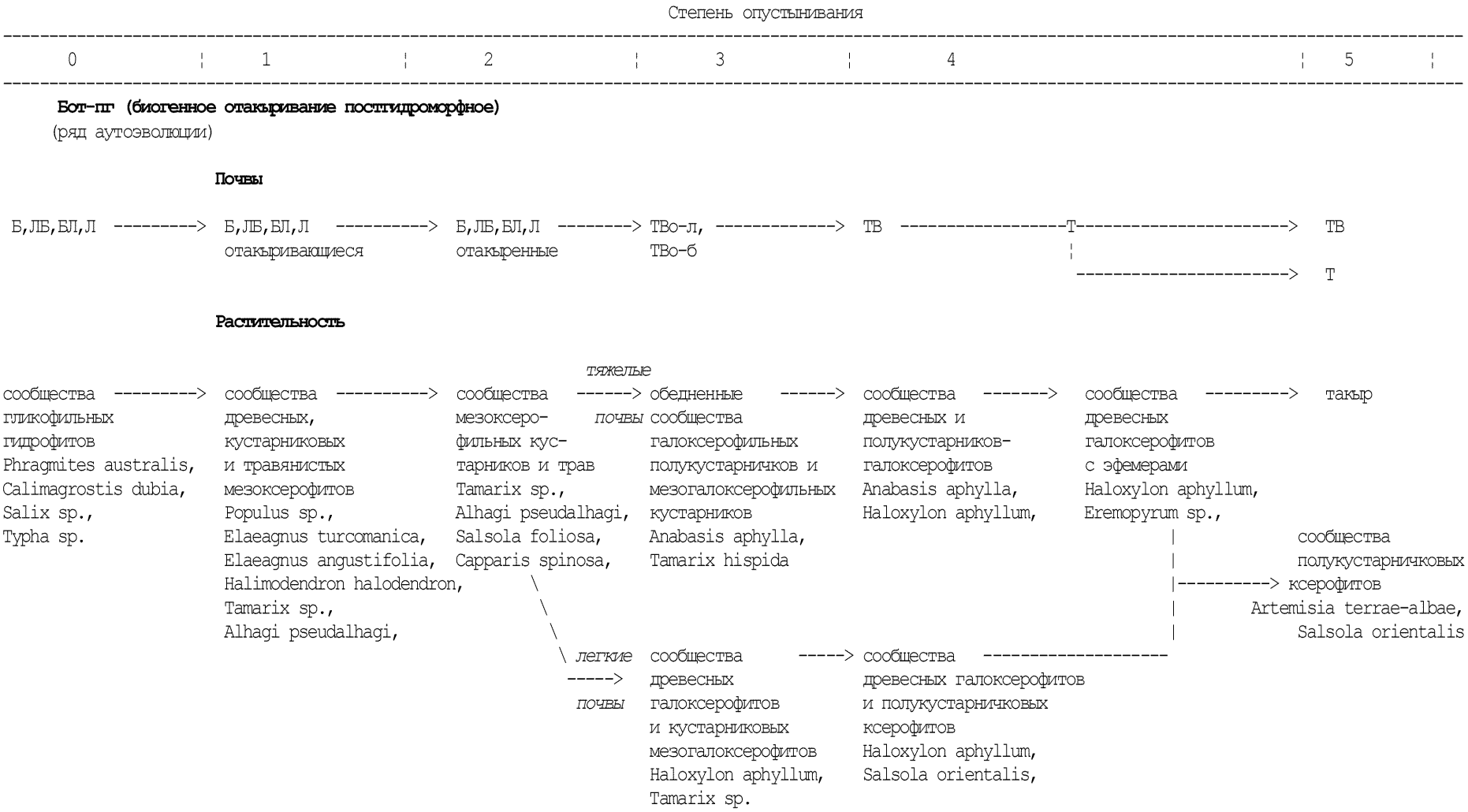


Рис. 51 (продолжение)

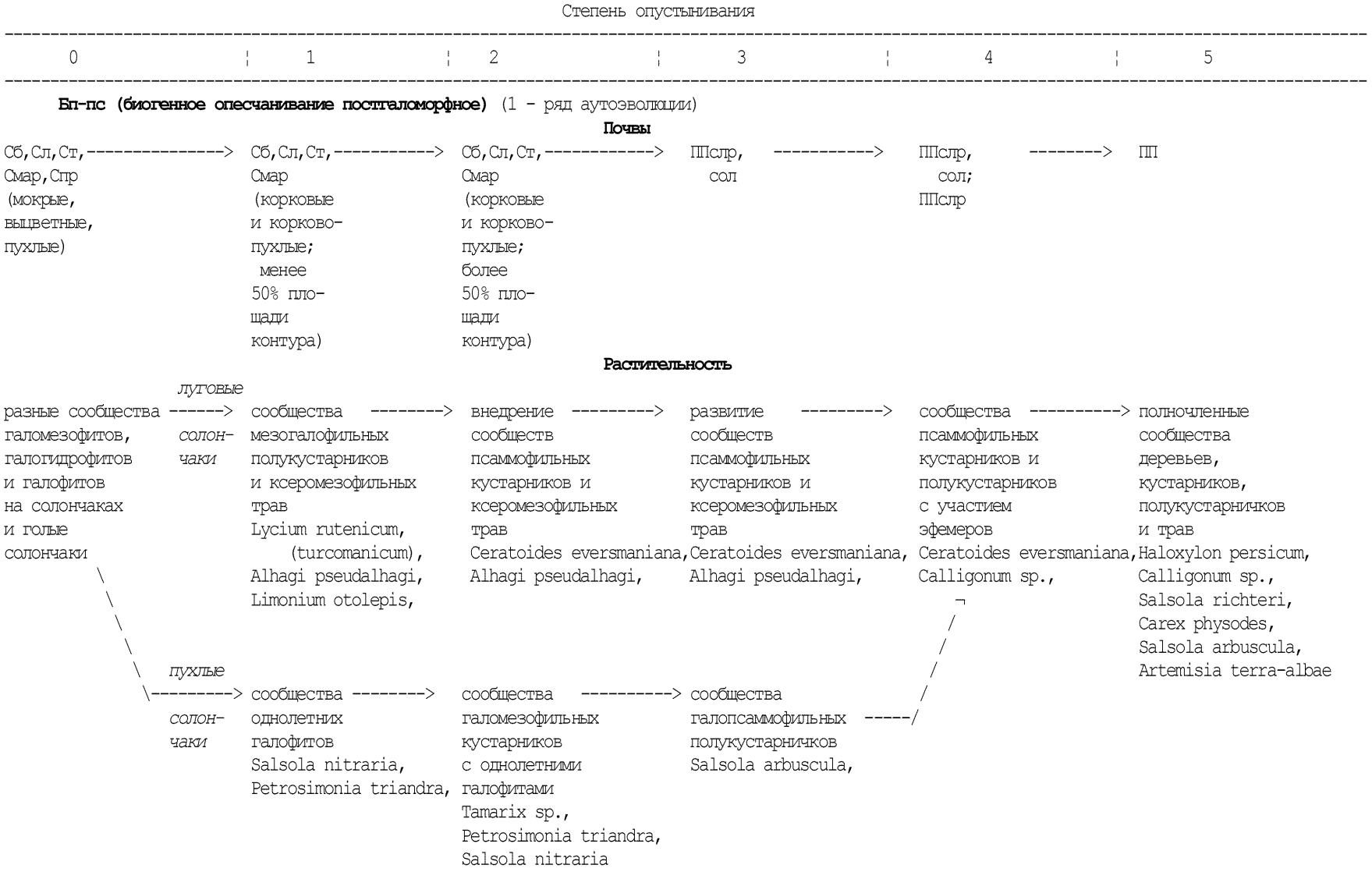


Рис. 51 (продолжение)

Степень опустынивания					
0	1	2	3	4	5

Бп-пс (биогенное опесчанивание постгаломорфное) (2 - ряд наложенного опесчанивания)

Почвы

Сб,Сл,Ст,Смар,Спр (мокрые, выцветные, пухлые)	-----> С с наносным чехлом (менее 50% площади контура)	-----> С с наносным чехлом (более 50% площади контура)	-----> ПЛслр, сол	-----> ПЛслр, сол; ПЛслр	-----> ПЛ

Растительность

сообщества галомезофитов, галогидрофитов и галофитов на солончаках	-----> сообщества однолетних галофитов	-----> сообщества кустарниковых галомезофитов и древесных галоксерофитов с однолетними галофитами	-----> сообщества древесных галопсаммофитов с участием однолетних галофитов	-----> сообщества древесных, кустарниковых, полукустарничковых и травянистых псаммофитов и галопсаммофитов	-----> полночленные сообщества деревьев, кустарников, полукустарничков и трав Haloxylon persicum, Calligonum sp., Salsola richteri, Carex physodes, Salsola arbuscula, Artemisia terra-albae

Рис. 51 (продолжение)

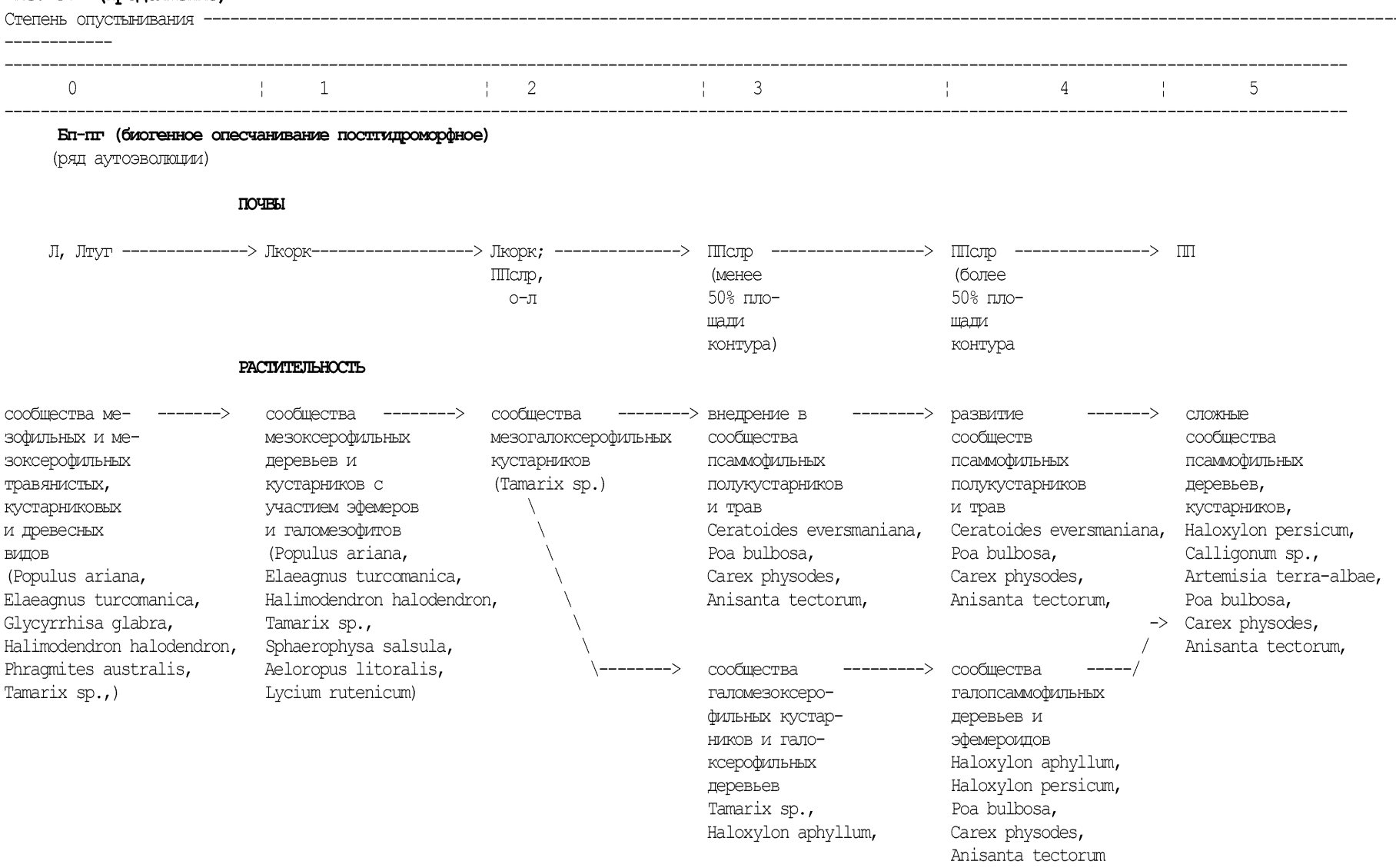


Рис. 51 (продолжение)

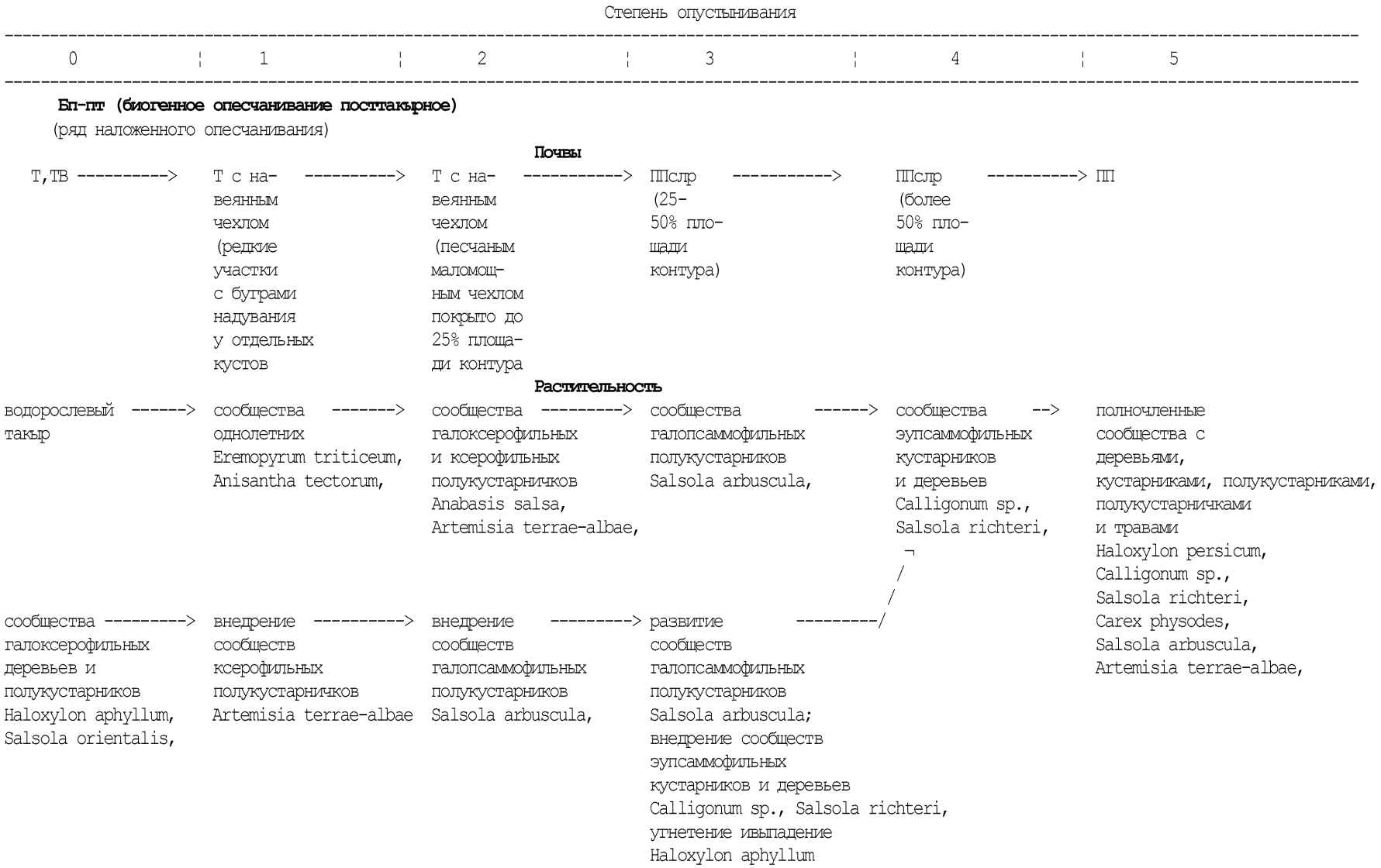


Рис. 51 (продолжение)

0	1	2	3	4	5

Почвы

Ас-пг (абиогенное засоление постгидроморфное), Ас-ан (абиогенное засоление антропогенное)

Вне зависимости от характера эволюционного процесса (аутоэволюции, вторичного засоления и др.), приводящего к опустыниванию почв по типу абиогенного засоления, диагностика степени развития этого типа опустынивания почв проводится с использованием универсальной схемы эволюционно-генетического ряда засоления, применимого для любого из выделенных на карте контуров и подтипов абиогенного засоления:

Незасоленные почвы	Почвы слабо- и средне-засоленных видов	Почвы сильно-засоленных видов	Сб,Сл,Ст	Сс (пятнами до 50% площади контура)	Сс (крупные массивы или пятнами более 50% площади контура)

Ап-пг (антропогенное опесчанивание постгидроморфное)

Почвы

Л, Лтуг	Л, Лтуг, Лкорк	Л, Лтуг, Лкорк с деградированной поверхностью	ППслр (в том числе слабодеградированные)	ППслр деградированные и сильно-деградированные	РП

Растительность

сообщества травянистых, кустарниковых и древесных мезофитов и мезоксерофитов Populus ariana, Elaeagnus turcomanica, Glycyrrhisa glabra, Halimodendron halodendron, Phragmites australis, Tamarix sp.,	сообщества травянистых ксеромезофитов Alhagi pseudalhagi, Halimodendron halodendron, Tamarix sp., — сообщества ксерофильных гипсофильных полукустарничков Anabasis aphilla	сообщества псаммофильных полукустарников Ceratoides eversmaniana,	группировки травянистых псаммофитов Atriplex dimorphostegia, Leimus gigantea, Aristida carelinii,	угнетение травянистых псаммофитов	разбитые пески без растительности

Рис. 51 (продолжение)

0	1	2	3	4	5
Растительность					
Ас-пг (абиогенное засоление постгидроморфное)					
сообщества гликофильных травянистых и древесных гидрофитов Salix songorica, Salix vilgelmsiana, Phragmites australis, или травянистых мезофитов Glycyrrhisa glabra, (uralensis), Calimagrostis dubia, (epigeous), Phragmites australis,	сообщества древесных и кустарниковых мезоксерофитов Populus ariana, Elaeagnus angustifolia, (turcomanica), Halimodendron halodendron, Tamarix sp., Lycium rutenicum, (turcomanicum),	внедрение галофильных травянистых и полукустарниковых видов, Salsola sp., Climacoptera aralense, Halostachys caspica, и угнетение, а затем и гибель гидрофитов и мезофитов Populus ariana, Elaeagnus angustifolia, (turcomanica), Halimodendron halodendron, Tamarix sp.,Lycium rutenicum, (turcomanicum)	сообщества галофильных полукустарников Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, или (преимущественно на отложениях морского генезиса) эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea	угнетение сообществ галофильных полукустарников Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, или эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea	гибель сообществ галофильных полукустарников Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, или эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea
Ас-ан (абиогенное засоление антропогенное)					
Произвольные сообщества или сельскохозяйственные культуры	внедрение сообществ мезогалофильных кустарников и трав Tamarix sp., Carelinia caspica, Limonium otolepis, Atropis distans, Sveda confusa, Sveda microphylla,	развитие сообществ мезогалофильных кустарников и трав Tamarix sp., Carelinia caspica, Limonium otolepis, Atropis distans, Sveda confusa, Sveda microphylla,	сообщества галофильных полукустарников и однолетних солянок Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, Climacoptera aralense, или эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea	угнетение сообществ галофильных полукустарников и однолетних солянок Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, Climacoptera aralense, или эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea	гибель сообществ галофильных полукустарников и однолетних солянок Caledium caspicum, (foliatum), Halostachys caspica, Climacoptera aralense, или эугалофильных полукустарников Halocnemum strobilacea

Рис. 51 (продолжение)

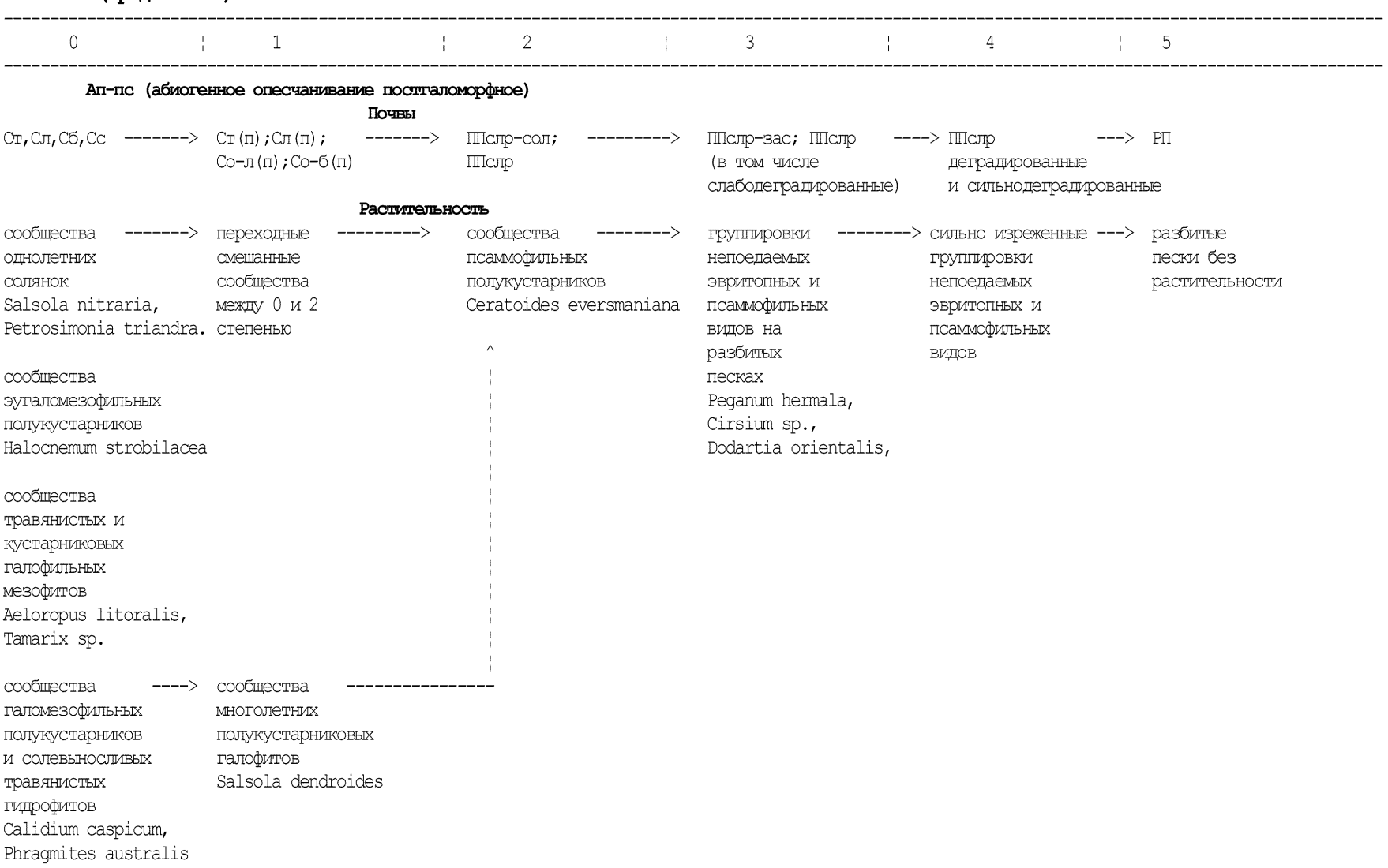


Рис. 51 (продолжение)

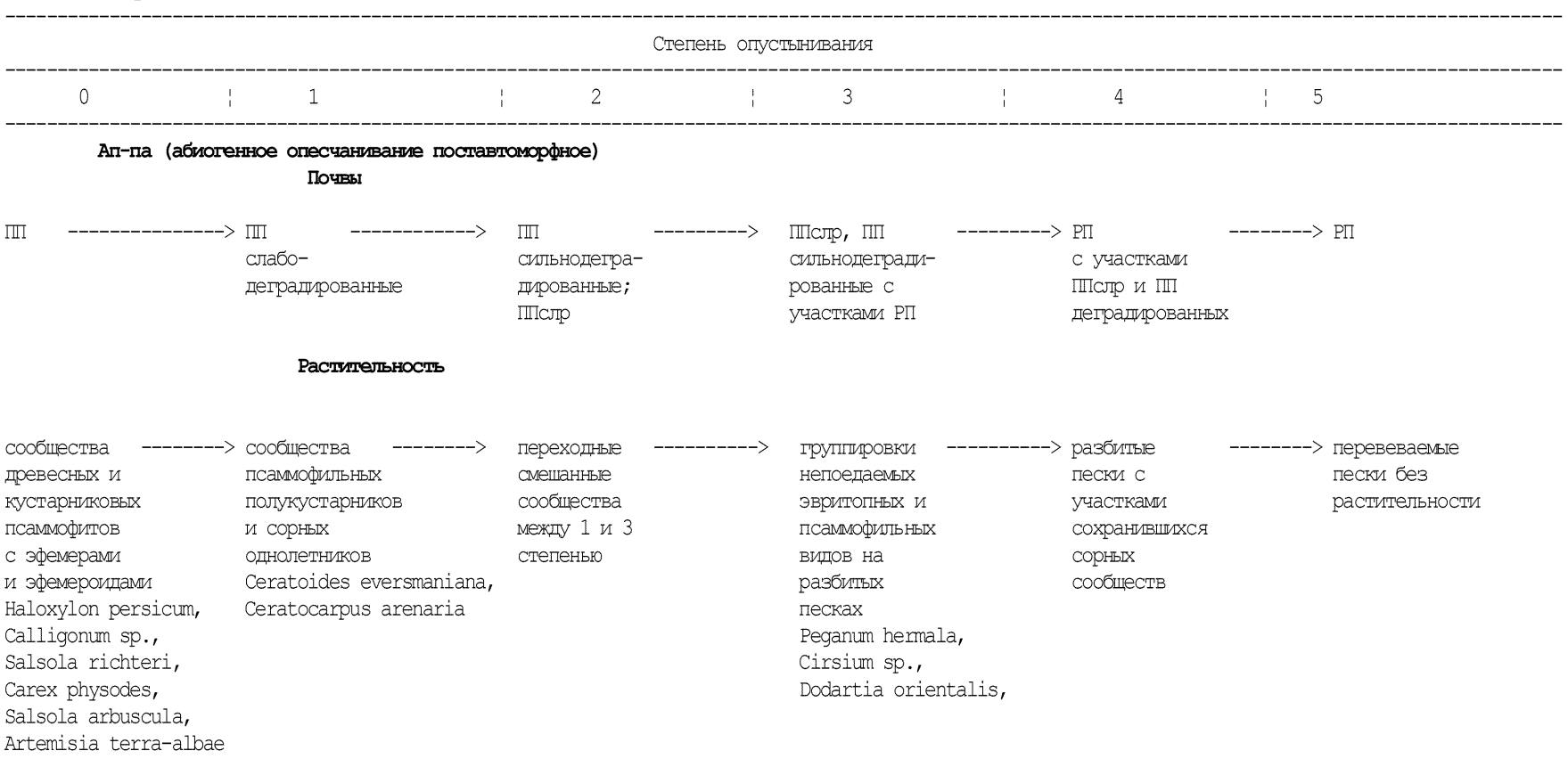


Рис. 51 (продолжение)

Степень опустынивания

0	1	2	3	4	5

Ап-пт (абиогенное опесчанивание посттакырное)

(ряд наложенного опесчанивания)

Почвы

Т,ТВ ---------->	Т,ТВ с фрагментарным навеянным песчаным чехлом; редкие участки с буграми надувания у отдельных кустов ------>	Т,ТВ с тонким навеянным песчаным чехлом, покрытым эоловой рябью; редкие бугры надувания у отмерших кустов ------>	ППслр,дегр; РП с мелкокучевыми песками и мелкими котловинами выдувания ------->	ППслр,сил-дегр; РП с одиночными барханами и/или крупными котловинами выдувания ---------->	РП

Растительность

сообщества с древесных и полукустарниковых галоксерофитов с эфемерами Haloxylon aphyllum, Eremopyrum sp., Anabasis aphylla. ---->	внедрение угнетенных эвритопных и псаммофильных видов Peganum hermala, Cirsium sp., Dodartia orientalis, и травянистых псаммофитов Atriplex dimorphostegia, Leimus gigantea, Aristida carelinii. -->	угнетение травянистых псаммофитов и гибель древесных и полукустарниковых галоксерофитов ---------->	сильноугнетенные изреженные группировки непоедаемых эвритопных и псаммофильных видов на разбитых песках Peganum hermala, Cirsium sp., Dodartia orientalis. ---------->	разбитые пески с участками сохранившихся сорных сообществ ---------->	перевеваемые пески без растительности

Рис. 51 (окончание)

Аб-гп (абиогенная деградация глинистых пустынь); Аб-щп (абиогенная деградация щебнистых пустынь)

Диагностика степени развития этих подтипов опустынивания проводится по доле площадей, лишенных почвенного и растительного покрова в пределах того или иного выделенного контура.

Для этого используется следующая шкала признаков:

5 - территория контура более чем на 90% лишена почвенного и растительного покрова;
4 - территория контура на 50-90% лишена почвенного и растительного покрова;
3 - территория контура на 25-50% лишена почвенного и растительного покрова;
2 - до 25% территории контура лишено почвенного и растительного покрова;
1 - встречаются отдельные единичные участки, лишенные почвенного и растительного покрова.

Скорость и глубина опустынивания.

<u>Общие принципы оценки относительной скорости и относительной глубины опустынивания.</u>

Для оценки скорости и глубины опустынивания нами была показана и реализована на карте принципиальная возможность использования косвенных признаков, позволяющих судить об этих параметрах опустынивания на основании актуальных, наблюдаемых на данный момент времени параметров природной среды.

В основе этого способа лежат два основных положения экодинамики: (1) так называемый второй закон экодинамики Голдсмита (Goldsmith, 1981), согласно которому для сохранения структуры биосферы или какой-либо из ее подсистем живое стремится к достижению состояния зрелости или экологического равновесия; (2) принцип неравномерности и разновременности развития подсистем в более крупных системах. Применение этих положений к решаемой нами проблеме оценки относительной скорости и глубины опустынивания оказалось весьма плодотворным, поскольку позволило высказать следующие соображения.

При изменении экологических условий, ведущих к эволюции природных систем по пути опустынивания, эти системы стремятся достигнуть нового состояния равновесия с изменившимися условиями.

Поскольку природные системы многокомпонентны, то для равномерного преобразования их в сторону достижения равновесия с изменившимися (или изменяющимися) условиями, необходимо, чтобы скорость изменения этих условий соответствовала характерным временам преобразования всех компонентов трансформирующихся природных систем, т. е. происходила достаточно медленно, поскольку, как было показано выше, характерные времена преобразования природных систем дельт в пустынные системы измеряются сотнями и тысячами лет. В случае соблюдения условия соответствия скорости изменения экологических условий характерным временам преобразования природных систем дельт в пределах той или иной территории, эта территория будет в значительной степени однородна на всем своем протяжении по всем компонентам сложившейся на этой территории природной системы. В этом случае на каждом этапе своей эволюции данная территория будет находиться в так называемом квазиравновесном состоянии, а скорость происходящих здесь изменений можно охарактеризовать как очень медленную.

В случае же быстрых изменений экологических условий, какие мы наблюдаем в настоящее время в Приаралье, разнообразие характерных времен изменения разных компонентов дельтовых систем приводит к резкому возрастанию разнообразия систем в пределах территории, подверженной изменению экологических условий. При этом, в силу исходной неоднородности территорий по литологическим, геоморфологическим и др. параметрам, некоторые участки исходно трансформирующейся территории будут достигать состояния динамического равновесия с новыми условиями среды быстрее, чем другие. Кроме того, по степени достижения состояния динамического равновесия будут отличаться и различные компоненты эволюционирующих природных систем. Эти теоретические соображения имеют хорошее эмпирическое подтверждение на территории Приаралья.

Так, Гельдыева и Будникова (1991) на основе изучения ПТК обсыхающего дна Аральского моря указывали, что по мере увеличения длительности существования молодых геосистем в континентальных условиях развития следует ожидать усложнения пространственной организованности и в дальнейшем — возрастания уровня соответствия структуры и функционирования природных комплексов.

Птичников (1991) отмечал, что высокие скорости опустынивания характеризуются возникновением новых экзогенных процессов.

Вывод о возрастании разнообразия природных систем на первых стадиях опустынивания можно сделать на основании ряда исследований, проведенных в Южном Приаралье отделением географии АН УзССР (Рафиков,Тетюхин, 1982; Материалы ТЭО...,1988; Опустынивание в Узбекистане...,1988; Попов, 1990).

Залетаев (1991) отмечал, что антропогенное опустынивание характеризуется, в частности, широким распространением "короткоживущих" процессов, представляющих собой особый класс быстро протекающих и прерывающихся сукцессий; возрастанием экологической дифференцированности, мозаичности и контрастности природной среды; экотонизацией биоценотического и ландшафтного покрова.

В частности, по Залетаеву (1989,1991), опустынивающиеся территории представляют собой типичный пример "экологически дестабилизированной природной среды", для которой характерен механизм реакций, свойственных системам, находящимся в состоянии возбуждения: одновременное развитие разнонаправленных процессов, нарушенных ритмов функционирования, совмещение и выпадение фаз развития экосистем (характерны укороченные циклы развития биоценозов, не достигающие состояния климакса). Для экологически дестабилизированной среды типичны быстрое развитие деструкций экосистем, так одновременно и новообразований, проявление новых экологических феноменов на основе развития синергетических аппликативных процессов, а также формирование новых механизмов самоорганизации экосистем. Важнейшие свойства экологически дестабилизированной среды —возникновение дробной экологической дифференцированности и контрастности биогеоценотического покрова (резкое возрастание нарушений его континуальности) и ландшафтной сферы (разрушение эргодичности).

Возрастанию разнообразия в опустынивающихся экологически дестабилизированных природных системах способствует также явление экотонизации, проявляющееся в возникновении новых парцеллярных границ и мелкоконтурной мозаичности растительного покрова (Залетаев, 1976, 1988; Огарь, 1985; Мирзадинов, 1985,1988).

Указанные предпосылки и наблюдения позволили сформулировать следующие принципы диагностики относительной скорости и относительной глубины опустынивания.

Относительная скорость опустынивания.

Под *скоростью опустынивания* нами понимается быстрота достижения различными компонентами опустынивающихся природных комплексов (почвы, растительность, рельеф) равновесия с новыми условиями среды.

Подчеркнем, что приведенное нами определение скорости опустынивания основано на подходах, изложенных в работе Розанова и Зонна (1981), о том, что оценка опустынивания "не требует абсолютного знания исходного состояния той или иной территории, подвергающейся опустыниванию,... поскольку при этом производится сопоставление любых двух состояний во времени ... или в пространстве ... и дается их сравнительная оценка в относительных величинах. За эталон берется конечное состояние —пустыня".

Общий же принцип, лежащий в основе оценки относительной скорости опустынивания, и основанный на указанных выше предпосылках, может быть сформулирован следующим образом:

Относительная скорость того или иного типа опустынивания, охватывающего некоторую территорию, тем выше, чем сильнее выражена гетерогенность этой территории по степени проявления этого типа опустынивания. Например, если в выделенном на основании дешифрирования космических снимков ландшафтном контуре одновременно присутствуют все элементы динамического ряда опустынивания почв в направлении биогенного отакыривания постгидроморфного — от болотных и луговых почв до такыров, то можно говорить об очень высокой скорости этого подтипа опустынивания в данном выделенном контуре. Если же контур имеет большую однородность по степени опустынивания: например, в нем присутствуют только такыровидные почвы и такыры, или только луговые почвы и луговые остаточные отакыривающиеся почвы, то относительная скорость опустынивания почв в этом контуре может быть определена как медленная.

Таким образом, для каждого типа и подтипа опустынивания, определенного в конкретном выделенном контуре, можно, сопоставляя состояние присутствующих в этом контуре компонентов природных систем и соответствующие им степени опустынивания, оценить относительную скорость опустынивания в следующих терминах:

5 — очень быстрое опустынивание —разница между степенями опустынивания равна 5;

4 —быстрое опустынивание —разница между степенями опустынивания равна 4;

3 —умеренное —разница равна 3;

2 —медленное —разница равна 2;

1 —очень медленное —разница равна 1;

0 —нет опустынивания или крайне медленное опустынивание —разница равна 0.

Достоверность предложенного метода определения относительной скорости опустынивания была подтверждена путем сравнительного анализа дешифрированных космических снимков дельты Амударьи за разные годы.

<u>Относительная глубина опустынивания.</u>

Под *глубиной опустынивания* нами понимается степень достижения природной системой в целом состояния равновесия с новыми условиями среды, определяемыми действием факторов и агентов опустынивания. Иначе говоря, чем большее соответствие в пределах данной территории наблюдается между различными компонентами опустынивающихся природных систем, обладающих разными характерными временами, тем глубже данная территория затронута опустыниванием, тем больше устойчивость данной территории к обратным преобразованиям.

В отличие от относительной скорости опустынивания, которая определяется для каждого компонента опустынивающихся природных систем, относительная глубина опустынивания характеризует всю природную систему в целом.

Как правило, при высоких скоростях опустынивания глубина опустынивания незначительна, так как в силу различия характерных времен трансформации разных компонентов опустынивающихся природных систем, одни из них, обладающие меньшими характерными временами, например, растительность, успевают продвинуться до состояния, соответствующего большим степеням опустынивания, чем другие компоненты, имеющие большие характерные времена, в частности, почвы и рельеф.

Этому состоянию отвечают, например, черносаксаульники на песчаных примитивных слаборазвитых , иногда засоленных почвах на участках сохранившихся прирусловых валов.

Значительной глубины опустынивание достигает, как правило, на последних стадиях, когда относительно медленно изменяющиеся компоненты природных систем как бы “подтягиваются” к тем, которые уже достигли последних стадий трансформации. Например, этому состоянию соответствуют территории плоских равнин с такырами и полынной растительностью на такыровидных почвах в сочетании с белосаксаульниками на бугристо-грядовых песках.

Вместе с тем, значительная глубина опустынивания характерна также и для территорий, не достигших конечных стадий опустынивания, но подверженных весьма медленным изменениям экологических условий, в связи с чем каждый этап опустынивания в этих условиях может рассматриваться как “квазиравновесное” состояние природной системы, для которого характерна небольшая степень , малая скорость и, одновременно, значительная глубина опустынивания.

Как можно заметить, наше толкование термина “глубина опустынивания”, в частности, близко соответствует пониманию Птичниковым “активных”и “стабильных” процессов опустынивания.

Наиболее четко глубина опустынивания диагностируется для территорий с сильной и очень сильной степенью опустынивания. Для таких территорий нами использована следующая шкала:

5 —весьма значительная глубина опустынивания —разница между степенями опустынивания растительности, почв, и рельефа в пределах преобладающего на данной территории типа опустынивания равна 0;

4 —значительная глубина опустынивания —разница между степенями опустынивания растительности, почв, и рельефа в пределах преобладающего на данной территории типа опустынивания равна 1;

3 —средняя глубина опустынивания —разница равна 2;

2 —незначительная глубина опустынивания —разница равна 3;

1 —весьма незначительная глубина опустынивания —разница не менее 4.

Как видно из приведенной шкалы, для территорий с сильной и очень сильной степенью опустынивания, диагностика глубины опустынивания проводится для преобладающего на данной территории типа опустынивания.

Для тех же территорий, где опустынивание еще не достигло сильной и очень сильной степени, использована иная шкала, в которой, помимо принципа соответствия степеней опустынивания разных компонентов природных систем, использован также и принцип гомогенности территории в отношении типа опустынивания.

5 —весьма значительная глубина опустынивания —территория гомогенна в отношении типа опустынивания, в пределах которого разница между степенью опустынивания растительности, почв и рельефа равна 0;

4 —значительная глубина опустынивания —территория гомогенна в отношении типа опустынивания,в пределах которого разница между сте пенью опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

3 —средняя глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания: как правило, встречается не более 2 характерно сочетающихся типов опустынивания (Бот и Ас), в пределах любого из которых (каждого или какого-либо из них) разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

2 —незначительная глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания; возможны два варианта:

(а) встречается не более 2 характерно сочетающихся типов опустынивания (Бот и Ас), в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа превышает 1; (б) встречается более 2 типов опустынивания, в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

1 —весьма незначительная глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания: встречается 3 и более типов опустынивания, в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа превышает 1.

Параметры степени, скорости и глубины опустынивания были определены для каждого из выделенных на карте опустынивания Южного и Восточного Приаралья ландшафтных контуров. Анализ карты показывает, что интерпретация наблюдаемых состояний природной среды Приаралья в терминах степени, скорости и глубины опустынивания в предложенном нами виде хорошо сочетается с установленным фактом, что начальные стадии обсыхания и опустынивания дельтовых экосистем сопровождаются быстрыми скоростями происходящих изменений, а на конечных стадиях, по мере приближения к состоянию динамического равновесия с факторами и агентами опустынивания, скорость происходящих изменений замедляется.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ ЮЖНОГО И ВОСТОЧНОГО ПРИАРАЛЬЯ.

Изложенный подход к оценке опустынивания реализован в виде Атласа опустынивания Южного и Восточного Приаралья (уменьшенные копии карт приведены на цветных вклейках). Исходная контурная основа карты составлена в масштабе 1:500000 в результате ландшафтного дешифрирования фотопланов того же масштаба.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ ПРИАРАЛЬЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ*

В проведенном исследовании картографирование базировалось на материалах космической съемки. На выбранном уровне исследования основной единицей ландшафтного дешифрирования и картографирования является собственно ландшафт, который в большинстве случаев хорошо дешифрируется по космическим снимкам (КС).

Картографирование проводилось на основе дешифрирования КС и выявления структуры объектов исследования и их границ. Дешифрирование осуществлялось на базе изученных признаков, по особенностям фототона (спектральных и яркостных характеристик), структуры и текстуры фотоизображения. Для дешифрирования привлекались многочисленные справочные и картографические материалы.

Первым этапом работы явилось дешифрирование современных ландшафтов Приаралья. В основе этого дешифрирования лежал анализ изображения пространственной структуры и географического соседства ландшафтов.

Многие компоненты ландшафтов пустынь, например почвы, грунтовые воды являются труднонаблюдаемыми на дистанционных изображениях. В соответствии с методикой, разработанной С. В. Викторовым (1973,1990), Е. А. Востоковой (Методические рекомендации...,1987; Методические рекомендации..., 1988) и другими, для их выделения проводится индикационное дешифрирование по легконаблюдаемым компонентам (индикаторам). К индикаторам в аридных районах в большинстве

* Данная глава подготовлена в соавторстве с д.г.н. Е.В.Глушко

случаев относят характер рельефа, растительности и др.. Между индикатором и труднонаблюдаемым объектом (индикатом) устанавливается индикационная связь, которая представляет собой искусственно абстрагированную связь между физиономичными (индикаторы) и деципиентными (индикаты) компонентами (Николаев,1979). Связи могут быть прямые и опосредованные, частичные (с одним компонентом ПТК) или комплексные (ландшафтные) — с совокупностью физиономических компонентов.

При исследовании ландшафтов были изучены внутри и межландшафтные индикационные связи между физиономичными и деципиентными компонентами. Для выявления индикационных связей, установления индикаторов тех или иных компонентов проведены полевые исследования на эталонных ключевых участках, дополненные изучением различных справочных материалов.

Таким образом, в основе ландшафтно-индикационного исследования лежит изучение общих ландшафтных закономерностей, выявление индикационных связей, установление фотофизиономичных индикаторов и их дешифровочных признаков.

В целях ландшафтного дешифрирования было проведено эталонирование аэрокосмических снимков. В основе эталонирования лежит принцип выделения ключевых участков и выявления для них типичных аэрокосмических изображений. Целью эталонирования является повышение достоверности дешифрирования, типизация структур изображения, систематизация дешифровочных признаков, определение общих закономерностей формирования структуры изображения современных ландшафтов в условиях естественного развития и хозяйственного освоения. Эталонирование позволяет накапливать и систематизировать дешифровочную информацию, механизировать ее поиск, уменьшить влияние субъективного фактора при дешифрировании.

В целях распознавания исследуемых объектов проводились типизация структур аэрокосмических изображений географических объектов и их сочетаний в разных масштабах. При уменьшении масштаба эталонирования прослеживается объединение отдельных объектов и их сочетаний в комплексы. При этом структура эталонов значительно усложняется. Используя существующий опыт эталонирования изображений географических объектов и результаты собственного дешифрирования снимков были определены дешифровочные признаки основных природных и антропогенных комплексов, современных ландшафтов. Эталонной считается минимальная выборочная совокупность индикационных характеристик, которая может быть использована в аналогичных условиях для дешифрирования изображений с необходимой детальностью и достоверностью.

Эталонирование осуществлялось в несколько этапов: 1) классификация исследуемых географических объектов; 2) полевое дешифрирование на ключевых участках и анализ аэрокосмических изображений с целью выявления дешифровочных признаков; 3) выбор и проверка эталонов; 4) систематизация эталонов.

В основу эталонирования легло выделение комплексных эталонов, отображающих различные территориальные сочетания природных и антропогенных комплексов и современных ландшафтов. Использовались прямые эталоны с типичными изображениями объектов, непосредственно прослеживающихся на снимках, таких, как поля, ирригационные сооружения, карьеры. Наряду с ними применялись косвенные эталоны, передающие изображения индикаторов объектов, непосредственно на аэрокосмических снимках масштаба 1:500.000 не отображающихся, таких, как колодцы для водопоя скота и др..

Эталоны географических комплексов передают изображения закономерных пространственных сочетаний природных и антропогенных объектов, созданных при

определенном типе хозяйственного использования имеющихся природных ресурсов и определяющихся социально-экономическим и историческим развитиями, а также конкретными природно-климатическими условиями территории. Эталоны районов орошаемого земледелия включают изображения полей, арыков, дорог, лесопосадок и т. д.. Эталоны парагенетических комплексов передают изображения единой системы территориально смежных антропогенных и природных комплексов, взаимосвязанных обменом вещества и энергии. Это орошаемые оазисы и прилегающие к ним участки пустыни, между которыми происходит активный взаимообмен теплом, влагой, солями; водохранилища и зоны их геоморфологического, гидрологического и климатического воздействия, в которых изменяются старые и возникают новые комплексы и т. д..

Результатом дешифрирования КС явилось составление карты ландшафтов Приаралья.

Для составления основной карты послужили фотопланы и космофотокарты, созданные из космических снимков, полученных с картографического ИСЗ “Космос” в масштабе 1:1.000.000 в период с 1983 по 1985 г.г. и увеличенных до масштаба 1:500.000, и космические снимки с орбитальных станций “Салют”, “Мир”, картографического ИСЗ “Космос”, метеорологического “Метеор” в масштабах 1:2.400.000 —1:200.000 в видимой и ближней инфракрасных зонах спектра за 1975-93 г.г.. Космофотокарты построены в проекции Гаусса-Крюгера, в масштабе 1:500.000.

Дешифрирование ландшафтов по космофотокарте осуществлялось в соответствии с методиками Викторова (1990) и Глушко (1981,1988,1991). На начальном этапе по особенностям структуры и тона фотоизображения дешифрировались основные исследуемые географические объекты. Затем, в результате совместного анализа картографических и литературных материалов, с учетом результатов полевых исследований в соответствии с классификацией ландшафтов, проводилось более детальное поконтурное дешифрирование, которое в основном базировалось на дальнейшем анализе структуры фотоизображения. В результате, для каждого из родов ландшафта выделены характерные дешифровочные признаки (уровень фототона и характер рисунка (структуры) фотоизображения.

Характерные прямые дешифровочные признаки имеют ландшафты аллювиальных гидроморфных равнин, палеогидроморфные древнеаллювиальные такырные равнины, песчаные эоловые пустыни, солончаки. Практически во всех случаях для конкретного дешифрирования проводился анализ взаиморасположения и географического соседства ландшафтов. такой анализ оказался наиболее действенным при выделении ландшафтов древнеаллювиальных такырных равнин. Наибольшие трудности возникли при разделении по снимкам ландшафтов столово-останцовых плато и цокольных равнин. Дешифрирование проводилось как по особенностям фототона, так и по текстуре изображения, наличию отдельных косвенных дешифрированных признаков (например, карстовых воронок) и т. д..

Антропогенные модификации современных ландшафтов дешифрировались на КС по их четким границам контуров и правильным геометрическим формам. Фототон таких образований, как правило, резко отличается от окружающего фона, подчеркивая геометрическую правильность контуров. Дешифрирование КС для выявления антропогенных модификаций ландшафтов, основывалось на выявлении различных типов использования территории на основе выявления характерных рисунков или аномальных отклонений фототона изображения. При дешифрировании использовались также синтезированные цветные снимки и спектрозональные изображения, позволяющие повысить точность дешифрирования.

Полученная в результате ландшафтная карта Приаралья, составленная по космическим снимкам, отличается повышенной подробностью контуров, высокой точностью проведения ландшафтных границ, некоторой неравномерностью контурной нагрузки в соответствии с особенностями пространственной дифференциации ландшафтов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Составленная на основе космических снимков ландшафтная карта Приаралья в дальнейшем была использована в качестве контурной основы для изучения состояния таких компонентов ландшафтов как почвы, растительность, рельеф, грунтовые и поверххностные воды, уточнения распространения и видов антропогенной нагрузки на исследуемой территории. С этой целью проводили насыщение контурной основы составленной ландшафтной карты специальной тематической нагрузкой после почвенного, геоботанического и геоморфологического дешифрирования выделенных контуров с привлечением материалов собственных наземных наблюдений, аэровизуальных наблюдений, различных картографических материалов и аэрофотоснимков разных лет, а также с привлечением данных разных авторов, опубликованных в открытой печати.

Результаты проделанной работы были представлены в виде комплексной таблицы индикаторов опустынивания, в которой для каждого из выделенных ландшафтных контуров приводится характеристика наблюдаемых в пределах его границ а) форм рельефа, б) литологии поверхностных отложений, в) преобладающего уровня залегания, химизма и степени засоления грунтовых вод, г) основных почвенных разностей, перечисленных в порядке убывания их доли в данном контуре, д) основных растительных сообществ и группировок. Указанные индикаторы в дальнейшем были использованы для идентификации в каждом из выделенных на ландшафтной карте контуров таких параметров опустынивания как: преобладающие причины опустынивания, подтип опустынивания, степень, относительная скорость и относительная глубина опустынивания.

Подбор и описание индикаторов опустынивания в таблице (фрагмент приведен в таблице 16) проведены таким образом, чтобы можно было с использованием изложенных выше методологических подходов, основанных на интерпретации динамических (эколого-генетических) рядов опустынивания почв, растительности и рельефа и составленных на их основе диагностических шкал для определения степени, скорости и глубины опустынивания определить основные параметры опустынивания: подтип опустынивания, степень опустынивания рельефа, почв и растительности, относительную скорость опустынивания рельефа, почв и растительности, относительную глубину опустынивания. Идентифицированные параметры также сводились в специальную таблицу - “Параметры опустынивания”, которая совместно с таблицей “Индикаторы опустынивания” составила расширенную легенду (базу данных) для картографирования и оценки опустынивания на исследуемой территории. Каждый из параметров полученной базы данных может быть самостоятельно использован для картографической нагрузки, что и было реализовано в виде комплексного Атласа опустынивания Южного и Восточного Приаралья.

Полная легенда состоит из пяти частей, в каждой из которых содержатся описания контуров, приуроченных соответственно к одному из пяти генетически однородных типов территорий Приаралья, различающихся по отношению к опустыниванию: 1) современные дельты Амударьи и Сырдарьи, подверженные

воздействию современного интенсивного опустынивания; 2) древние опустыненные дельты Приаралья; 3) современные пустыни, в том числе структурные столовые плато, подгорные наклонные равнины и низкогорья в пределах других генетически однородных типов территорий; 4) обсыхающее дно Аральского моря, на котором происходит становление природных комплексов по пустынному типу; 5) земли современного орошения.

Поскольку большинство контуров на карте гетерогенны в отношении подтипов опустынивания, степени и скорости их проявления, то при описании каждого конкретного контура эти параметры перечислены последовательно по убыванию их доли в описываемом контуре.

Кроме указанных параметров опустынивания, в легенде специальными символами описаны причины опустынивания в виде основных цепей причинно-следственных связей, вызванных одним из главных исходных антропогенных агентов опустынивания: ирригацией, отгонным животноводством, техногенным воздействием, сведением древесно-кустарниковой растительности).

В качестве основного признака, организующего последовательность информации о контурах в каждой из 5 частей расширенной легенды выступает подтип опустынивания, являющийся основным в данном контуре (первый по списку). Последовательность перечисления контуров в легенде определяется классификационным порядком для подтипов опустынивания, изложенным в главе "Классификация опустынивания".

Как нетрудно заметить, в представленном виде легенда к карте с приложениями из эколого-генетических рядов опустынивания и руководством по их интерпретации носит, по сути, кадастровый характер. Иначе говоря, расширенная легенда к карте с указанием диагностических признаков для оценки опустынивания может служить основой для составления ***кадастра*** земель, подверженных опустыниванию, а также может быть использована не только для целей оценки современного состояния опустынивания, но и для мониторинга и прогноза опустынивания.

АТЛАС ОПУСТЫНИВАНИЯ ЮЖНОГО И ВОСТОЧНОГО ПРИАРАЛЬЯ

На базе легенды и исходной контурной основы разработана ГИС “Атлас опустынивания/деградации земель Южного и Восточного Приаралья”[*]. Атлас представляет собой сочетание следующих независимых блоков:

(а) цветные карты с легендами к ним; (б) оверлеи, накладываемые на цветные карты в виде контуров или штриховок, некоторые из которых имеют специальные легенды; (в) слои, позволяющие получить краткую информацию о точке в окне “текущая точка”; (г) базы данных, позволяющие получить полную информацию о текущем контуре в специальном окне. Атлас включает следующие карты (на цветных вклейках приведены уменьшенные копии карт).

1) Генетически однородные типы территорий; 2) Рельеф; 3) Литология; 4) Глубина залегания грунтовых вод; 5) Минерализация грунтовых вод; 6) Тип засоления грунтовых вод; 7) Почвы; 8) Основные причины опустынивания; 9-24) Блок бинарных карт, иллюстрирующих распространение опустынивания, вызванного разными

[*] При участии Ю.Н.Фармаковской и Д.В.Руховича

Таблица 16. Территории современных дельт Амударьи и Сырдарьи, подверженных современному интенсивному опустыниванию (фрагмент расширенной легенды)

N контура	Индикаторы опустынивания: Рельеф	Литология	Грунтовые воды: м	Грунтовые воды: г/л	Грунтовые воды: состав	Почвы	Растительный покров	Параметры опустынивания: Причины опустынивания (цепи причинно-следственных связей)	Подтип опустынивания	Степень опустынивания: рельефа	Степень опустынивания: почвы	Степень опустынивания: растительность	Скорость опустынивания: рельефа	Скорость опустынивания: почв	Скорость опустынивания: растительности	Глубина опустынивания
2	Прирусловые валы	переслаивание супесей, суглинков и глин с преобладанием суглинков, подстилаемых песками	<2	1-3	Cl-SO4	Л(1-3); ЛБ(1-3); Лот(1-3); ЛБот(1-3); ЛБотк(1-3); Сл	Сообщества гликофильных деревьев и трав (Salix sp.,Glycyrrhiza glabra, Phragmites australis); сообщества мезоксерофильных деревьев и галомезофильных кустарников и мезофильных трав (Elaeagnus angustifolia, Halimodendron halodendron, Tamarix sp., Calamagrostis sp.	Ир-Вдз-ГВ	Бот-пг* Ас-пг	0	1*2 1*2*3	0*1*2 0*1	0	1 2	2 1	2
3	Прирусловая пойма, вершины прирусловых валов	переслаивание суглинков, супеси и глины, подстилаемые песками	3-5	5-10	SO4-Cl	Лот(1) Лтуг; Лкорк(1); Лотк; ТВо-л (1) с пятнами (2,3)	Обсыхающие древесно-кустарниковые тугаи с мезофильным разнотравье (Populus ariana,Elaeagnus turcomanica,Tamarix ramosissima,Glycyrrhiza glabra)	Ир-Вдз-ГВ	Бот-пг* Бп-пг* 0	0	1*2*3 2*1	1 0*1	0	2 1	0 1	2-3
4	Межрусловые понижения	речные и озерные суглинки,супеси, редко глины мощностью 0,5-3м,подстилаемые песками пылеватыми и мелкозернистыми.	3-5	5-10	SO4-Cl	Лот(3); БЛот(2-3); БЛотк(3); ТВо-б(3); Сотк; ТВсол	Танатоценозы тростника (пауза в зарастании) с единичными экземплярами однолетних солянок (Salsola foliosa, S.paulsenii,), солянки древовидной (S.dendroides) и каперцев колючих (Capparis spinosa)	Ир-Вдз-ГВ* Ир-Вдз-Втор	Бот-пг* Бот-пс* Ас-пг	0*1	2*1 3*4*2 2	2*1 4*3*2 3*4	1	1 2 0	1 2 1	2

причинами: забором воды из рек; сбросом коллекторно-дренажных вод в реки; вторично-инициированными изменениями природных систем в результате водозабора; сбросом коллекторно-дренажных вод в бессточные впадины; просачиванием фильтрующихся вод с поливных территорий и из коллекторно-дренажной сети; дополнительным дренированием территорий после прекращения их орошения; вторично-инициированными изменениями природных систем в результате орошения; обводнением и затоплением; вторично-инициированными изменениями природных систем в результате обводнения; изменениями почв и растительности при перегрузке пастбищ; изменениями растительности при недогрузке пастбищ; вторично-инициированными изменениями природных систем при отгонном животноводстве; прямыми воздействиями буровых работ на почвенный и растительный покров; прямым воздействием прокладки линейных сооружений на почвы и растительность; вызванного вторичным изменением природных систем при прокладке линейных сооружений; сведением древесно-кустарниковой растительности; 25) Типы и подтипы (направления) опустынивания; 26-37) Блок бинарных карт, иллюстрирующих распространение подтипов опустынивания: биогенного отакыривания постгаломорфного; биогенного отакыривания постгидроморфного; биогенного опесчанивания постгаломорфного; биогенного опесчанивания постгидроморфного; биогенного опесчанивания посттакырного; абиогенного засоления постгидроморфного; абиогенного засоления антропогенного; абиогенного опесчанивания постгидроморфного; абиогенного опесчанивания посттакырного; абиогенного опесчанивания постгаломорфного; абиогенного опесчанивания поставтоморфного; абиогенного нарушения глинистых пустынь; абиогенного нарушения щебнистых пустынь; 38) Опустынивание рельефа; 39) Опустынивание почв; 40) Опустынивание растительности; 41) Глубина опустынивания.

Атлас предусматривает возможность работы с ним как с геоинформационной системой и содержит кроме перечисленных карт расширенную информацию в таких специальных базах данных как:
1) Типы территорий; 2) Рельеф; 3) Литология; 4) Грунтовые воды; 5) Почвы; 6) Растительность; 9) Основные причины опустынивания; 10) Все причины опустынивания; 11) Типы и подтипы опустынивания; 12) Опустынивание почв; 13) Опустынивание растительности; 14) Глубина опустынивания.

Анализ картографической информации, проведенный с помощью разработанной геоинформационной системы, показал, что к наиболее распространеным причинам опустынивания на исследуемой территории (см. таблицу 17) относятся: перегрузка пастбищ, ведущая к прямой деградации почв и растительности (доминирует на 45,4% территории), а также водозабор из рек в верхнем и среднем течениях и подъем уровня засоленных грунтовых вод в нижнем течении (доминируют соответственно на 20,7% и 18% исследуемой территории).Вместе с тем, далеко не все наиболее распространенные причины опустынивания являются доминирующими в Приаралье. Так, например, несмотря на высокую подверженность территории техногенным воздействиям или сведению древесной и кустарниковой растительности на топливо, эти причины не являются ведущими в регионе, а встречаются в основном как дополнительные по отношению к другим. Кроме того, подсчет площадей распространения тех или иных причин опустынивания подтвердил результаты качественного анализа, проведенного в главе "Особенности действия причин опустынивания на различных генетически однородных типах территорий Приаралья" и показал, что для Приаралья характерна неоднородность

распространения причин опустынивания, тесно связанная с эколого-ландшафтной обстановкой и типами хозяйственного использования земель.

Заслуживает также внимания и подсчет площадей, занятых тем или иным типом или подтипом опустынивания (таблица 18). Наибольшая доля (более 2/3 территории) подвержена абиогенным изменениям, то есть на этой территории происходят большей частью именно деградационные изменения, а не формирование природных систем по пустынному типу. Наибольшее распространение при этом (более 1/3 площади всей изученной территории) подвержено различным подтипам абиогенного засоления, и формированию развеваемых песков (более 1 /4 территории). Вместе с тем, степень проявления этих направлений опустынивания (табл. 20) указывает на особенности различных компонентов природных систем подвергаться опустыниванию.

Так, почвенный покров Приаралья в наибольшей степени подвержен формированию развеваемых песков и формированию природных такыровидных почв и такыров, в то время как наиболее распространенний тип опустынивания в направлении формирования солончаков развит в основном в слабой и умеренной степени.

Скорость опустынивания почвенного и растительного покровов, несмотря на огромную территорию, подверженную опустыниванию, также не очень значительна. Наибольшими скоростями опустынивания характеризуются, как правило, природные комплексы обсыхающего дна моря, а также экосистемы прирусловых валов. Поскольку их общая доля в составе природных комплексов исследуемой территории относительно невелика, то и доля территорий с быстрым и очень быстрым опустыниванием занимает не более 2 % от общей площади (таблица 19).

Таким образом, в заключение описания принципов оценки и картографирования опустынивания в Приаралье, необходимо отметить, что итогом этой работы явилась разработка эволюционной эколого-генетической концепции явления опустынивания и ее реализация на примере составления карты опустынивания Приаралья.

Главными отличительными особенностями разработанных подходов являются: а) использование системного подхода к анализу причин опустынивания на основе комплексного рассмотрения основных цепей причинно-следственных связей, вызванных разными антропогенными агентами опустынивания, б) классификация основных направлений опустынивания на основе выявления главных трендов трансформации природных систем, в) возможность проводить диагностику степени опустынивания, относительной скорости и относительной глубины опустынивания на основании актуальных признаков состояния природной среды с использованием эволюционных эколого-генетических и динамических рядов опустынивания почв, растительности и рельефа. Для ускорения работ по составлению карт используются методы дистанционных исследований.

Разработанная концепция может служить основой для мониторинга и прогноза явления опустынивания, составления рекомендаций по его предупреждению и ликвидации.

Проведенная работа по разработке методов оценки опустынивания в Приаралье и составлению карты опустынивания региона является одним из первых опытов обобщений такого рода на базе новых современных подходов Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) к оценке опустынивания, что позволяет нам рассматривать результаты работы как базовый методический материал к проведению оценки опустынивания в среднем масштабе, и прежде всего —для оценки опустынивания в бассейнах рек соленых озер земного шара.

Таблица 17. Распространение основных причин опустынивание на исследуемой территории Южного и Восточного Приаралья

Основные цепи причинно-следственных связей (псс)	**Индекс**	**Встречается на исследован-ной территории**	**Является преобладаю-щей на исследован-ной территории**
Ирригация -> Водозабор -> Забор воды на орошение в верхнем течении	Ir-OR-WS	23.8%	20.7%
Ирригация -> Водозабор -> Сброс КДВ в реки в верхнем течении	Ir-OR-DWE	1.2%	0.2%
Ирригация -> Водозабор -> Вторично-инициированные изменения природных систем	Ir-OR-Sec	18.9%	4.7%
Ирригация -> Орошаемое земледелие -> Сброс КДВ в бессточные впадины	Ir-Wa-DWE	16.8%	3.6%
Ирригация -> Орошаемое земледелие -> Фильтрация вод из КДС и с орошаемых территорий	Ir-Wa-Filt	20.8%	18.0%
Ирригация -> Строительство ирригационных каналов -> Дополнительное дренирование территорий после прекращения орошения	Ir-Wa-Dr	9.4%	1.0%
Ирригация -> Орошаемое земледелие -> Вторично-инициированные изменения природных систем	Ir-Wa -Sec	2.7%.	0.7%
Ирригация -> Обводнение -> Затопление	Ir-Fl-In	3.3%	0.7%
Ирригация -> Обводнение -> Вторично-инициированные изменения природных систем	Ir-Fl-Sec	0.4%	не доминирует ни в одном контуре
Отгонное животноводство -> Перевыпас -> Деградация почв и растительности	Pas-OG-SV	56.3%	45.4%
Отгонное животноводство -> Перевыпас -> Деградация растительного покрова	Pas-IG-V	0.4%	не доминирует ни в одном контуре
Отгонное животноводство -> Вторично-инициированные изменения природных систем	Pas-Sec	32.3%	не доминирует ни в одном контуре
Техногенное воздействие -> Буровые работы	Tech-DA	3.8%	не доминирует ни в одном контуре
Техногенное воздействие -> Строительство линейных сооружений -> Деградация почв и растительности	Tech-BLS-SV	41.5%	0.02%
Техногенное воздействие -> Строительство линейных сооружений -> Вторично-инициированные изменения природных систем	Tech-BLS-Sec	15.6%	не доминирует ни в одном контуре
Сведение древесно-кустарниковой растительности	TShC	39.7%	0.2%

Таблица 18. Преобладающие направления опустынивания в Приаралье

Класс опустынивания	**Тип опустынивания**	**Подтип опустынивания**	**Является преобладающим на исследованной территории**
Биогенное			**27.2**
	отакыривание		20.7
		постгаломорфное	12.0
		постгидроморфное	8.7
	опесчанивание		6.5
		постгаломорфное	0.6
		постгидроморфное	4.5
		посттакырное	1.4
Абиогенное			**67.8**
	засоление		36.7
		постгидроморфное	16.9
		антропогенное	19.8
	опесчанивание		28.1
		постгидроморфное	0.7
		посттакырное	11.2
		постгаломорфное	2.3
		поставтоморфное	13.9
	нарушения		3.0
		глинистых пустынь	0.1
		щебнистых пустынь	2.9
Нет опустынивания			**1.5**
Водная поверхность			**3.5**

Таблица 19. Скорость деградации/опустынивания почвенного и растительного покрова в Приаралье

Относительная скорость опустынивания почвенного покрова	**Доля затронутой площади (%)**	**Относительная скорость опустынивания растительного покрова**	**Доля затронутой площади (%)**
Нет опустынивания или крайне медленное	8.4	Нет опустынивания или крайне медленное	35.8*
Очень медленное	44.6	Очень медленное	41.3
Медленное	35.1	Медленное	18.6
Умеренное	10.3	Умеренное	3.0
Быстрое	1.5	Быстрое	1.0
Очень быстрое	0.1	Очень быстрое	0.3
Водная поверхность	3.5	Водная поверхность	3.5

* включая орошаемые территории

Таблица 20. Степени опустынивания почв и растительности (по доминирующим типам опустынивания)

Тип опустынивания	Степень деградации (опустынивания) почвенного покрова	Доля затронутой площади (%)	Степень деградации (опустынивания) растительного покрова	Доля затронутой площади (%)
Биогенное отакыривание	очень слабая	0.4	очень слабая	1.2
	слабая	5.0	слабая	6.0
	средняя	2.0	средняя	1.8
	сильная	10.5	сильная	2.9
	очень сильная	2.8	очень сильная	8.4
Биогенное опесчанивание	очень слабая	0.2	очень слабая	0.2
	слабая	0.0	слабая	0.3
	средняя	1.4	средняя	1.0
	сильная	2.0	сильная	0.3
	очень сильная	3.0	очень сильная	4.7
Абиогенное засоление	очень слабая	5.3	очень слабая	0.7
	слабая	15.6	слабая	7.7
	средняя	7.9	средняя	3.2
	сильная	3.8	сильная	4.3
	очень сильная	4.0	очень сильная	2.7
Абиогенное опесчанивание	очень слабая	0.0	очень слабая	3.1
	слабая	7.7	слабая	12.9
	средняя	8.4	средняя	8.0
	сильная	11.8	сильная	3.3
	очень сильная	0.2	очень сильная	0.8
Абиогенные нарушения	очень слабая	0.0	очень слабая	0.0
	слабая	2.0	слабая	1.6
	средняя	0.7	средняя	1.1
	сильная	0.3	сильная	0.3
	очень сильная	0.0	очень сильная	0.0
Нет опустынивания		1.5		19.6*
Водная поверхность		3.5		3.5

* включая орошаемые территории

АДАПТАЦИЯ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ РФ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ОЦЕНКИ ОПУСТЫНИВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.

Изложенные в предыдущих разделах принципы эколого-генетической оценки и картографирования опустынивания в Приаралье с использованием эволюционных и динамических подходов исходно разрабатывались и предназначались для исследования явления опустынивания в бассейнах рек соленых озер земного шара, где опустынивание явно связано с постгидроморфной эволюцией территорий, на ход которой могут накладываться результаты современных антропогенных воздействий. Вместе с тем, общие методологические принципы рассмотрения явления опустынивания как сложной взаимосвязи антропогенных агентов, природных процессов, исходных природных условий и результатов, проявляющихся в неблагоприятных изменениях разных компонентов ландшафтов, а также принципы анализа причинно-следственных связей, построения динамических (эколого-генетических) и диагностических рядов опустынивания, принципы систематики направлений опустынивания, диагностики степени, скорости и глубины опустынивания, способы составления контурной основы и расширенной легенды (базы данных) карт опустынивания могут рассматриваться как универсальные и приемлемые в адаптированном виде и для других территорий и масштабов картографирования.

К идее о возможности адаптации разработанной методики для засушливых территорий Российской Федерации нас подтолкнули представления В.А.Ковды с соавторами о генетическом единстве постгидроморфной голоценовой эволюции водно-аккумулятивных равнин Евразии, их современного почвенного покрова и ландшафтов, что во многом, по нашим представлениям, могло бы облегчить адаптацию разработанной методики оценки опустынивания на другие территории.

Исходя из этих предпосылок, нами на первом этапе работы по проведению такой адаптации был проведен анализ путей постгидроморфной голоценовой эволюции почв и почвенного покрова засушливых территорий.

Постгидроморфная эволюция почв и почвенного покрова водноаккумулятивных равнин засушливых территорий и ее корреляция в разных биоклиматических зонах

Проблемы опустынивания и аридизации суши Земли в современный период, согласно концепции В.А.Ковды, представляют собой глобальное явление и широко распространены в различных засушливых регионах мира, приводя к деградационным изменениям почв и потере их продуктивности.

В предыдущих разделах нами было показано, что при рассмотрении опустынивания почв в качестве одной из составляющих явления опустынивания в целом, можно выделить два основных направления опустынивания почв. Первое связано с их деградацией и трансформацией биогенных ландшафтов в абиотические — бедленды. Второе связано с эволюцией гидроморфных и полугидроморфных природных комплексов в автоморфные равновесные с макроклиматом, который и является в данном случае единственным фактором опустынивания. Второй путь опустынивания широко распространен и, как правило, бывает вызван естественными или антропогенными причинами обсыхания обширных водно-аккумулятивных равнин в аридных и засушливых регионах мира.

Наибольшее внимание при этом в научной литературе уделяется обычно обсыхающим оазисам аридных территорий, поскольку именно в них сконцентрированы основные земельные ресурсы пустынной зоны, пригодные для ведения орошаемого земледелия и производства сельскохозяйственной продукции. В качестве наиболее яркого примера такого рода регионов может служить исследуемая нами территория Приаралья, а в особенности — дельтовые равнины Амударьи и Сырдарьи. Широко развиты процессы современного опустынивания и в полупустынной зоне — на обширных равнинах Прикаспийской низменности, сложенных аллювием Терека, Кумы, Волги, Урала, Эмбы.

Вместе с тем, однако в гораздо меньшей степени, аридизации могут быть подвержены также и территории обширных водно-аккумулятивных равнин менее засушливых сухостепных, степных и даже лесо-степных областей. Примером таких территорий, хорошо описанных в научной литературе, могут служить обширные палеогидроморфные равнины Юга Западной Сибири —Кулундинская и Барабинская низменности; Восточной Европы —Тамбовская, Окско-Донская, Сальско-Манычская низменности, Дунай-Днестровское междуречье, междуречье Дона и Кубани и другие.

При характеристике эволюции природных комплексов степных областей термин “опустынивание” не используется, однако, пути эволюции почвенного покрова этих регионов не только имеют ряд общих черт с направлениями эволюции почвенного покрова при опустынивании гидроморфных равнин более аридных территорий, но и протекают по тем же законам. Обоснование этого тезиса и является целью данной главы.

Эти эволюционные закономерности в первую очередь связаны с тем, что в границах обширных водно-аккумулятивных равнин состояние равновесных почв и природных комплексов отвечает не макроклимату вмещающих их почвенно-климатических зон, а отличному от него мезо- и микроклимату этих равнин или их отдельных участков, поддерживаемому за счет дополнительных внешних источников влаги в виде поверхностных и грунтовых вод, которые и обусловливают специфику водного, теплового и гидрохимического режимов соответствующих им почв и природных комплексов. Иначе говоря, макроклимат обусловливает крупные зональные особенности формирования почвенного покрова, а отличия мезо- и микроклимата создают предпосылки для сходства эволюционных изменений почв в случае аридизации.

В почвоведении накоплен большой материал, позволяющий с несколько отличных от традиционных позиций подойти к пониманию вопроса о путях постгидроморфной эволюции почв и почвенного покрова засушливых территорий. В данной работе мы

попытались на основании собственного и литературного материала сформулировать несколько, на наш взгляд, новых положений по корреляции постгидроморфной эволюции почв и почвенного покрова водноаккумулятивных равнин в разных почвенно-климатических зонах.

На основании исследований, проведенных нами в Приаралье на территории современных опустынивающихся и древних опустыненных дельтах Амударьи и Сырдарьи, можно заключить, что в качестве основных путей эволюции почв водно-аккумулятивных областей **аридных** территорий четко прослеживаются два основных направления эволюции почвенного покрова в сторону формирования равновесных с макроклиматом почв. Это: а) отакыривание почв на тяжелых отложениях вплоть до стадии формирования такыров, б) формирование песчаных пустынных почв на легких отложениях. При этом, как отмечалось нами ранее, на первых и промежуточных этапах эволюции отмечается дивергенция почвообразования и гетерогенизация почвенного покрова, а на последующих этапах — гомогенизация почвенного покрова и конвергенция почвообразования.

Если внимательно рассмотреть описания эволюции почв на водно-аккумулятивных равнинах **полупустынных, сухо-степных и степных территорий**, например, изложенные в работах Болышева (1972), Геннадиева (1990), Генусова (1958), Добровольского с соавт. (1975), Ковды (1950, 1954), Козловского и Корнблюма (1972), Курачева и Рябовой (1981), Кургановой (1985), Минкина и Гутыри (1980), Можаровой (1984), Мордкович с соавт. (1985), Панфилова (1968), Шумакова с соавт (1976) и др. а также строение почвенного покрова, обусловленное в первую очередь рельефом территории и связанными с ним водным, тепловым и солевым режимами, то можно заметить те же закономерности , но выраженные в эволюционно-генетических рядах и катенарной дифференциации почв других зон. Так, в полупустынной и сухостепной зонах основная тенденция в эволюции почвенного покрова направлена в сторону формирования бурых полупустынных и каштановых почв. В степной зоне равновесными с макроклиматом и, следовательно, представляющими конечные звенья эволюции почв водно-аккумулятивных равнин, являются черноземы южных подтипов.

В общем виде эти генерализованные схемы эволюции представлены на рисунке 52.

Как видно из рисунка, эволюция почв водно-аккумулятивных равнин в случае прогрессирующей засушливости, связанной со сменой доминирующего значения микро- и мезоклиматических особенностей территории на макроклиматические, протекает в несколько этапов.

На начальных этапах происходит преобразование разнообразных аллювиально-болотных и аллювиально-луговых незасоленных почв в солончаки и в различной степени засоленные почвы.

На этапе формирования солончаков и засоленных почв сходство путей эволюции почв водно-аккумулятивных равнин аридных и засушливых территорий очевидно. А существующие различия в скоростях и степенях этих преобразований обусловлены в целом соотношением интенсивностей процессов снижения уровня и повышения минерализации грунтовых вод. Следующие этапы эволюции представляют собой последовательную цепь трансформаций, связанных с рассолением солончаков и постепенным формированием почв, равновесных с макроклиматом.

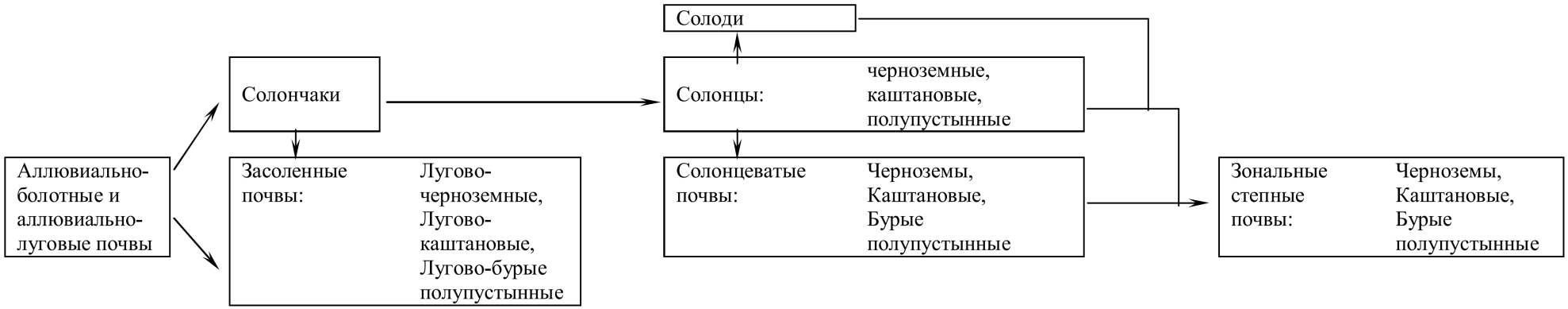
При этом, по мере снижения уровня грунтовых вод и обсыхания территории в аридных областях преобладающей является тенденция отакыривания почв (как

солончаков, так и в различной степени засоленных почв), а в полупустынях и сухостепных аридных областях возникают разнообразные комплексы в различной степени солонцеватых почв и солонцов, а также развиваются процессы осолодения. На этом этапе почвенный покров палеогидроморфных территорий отличается наибольшей степенью гетерогенности, а дивергенция почвообразования достигает своего максимума.

Дальнейшая эволюционная трансформация почвенного покрова, как было отмечено выше, уже направлена по пути конвергенции почвообразования. В пустынных и полупустынных областях этот этап связан с направлением биогенного опустынивания и характеризуется образованием такыров, такыровидных, песчаных пустынных почв, а в полупустынных, сухостепных и степных областях данная стадия получила название "остепнения солонцов". На конечных стадиях эволюционного процесса почвенный покров территорий гомогенизируется и приобретает черты зональных, равновесных с макроклиматом автоморфных почв.

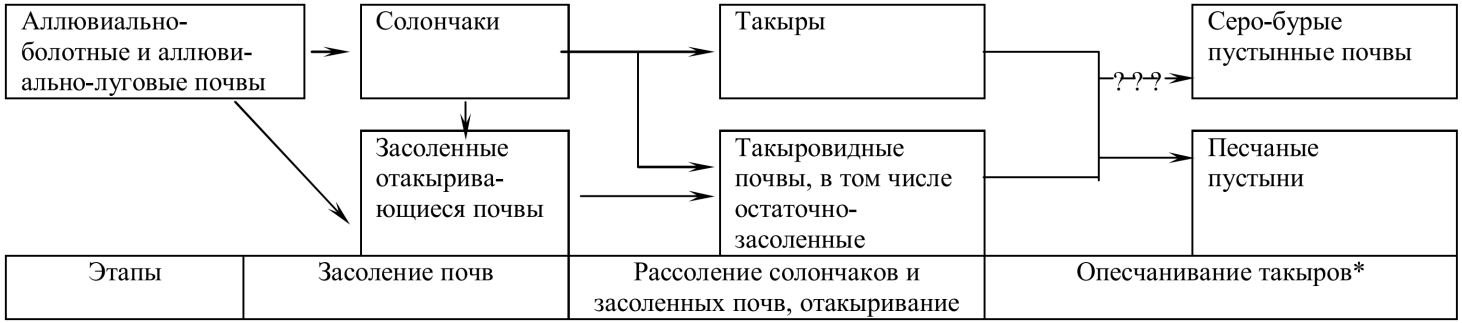
На первый взгляд, в изложенной здесь в общих чертах схеме эволюции на средних и конечных этапах эволюции как раз и происходит расхождение в эволюции почв пустынных и степных областей. Однако, по нашему мнению, эти расхождения, вызванные макроклиматическими особенностями, не меняют существа эволюционного процесса. Так, если мы обратимся к промежуточным этапам эволюции, то можно заметить, что в эволюционном аспекте трансформация почв и почвенного покрова в направлении образования солонцов и солонцеватых почв в сухостепной и степной зоне по существу отвечает трансформации в направлении образования такыров и такыровидных почв в пустынной зоне и связана с образованием дифференцированного профиля по элювиально-иллювиальному типу. Тот факт, что такыры и солонцы или солоди близки по целому ряду свойств, достаточно давно подмечен в литературе [Кимберг (1974), Лобова (1960), Сушко (1932)] и наше наблюдение лишь подтверждает, что такое сходство вряд ли является случайным, а скорее всего обусловлено единством комплекса почвообразовательных процессов, сопровождающих трансформации в сторону осолонцевания-осолодения и отакыривания почв, однако имеющего свою специфику в зависимости от макроклиматических (зональных) условий. По существу, такыры и солонцы или солоди, или такыровидные и солонцеватые почвы обладают сходной морфологией и рядом общих химических и физических свойств. Профиль такыра или такыровидной почвы по набору горизонтов весьма близок, и по сути, является "миникопией" профиля солоди, солонца или солонцеватой почвы, т.е. отвечает элювиально-иллювиальному типу дифференциации почвенного профиля. Сверху выделяются осветленная корка и элювиальный горизонт с характерной горизонтальной делимостью структуры (аналог —осолоделый горизонт), подстилаемая плотным темноокрашенным горизонтом вмывания (иллювиальный солонцовый горизонт), который постепенно переходит в почвообразующую породу. Как и солонцы, многие такыры имеют щелочную реакцию, а иногда —и повышенное содержание обменного натрия в верхней части профиля, что позволяет некоторым авторам говорить о подверженности такырной корки явлениям, "свойственным пустынной солонцеватости" [Ковда (1984)].

А. Степная и полупустынная зоны.



Этапы:	Засоление почв	Рассоление солончаков и засоленных почв, осолонцевание и осолодение	Остепнение почв

Б. Пустынная зона



Этапы	Засоление почв	Рассоление солончаков и засоленных почв, отакыривание	Опесчанивание такыров*
Стадии	Гидроморфная	Полугидроморфная	Автоморфная

* Процесс имеет место не во всех случаях. Возможный путь эволюции - образование серо-бурых пустынных почв.

Рис. 52. Обобщенные схемы постгидроморфной эволюции почвенного покрова пустынных, полупустынных и степных областей.

Отчетливо выражена дифференциация профиля по физическим свойствам, заметны другие проявления солонцеватости, подробно рассмотренные нами ранее [Куст, (1987)]. При этом при прочих равных условиях (и прежде всего — условиях одинакового гранулометрического состава) с усилением аридности климата отмечается усиление признаков коркуемости (мощность, пористость, твердость) и уменьшение признаков выраженности иллювиального горизонта за счет преобладания признаков метаморфизации почвенной массы в уплотненном горизонте В.

Так же, как и в солонцах, проявления физической солонцеватости и химической солонцеватости в такырах не всегда коррелируют и, как указывает Кимберг (1974), "наиболее надежным показателем для такыров является "физическая солонцеватость", выражаемая грубой структурой, плотностью и буроватым цветом".

Специфическим отличием морфологических проявлений солонцеватости в такырах является отсутствие различимых невооруженным глазом натечных и пленочных образований, подтверждающих иллювиальную природу плотного подкоркового горизонта. Эта особенность, а также укороченность профиля такыра по сравнению с солонцом, очевидно, связана с относительно меньшим количеством ежегодных осадков в аридной зоне, в связи с чем, как и в серо-бурых почвах (по данным Хамзина, цит. по Кимбергу (1974)), продукты выветривания — вторичные глины — не выносятся в глубь профиля, а аккумулируются на месте образования. Этой же причиной, на наш взгляд, вызвана и характерная бурая окраска (часто более интенсивная в серо-бурых почвах) плотных "подэлювиальных" и подкорковых горизонтов, связанная с аккумуляцией в них железосодержащих продуктов выветривания (красно-бурые такыры полупустынь по Болышеву (1972)). Это позволяет относить плотные подкорковые "подэлювиальные" горизонты такыров и серо-бурых почв не столько к иллювиальным, как в солонцах и солонцеватых почвах, сколько к иллювиально-метаморфическим горизонтам. Вместе с тем, как мы отмечали выше, при микроморфологических исследованиях иллювиальная природа "подэлювиальных" горизонтов такыров и такыровидных почв хорошо подтверждается наличием оптически ориентированной глины по граням структурных отдельностей и порам.

С особенностями макроклимата, обусловливающими специфику водного и солевого режимов такыров и такыровидных почв связана и такая их отличительная черта, как относительно незначительное содержание обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе , - наиболее характерного признака "физико-химической" солонцеватости. Обычно в научной литературе этот факт связывают с высоким содержанием гипса и карбонатов кальция в такырах и такыровидных почвах.

Нам же сущность данного явления представляется несколько более сложной и связанной как раз с противоречивыми особенностями водного и солевого режимов почв обсыхающих водно-аккумулятивных ландшафтов, складывающимися на разных этапах их эволюции при аридизации и опустынивании. Эти особенности представляют собой предмет для специального исследования, поэтому в данной работе мы ограничимся лишь тем замечанием, что в свете излагаемой идеи об аналогиях направлений эволюции почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных ландшафтов засушливых территорий получает вполне удовлетворительное объяснение ранее отмечавшийся, но специально не обсуждавшийся факт увеличения относительного содержания магния в ППК такыровидных и остаточно-луговых почв на первых стадиях их эволюции [Аханов (1987), Бельгибаев (1991), Кимберг (1974)]. Исходя, например, из данных, полученных в работе Козловского и Корнблюма (1972) по почвам Волго-Ахтубинской поймы , данных

Болышева (1972) по почвам Прикаспийской низменности , фундаментальных работ Ковды (1950, 1954, 1984), специальных исследований Панина (1967, 1968), можно заключить, что повышенное содержание магния в ППК остаточно-луговых и/или слаборазвитых такыровидных почв связано, с одной стороны, с относительно повышенным накоплением магния (наряду с натрием) в почвенных растворах при возрастании их концентрации, а с другой стороны, с большей конкурентной способностью магния по отношению к натрию по внедрению в почвенный поглощающий комплекс на первых этапах рассоления солончаков. На более поздних этапах магний как вымывается из почвенных растворов в глубь профиля нисходящими токами влаги, так и вытесняется из ППК вследствие обогащения верхней части профиля сульфатными и карбонатными солями кальция.

В почвах, формирующихся в менее засушливых условиях, гипс и карбонаты кальция концентрируются на некоторой глубине, соответствующей конкретным равновесным условиям увлажнения, что дает возможность для развития процессов осолонцевания физико-химической природы в верхней части профиля, освобожденной от этих солей.

Как показано в схеме на рисунке 52А, солонцы и солонцеватые почвы на конечных стадиях эволюции стремятся к превращению в зональные степные почвы. Следуя логике этой схемы и в свете нашей концепции, естественный ряд эволюции такыровидных почв и такыров должен быть направлен не к пустынным песчаным почвам (рис. 52Б), а к зональным серо-бурым почвам. Аналогичные предположения в разное время высказывали Ковда, Лобова, Герасимов. К сходным выводам пришли и мы при рассмотрении постгидроморфной эволюции почв Приаралья в предыдущих главах. Вместе с тем, в научной литературе по эволюции почв пустынь последних 10-20 лет эту возможность очень часто обходят молчанием, вероятно, в связи с большой дискуссионностью этого вопроса и недостаточностью специальных данных по серо-бурым почвам. Н.В.Кимберг (1974) даже отмечает, что “наличие более молодых — такырных почв и такыров на четвертичных отложениях с признаками перехода в серо-бурые, казалось бы, указывает на возможность такого пути развития серо-бурых почв, однако вполне сформированных серо-бурых почв с остаточными признаками такыров или такырных не выделено”. Лобова же (1960, 1984) прямо указывает на то, что серо-бурые почвы являются “более зрелыми по отношению к такыровидным” и даже специально рассматривает так называемые “примитивные серо-бурые остаточно-такыровые почвы”. Эти же взгляды разделяет и Генусов (1958).

Действительно, если, как мы указывали выше, признать правомочность проведения аналогии между эволюцией почв в направлении отакыривания и в направлении осолонцевания, то наличие остаточных признаков отакыривания (иначе — осолонцевания-осолодения) в серо-бурых почвах не вызывает сомнений. На это указывают как многочисленные описания серо-бурых **солонцеватых** почв (другое название — серо-бурых типичных почв) [Кимберг (1974), Лавров (1984), Попов с соавт. (1984)], так и более поздние специальные исследования по микроморфологии такыров, такыровидных и серо-бурых почв [Губин (1984), Минашина (1972), Герасимова с соавт. (1992)], подтверждающие иллювиальную природу их уплотненных горизонтов. Кроме того, возможность эволюции такыров и такыровидных почв в серо-бурые подтверждается и данными других исследователей [Хабаров с соавт.(1984), Анисимов (1984), Балясный (1984) и др.], по которым можно проследить устойчивые взаимосогласующиеся последовательности изменения целого спектра почвенных

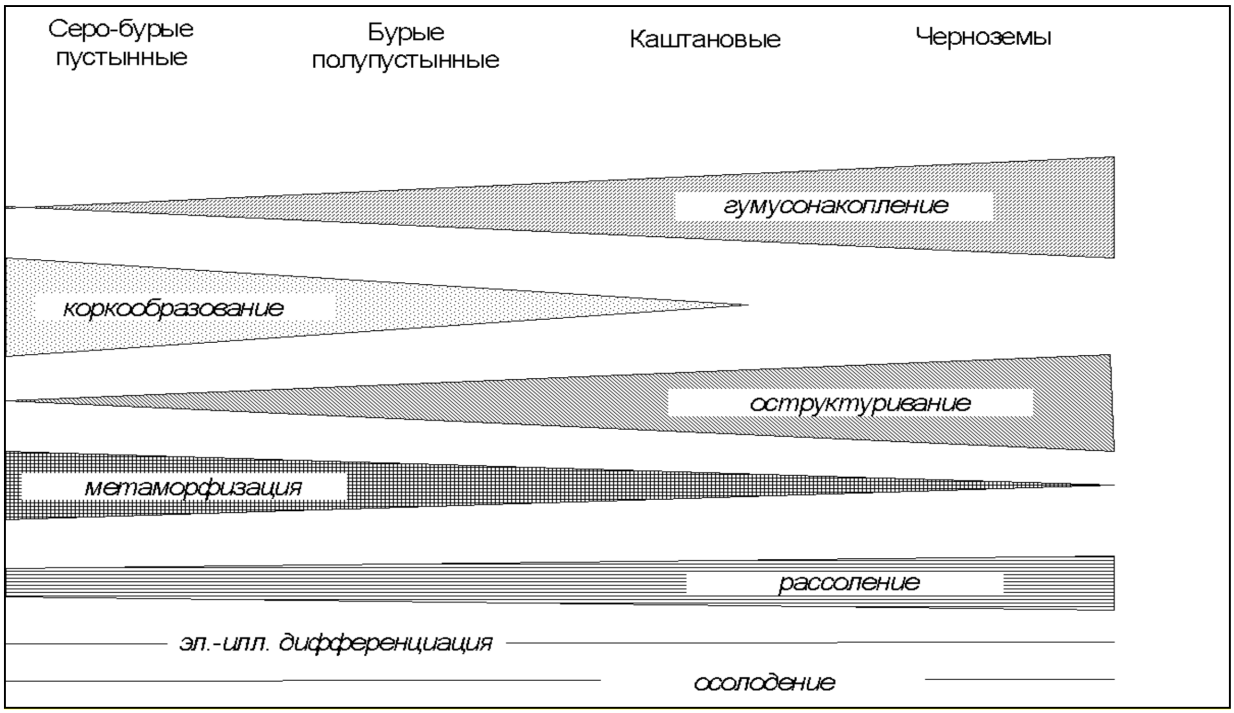


Рис.53. Соотношение основных почвенных процессов в почвах конечных стадий аутоэволюции.

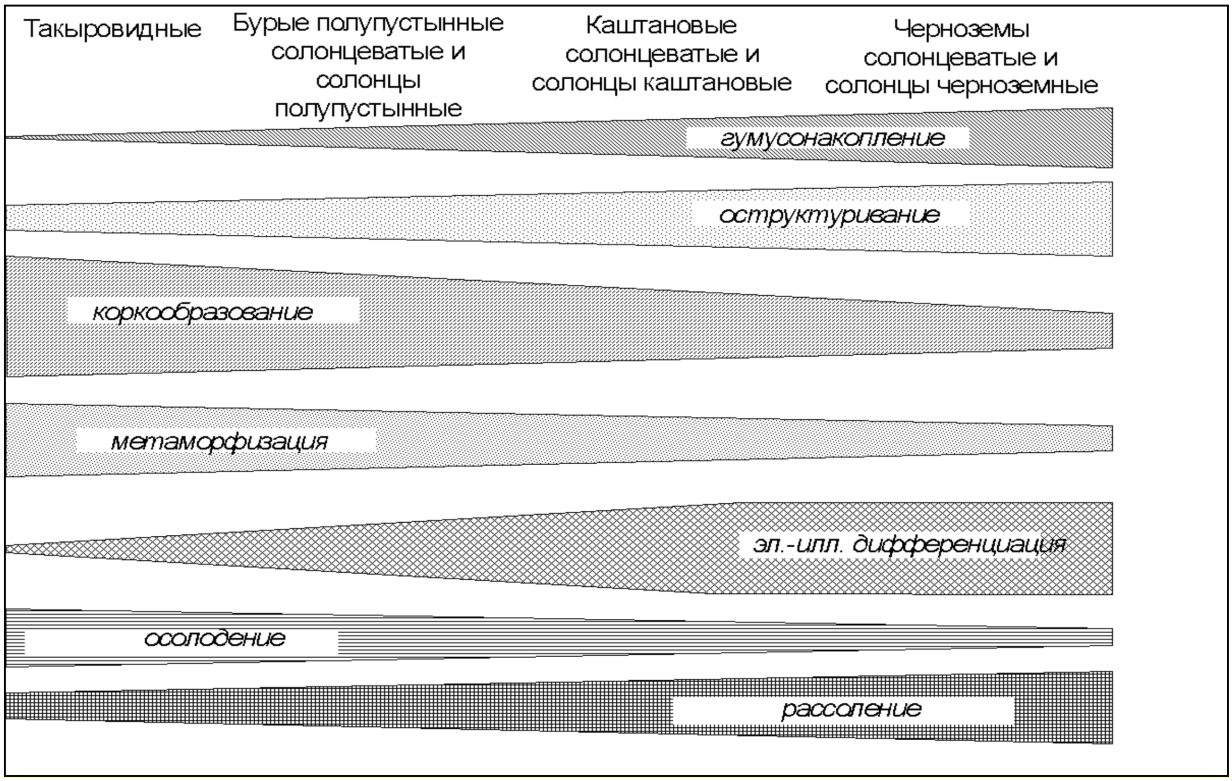


Рис.54. Соотношение основных почвенных процессов в почвах промежуточных стадий аутоэволюции.

свойств (морфологических, физико-химических, водно-физических и др.) в ряду от такыровидных почв и такыров к серо-бурым почвам.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, можно заключить, что основные закономерности климатогенной аутоэволюции почв обсыхающих водно-аккумулятивных равнин степных и пустынных территорий носят аналогичный характер. Аналогии заключаются в однотипности набора почвообразовательных процессов, а различия связаны с соотношением степеней проявления этих процессов, исходно обусловленных макроклиматическими различиями почвенных зон. При этом аналогом процесса осолонцевания, свойственного степным и сухостепным зонам, в пустынных областях является процесс отакыривания, а аналогом процессов остепнения солонцов и солонцеватых почв являются процессы трансформации такыров и такыровидных почв в зональные серо-бурые пустынные почвы. Для иллюстрации этого положения и качественной оценки соотношения ведущих почвообразовательных процессов служат схемы на рисунках 53 и54.

Генетическое родство тенденций эволюции почвенного покрова степных и пустынных ландшафтов не исчерпывается аналогичными эволюционными рядами и набором почвенных процессов. Указанные аналогии можно также подтвердить строением почвенного покрова палеогидроморфных и гидроморфных ландшафтов тех или иных почвенно-климатических зон.

Так же, как в аридных зонах большую часть почвенного покрова опустыненных равнин занимают разнообразные такыровидные почвы и такыры, так и в степной зоне большая часть почвенного покрова остепняющихся территорий представлена солонцеватыми почвами, собственно солонцами и солодями.

Это хорошо иллюстрируется, например, данными по составу почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин Юга Западной Сибири и Приаралья, представленными в таблице 21, а также результатами исследований, изложенными в работах Аханова (1987), Болышева (1972), Ковды (1950, 1954), Добровольского с соавт. (1975), Курачева с соавт. (1981), Лопатина с соавт. (1958), Панковой (1992); коллективных монографиях “Почвы Кулундинской степи”(1967), “Структура, ... биогеоценозов Барабы (1971) и др. В частности, прекрасно прослеживается преобладание почв промежуточных стадий эволюции на почвенных картах, составленных разными авторами для почвенного покрова разнообразных водноаккумулятивных равнин.

Из таблицы видно, что процесс опустынивания или остепнения почвенного покрова водно-аккумулятивных равнин распространяется неравномерно. В процессе эволюции на одной и той же стадии эволюции территории в целом можно встретить почвы, соответствующие разным этапам опустынивания и остепнения. И наоборот, на разных стадиях обсыхания водно-аккумулятивных равнин можно найти в почвенном покрове аналогичные почвы. Очевидно, что разнообразие почвенного покрова на этих промежуточных стадиях эволюции обусловлено в первую очередь водным и солевым режимами почв, связанными с явлениями гидро- и геохимической дифференциации ландшафтов, регулируемыми геоморфологией территории (нано-, микро-, мезорельефом). Так, например, равновесные зональные почвы (черноземы, каштановые, бурые полупустынные, серо-бурые пустынные почвы) и почвы, наиболее приближенные к ним в эволюционном ряду (солонцеватые, такыровидные) приурочены, как правило, к повышенным элементам рельефа, которые раньше вышли из условий гидроморфного и полугидроморфного почвообразования.

Таблица 21. Почвенный покров опустынивающихся и остепняющихся территорий (% площадей). По материалам работ Кимберга (1964), Попова с соавт. (1985), Тюменцева и др. (1975) с дополнениями автора

Дельта Амударьи				Юг Западной Сибири Новосибирская область		
Почвы	Современная дельта		Современная дельта Акчадарьи (опустыненная)	Почвы	Кулундинская зона	Южно-Барабинская зона
	До опустынивания	После 20 лет опустынивания				
Луговые и болотно-луговые пойменно-аллювиальные	42.9	-	-	Луговые, болотные и лугово-болотные	3.7	28.4
Луговые аллювиальные	4.9	11.1	0.1	Лугово-черноземные	6.2	2.7
Типичные, луговые и болотные солончаки	6.6	11.2	0.04	Солончаки	11.1	4.5
Остаточно-болотные и остаточно-луговые (отакыривающиеся)	-	33.3	-	Солоди и осолоделые почвы	1.0	1.4
Лугово-такырные (отакыривающиеся)	3.4	1.2	0.06	Комплексы с участием солонцов и солончаков	3.4	8.3
Остаточно-луговые, остаточно-болотные и остаточные солончаки	-	23.5	4.7	Солонцы корковые и высокостолбчатые	10.0	2.2
Такырные (такыровидные)	-	7.6	54.6	Солонцы средние глубокостолбчатые	17.7	7.1
Такыры	-	0.1	4.3	Солонцовые комплексы с преобладанием солонцов	11.6	23.1
Песчаные и пустынные почвы и пески	0.2	7.4	35.0	Солонцеватые	15.5	18.7
Серо-бурые пустынные на останцах	0.3	0.6	0.8	Черноземы южные, обыкновенные, выщелоченные и осолоделые	19.8	3.7
Водная поверхность	41.7	4.0	0.4			

В понижениях рельефа условия для формирования гидроморфных почв (болотных, луговых и др.) и солончаков сохраняются дольше, поэтому их эволюция в сторону формирования равновесных с макроклиматом почв будет занимать относительно большее время. В связи с этим, обсуждая здесь эволюцию почвенного покрова в целом, мы предпочитаем говорить не столько об эволюции конкретных почвенных разностей в условиях остепнения и/или опустынивания, сколько об эволюции отдельных почвенных катен, в пределах которых для каждого этапа обсыхания будут свойственны свои сочетания конкретных почвенных разностей. Именно такой подход, применяемый, в частности, Геннадиевым (1990) для характеристики развития почвенного покрова полупустынной зоны, дифференцированного в зависимости от микрорельефа, и позволяет нам проследить все разнообразие аналогий в строении почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин различных почвенно-климатических зон.

И, хотя изучение путей эволюции педокатен степных, сухостепных, полупустынных и пустынных ландшафтов представляет собой обширную проблему для специального исследования, позволим себе уже в рамках данной работы привести несколько примеров, подтверждающих изложенные выше соображения (рис.55).

Ясно, что примеры в приведенных рисунках не исчерпывают всего многообразия возможных сценариев эволюционных изменений. Однако из этих схем видно, например, что единой генерализованной схемы преобразования одних почв в другие в природе не существует. В каждом конкретном случае дивергенция или конвергенция почвообразования связаны с комплексом условий: исходным засолением территории; условиями дренажа; соотношением баланса тепла, выпадающих осадков и других дополнительных поверхностных и внутрипочвенных вод; скоростью изменения уровня и минерализации грунтовых вод; геохимической соподчиненностью элементов рельефа. Поэтому одни и те же почвы могут являться предшественниками для разных других почв (дивергенция почвообразования) и наоборот, разные почвы могут являться предшественниками для одних и тех же почв (конвергенция почвообразования).

Вместе с тем, несмотря на столь высокое разнообразие действующих факторов, можно отметить, что эволюция в направлении отакыривания в пустынной зоне и эволюция в направлении осолонцевания и остепнения в степной и сухостепной зонах протекают по сходным зависимостям. Так же, как в пустынной зоне отакыривание затрагивает, с одной стороны, почвы повышенных элементов рельефа (склонов), не прошедших стадию солончака, а с другой стороны, почвы пониженных элементов рельефа, сменяя солончаковую стадию почвообразования, так и в степной зоне осолонцеванию подвержены соответственно луговые остаточно засоленные или периодически засоляющиеся почвы склонов и солончаки понижений рельефа. Стадии, соответствующие расширению площадей, занятых такыровидными почвами и такырами, с одной стороны, и солонцеватыми почвами и солонцами или солодями — с другой, — представляют собой начальную фазу этапа конвергенции почвообразования при биогенном опустынивании и остепнении почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин. И в этом смысле мы можем рассматривать отакыривание и осолонцевание почвенного покрова как два географически замещающих направления эволюции.

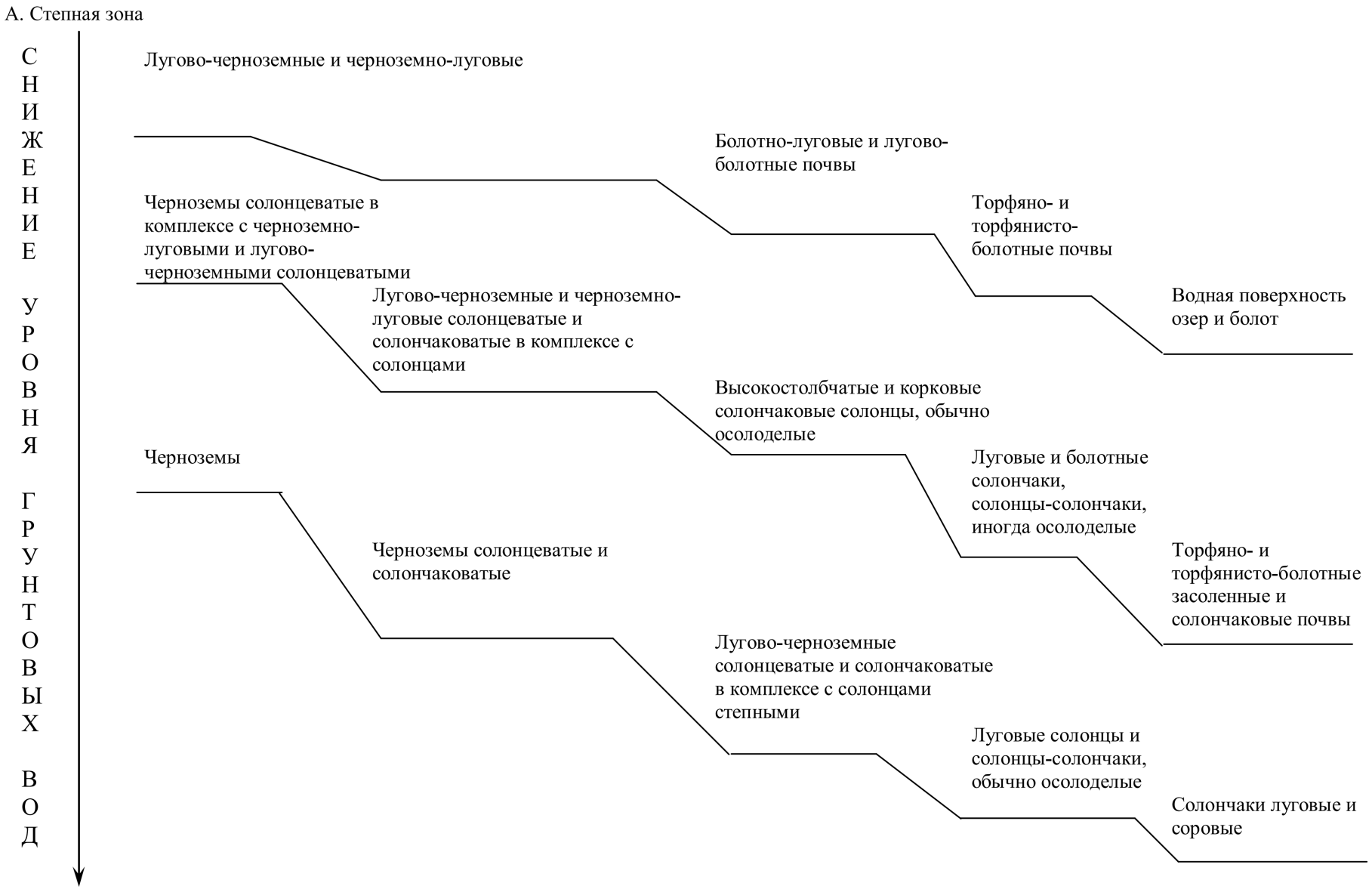


Рис.55. Обобщенные схемы эволюции педокатен обсыхающих водно-аккумулятивных равнин (начало)

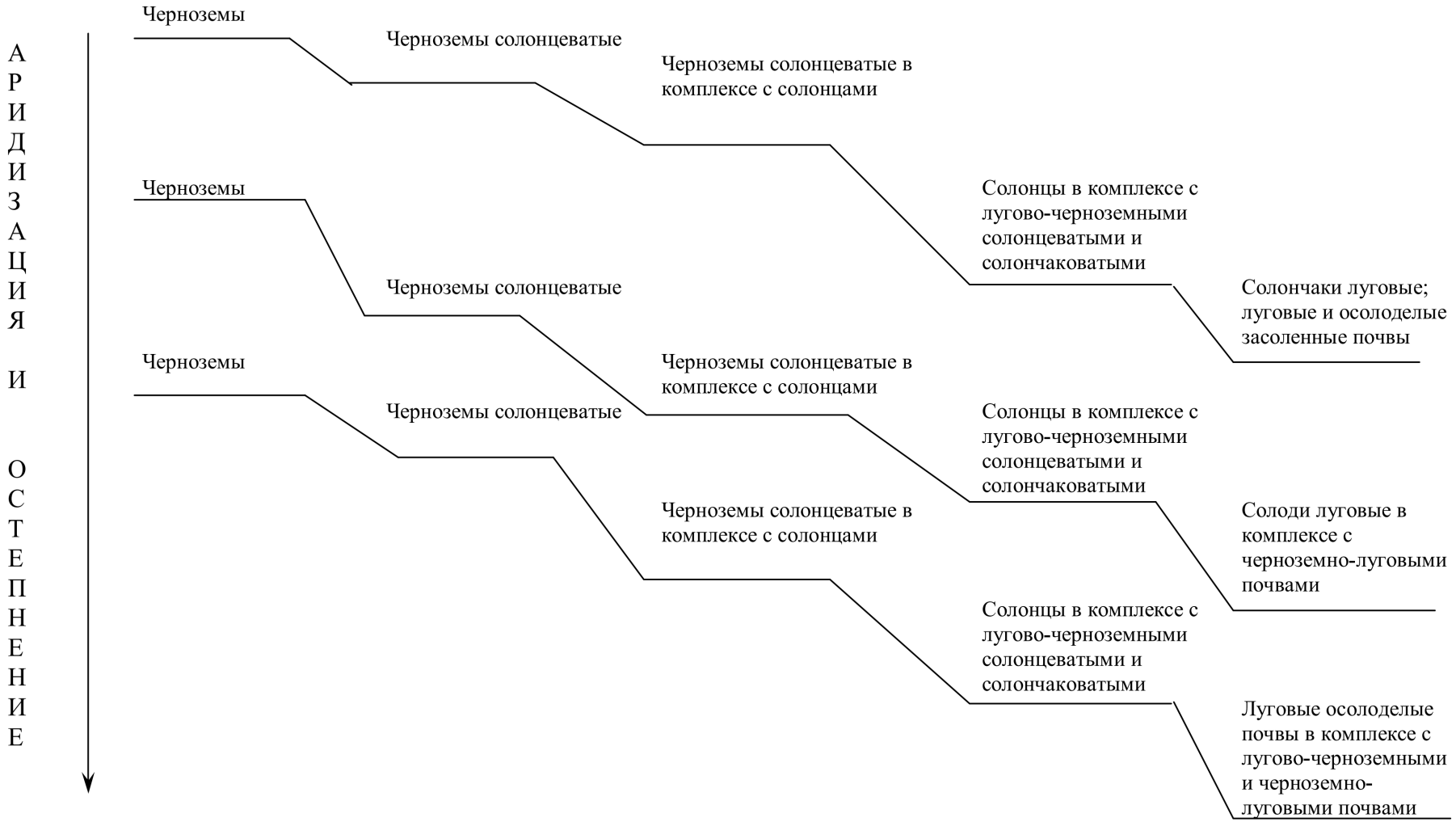


Рис.55. Обобщенные схемы эволюции педокатен обсыхающих водно-аккумулятивных равнин (продолжение)

Б. Пустынная зона

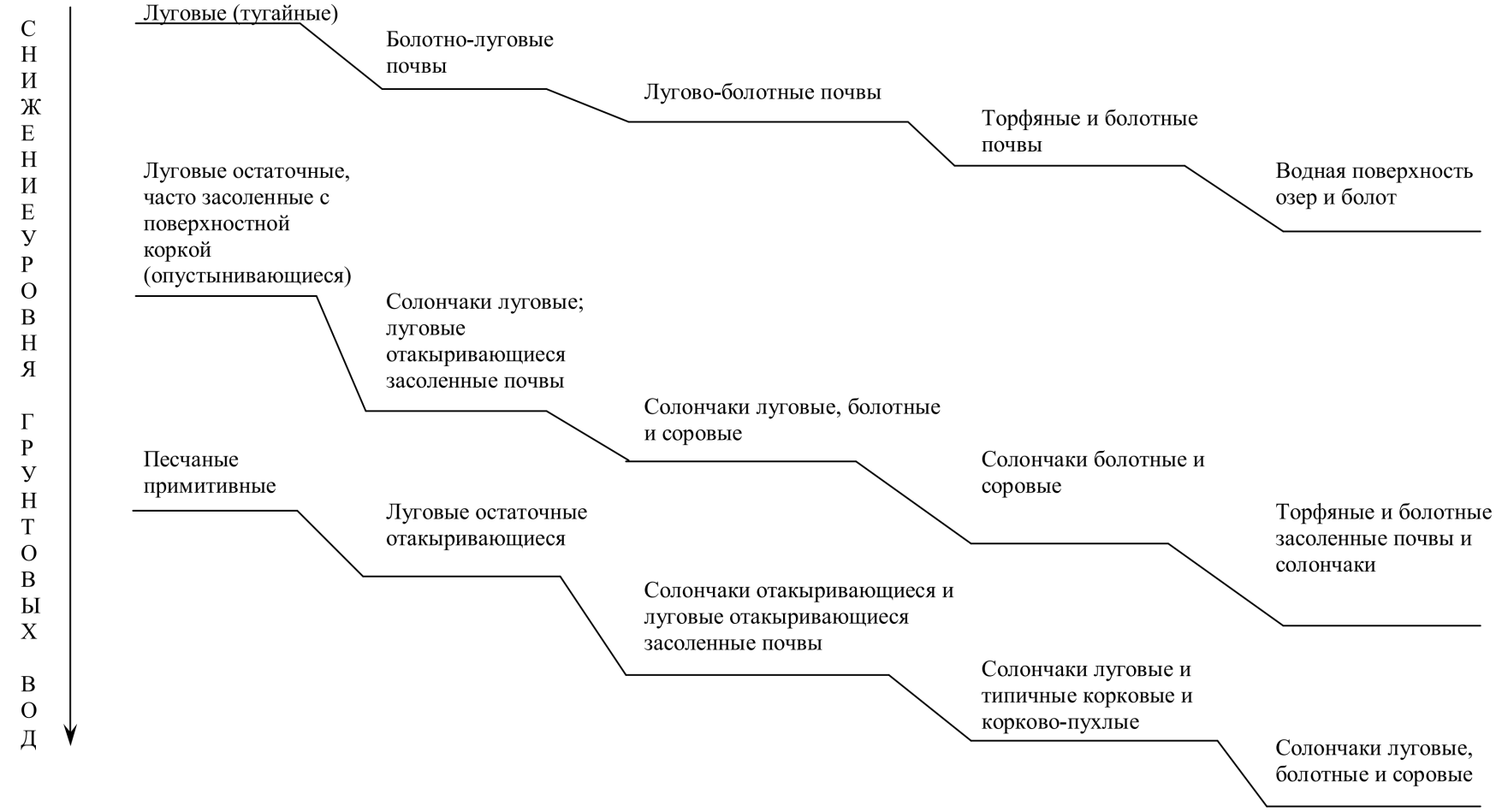


Рис.55. Обобщенные схемы эволюции педокатен обсыхающих водно-аккумулятивных равнин (продолжение)



Рис.55. Обобщенные схемы эволюции педокатен обсыхающих водно-аккумулятивных равнин (окончание)

Необходимо отметить, что с учетом различий в характерных временах, требуемых для прохождения каждого из этапов эволюции педокатен и отдельных почвенных ареалов в степной, сухостепной, полупустынной и пустынной зонах, закономерности этой эволюции настолько сходны, что позволяют практически для каждого из наблюдаемых в данный момент времени состояний педокатен в какой-либо из зон найти аналогичное сочетание почв в другой почвенно-климатической зоне. В приведенной ниже таблице перечислены аналоги почв, соответствующих одним и тем же этапам эволюции в разных климатических зонах (табл.22).

Как видно из таблицы, для ряда названий почв степной, сухостепной и полупустынной зон нет таксономически равнозначных аналогов пустынной зоны , поэтому, в частности, приходится сводить к названиям “отакыривающиеся”, “отакыренные”, “такыровидные” почвы, имеющие проявления как солонцеватости, так и осолодения.

Это, на наш взгляд, связано с тем, что изученность процессов, происходящих в почвах более северных зон, значительно выше, что и нашло отражение в классификации и номенклатуре. (Вместе с тем, на наш взгляд, на данном этапе такое сведение вполне оправдано, поскольку, как известно, в природе процессы осолодения и осолонцевания существуют всегда неразрывно, проявляясь в той или иной степени в зависимости от конкретных условий водно-солевого режима.) То же обстоятельство, очевидно, обусловливает и необходимость сведения как солонцов, так и в различной степени солонцеватых почв к такыровидным и такырам. В данном случае это связано с отсутствием специальных шкал разделения почв по степени “отакыренности”, и большой несогласованностью в названиях различных “такыровидных”, “отакыренных”, “такыровых”, “такырных” почв. В связи с этим, как отмечалось выше, мы позволили себе ограничиться названием “отакыривающиеся” (на уровне рода) для обозначения слабых морфологических признаков “такыровидности”, названием “отакыренные” (на уровне подтипа) для обозначения умеренных признаков, и названием “такыровидные” (на уровне типа) для обозначения хорошо выраженных признаков. Названию “такыры” (на уровне типа, или — в других классификациях — подтипа) соответствует максимальная степень выраженности морфологических признаков отакыривания.

К целесообразности проведения корреляций между такыровидными почвами и такырами — с одной стороны, и солонцеватыми почвами и солонцами или солодями — с другой, нас подталкивает и анализ доли участия солонцов и солонцеватых почв в почвенном покрове различных почвенно-климатических зон. Анализируя различные карты и сводки по состоянию почвенного покрова [Ковда (1950), Почвы Кулундинской степи (1967), Тюменцев и Попов (1975) и др.], относящиеся к территориям водно-аккумулятивного генезиса, нетрудно заметить, что в направлении усиления аридности макроклимата в ряду черноземы — каштановые почвы — бурые полупустынные почвы, доля солонцеватых почв и солонцов прогрессивно возрастает. Продолжая этот ряд, логично предположить, что и в зоне, соответствующей серо-бурым пустынным почвам, солонцеватые почвы и солонцы должны быть распространены в еще большей степени, чем в более северных зонах.

Таблица 22. Географически замещающие аналоги почв эволюционного ряда остепняющихся и опустынивающихся водно-аккумулятивных равнин в разных почвенно-климатических зонах.

Степная зона	**Сухостепная зона**	**Полупустынная зона**	**Пустынная зона**
		Гидроморфная стадия .	
Торфяно- и торфянисто-болотные	Торфяно- и торфянисто-болотные	Торфяно- и торфянисто-болотные	Торфяно- и торфянисто-болотные
Болотные	Болотные	Болотные	Болотные
Лугово-болотные	Лугово-болотные	Лугово-болотные	Лугово-болотные
Болотно-луговые	Болотно-луговые	Болотно-луговые	Болотно-луговые
Луговые	Луговые	Луговые	Луговые
Болотные солончаковатые	Болотные солончаковатые	Болотные солончаковатые	Болотные солончаковатые
Луговые солончаковатые	Луговые солончаковатые	Луговые солончаковатые	Луговые солончаковатые
Солончаки гидроморфные (болотные, луговые, типичные и др.)	Солончаки гидроморфные (болотные, луговые, типичные и др.)	Солончаки гидроморфные (болотные, луговые, типичные и др.)	Солончаки гидроморфные (болотные, луговые, типичные и др.)
Болотные осолоделые	Болотные осолоделые	Болотные осолоделые и болотные отакыривающиеся	Болотные отакыривающиеся
Черноземно-луговые солонцеватые	Каштаново-луговые солонцеватые	Луговые солонцеватые	Луговые отакыривающиеся
Солончаки-солонцы	Солончаки-солонцы	Солончаки-солонцы и солончаки отакыривающиеся	Солончаки отакыривающиеся
		Полугидроморфная стадия	
Лугово-черноземные луговые	Лугово-каштановые	Лугово-бурые полупустынные	Луговые отакыренные Такыровидные остаточно-
Лугово-черноземные солонцеватые луговые	Лугово-каштановые солонцеватые	Лугово-бурые полупустын-ные солонцеватые	Луговые отакыренные Такыровидные остаточно-
Лугово-черноземные со-лонцевато-солончаковатые	Лугово-каштановые со-лонцевато-солончаковатые	Лугово-бурые полупустынные солонцевато-солончаковатые	Луговые отакыренные засоленные (солончаковатые)
Луговые осолоделые луговые	Луговые осолоделые	Луговые осолоделые	Луговые отакыренные, Такыровидные остаточно-
Солоди луговые ойтач-	Солоди луговые	Солоди луговые (иногда - такыровидные)	Такыры осолоделые, такыры ные и луговые отакыренные
Солончаки-солонцы (солончаки солонцеватые, солончаковые солонцы)	Солончаки-солонцы (солончаки солонцеватые, солончаковые солонцы)	Солончаки-солонцы (солончаки солонцеватые, солончаковые солонцы)	Солончаки отакыренные, такыровидные остаточно-солончаковые
Солонцы полугидроморфные отакыренные, болотные, луговые)	Солонцы полугидроморфные	Солонцы полугидроморфные	Болотные и луговые (такыровидные остаточно- такыровидные остаточно-
		Автоморфная стадия	
Черноземы обыкновенные, южные	Каштановые почвы	Бурые полупустынные почвы	Серо-бурые пустынные почвы
Дерновые примитивные чер-ноземовидные на легких отложениях	Дерновые примитивные каштановидные на легких отложениях	Песчаные пустынные, дер-новые примитивные на легких отложениях	Песчаные пустынные, песчаные примитивные почвы
Черноземы солонцеватые (такыровые,	Каштановые солонцеватые	Бурые полупустынные солонцеватые	Такыровидные почвы такырные, примитивные серо-бурые остаточно-такыровые)
Солонцы степные	Солонцы степные	Солонцы степные	Такыровидные и такыры

Вместе с тем, в пустынной зоне отмечаемая прогрессия внезапно резко нарушается, а в почвенном покрове появляются неизвестные в более северных регионах такыровидные почвы и такыры. Если же рассматривать солонцеватые почвы и такыровидные почвы как аналогичные, коррелирующие в эволюционном плане объекты, то постепенное увеличение в составе почвенного покрова этих почв, свойственных начальной фазе этапа конвергенции почвообразования на обсыхающих водно-аккумулятивных равнинах, можно рассматривать как единую природную закономерность, свойственную всем засушливым регионам.

Здесь мы подошли к вопросу, поднимавшемуся нами выше, а именно, о причинах столь широкого распространения такыров и такыровидных почв в пустынях и сравнительно незначительных площадях, занятых зональными серо-бурыми пустынными почвами.

Известно, что распространенная точка зрения на серо-бурые почвы как на зональные климаксные почвы не является единственной. Рыжов (1967) считает, что эта роль в пустыне принадлежит такыровым (такыровидным) почвам, и в известной мере Кимберг (1974) разделяет этот подход. Степанов (1968, 1975), основываясь на том, что серо-бурые почвы не отвечают современным гидротермическим условиям в области распространения этих почв, а также на том, что среди почв, формирующихся в аридных условиях в течение 2-3 тысяч лет нет серо-бурых почв, считает эти почвы реликтом предшествующих более влажных эпох.

В принципе признавая правомочность этой точки зрения, мы, однако, считаем, что с позиций нашей гипотезы о корреляции направлений эволюции почв и почвенного покрова можно иначе подойти к объяснению происхождения серо-бурых почв. На наш взгляд, указанные авторы допускали определенную логическую неточность, основываясь только на том, что “такырный процесс довлеет над всей пустыней”, проявляясь практически во всех почвах в виде коркуемости, трещиноватости, а также на том, что отакыривание является основной тенденцией эволюции почв при их обсыхании в пустынных условиях. Недостаток их утверждений, по всей видимости, вызван тем, что они не принимали во внимание воздействие такого мощного фактора почвообразования, как **время** , и основывались только на признаках “распространенности” тех или иных почв. Следуя этой логике, можно было бы рассматривать солонцеватые почвы и солонцы в качестве зональных, по крайней мере для полупустынной зоны, где они имеют чрезвычайно широкое распространение.

Вместе с тем действие фактора времени на почвообразование обсыхающих водно-аккумулятивных равнин сказывается в том, что в условиях разного макроклимата характерное время, требуемое для прохождения тех или иных стадий почвообразования, существенно различно. Основываясь на данных разнообразных геологических, археологических, палеогеографических, и палеопедологических исследований [Андрианов (1991), Вайнберг (1991), Величко с соавт.(1986), Геннадиев (1986, 1989, 1990), Демкин с соавт (1986, 1992), Иванов с соавт. (1986, 1992), Песочина (1988), Хотинский (1991), Ягодин (1984) и др.], нами сделана попытка в первом приближении охарактеризовать периоды времени, необходимые для прохождения полного эволюционного цикла остепняющихся и опустынивающихся почв водно-аккумулятивных равнин (табл.23).

Как видно из таблицы, эволюция почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин в разных почвенно-климатических зонах существенно различается по характерным временам протекания начальных и конечных стадий.

В пустынных областях гидроморфная и полугидроморфная стадии, заканчивающиеся образованием такыровидных почв как на повышениях, так и в понижениях рельефа, протекает относительно быстро, а автоморфная стадия растягивается на десятки и даже сотни тысяч лет. Иначе — в сухо-степных и, особенно, в степных областях: период формирования автоморфных зональных почв на повышенных элементах рельефа в целом существенно короче и сопоставим со временем прохождения гидроморфной и полугидроморфной стадий почвами понижений рельефа.

Различия в скорости достижения автоморфными почвами равновесного с макроклиматом состояния, на наш взгляд, можно в первом приближении объяснить интенсивностью воздействия биологического фактора в ежегодном цикле почвообразования —некоторой условной характеристикой, которую можно было бы охарактеризовать через показатель ежегодного прироста биомассы. Так, согласно Родину и Базилевич (1965) и другим авторам [Бабаев (1986), Жоллыбеков (1991), Левина (1964), Лобова (1960), Николаев (1984), Розанов (1954)], условия макроклимата степных равновесных биогеоценозов позволяют формироваться биомассе в количестве около 140 ц/га в год, в сухостепных условиях ежегодный прирост составляет около 40-45 ц/га, в полупустынях — около 10-15 ц/га, а на такырах, такыровидных и серо-бурых пустынных почвах — всего 0,6-2,8 ц/га (табл.23).

Годичный прирост, на наш взгляд, является тем комплексным показателем, который характеризует потенциальную возможность развития процессов образования гумуса, почвенной структуры, а также позволяет косвенно оценить гидротермический режим почв. Чем благоприятнее гидротермический режим почв, обусловливающий возможность более высокого годичного прироста органической массы, тем интенсивнее протекают основные процессы почвообразования, тем меньше времени требуется для достижения почвой равновесного с макроклиматом состояния.

Таким образом, мы очень близко подошли к ответу на вопрос, почему в условиях аридного климата образование зональных равновесных полноразвитых серо-бурых почв не получает широкого распространения на территориях обсыхающих водно-аккумулятивных равнин.

Исходя из вышеизложенного, это может быть связано с чрезвычайной длительностью образования полноразвитых серо-бурых почв, сопоставимой с геологическими масштабами времени. В течение этого времени весьма вероятна смена экзогенных факторов почвообразования, что приводит к изменению направлений эволюции и появлению иных почвенных разностей. В частности, частота изменения направлений основных русел и фуркаций рек бассейна Аральского моря в Средней Азии такова, что вероятность образования новых водно-аккумулятивных равнин на месте обширных палеогидроморфных равнин, занятых такыровидными почвами и такырами, значительно выше, чем возможность образования на их месте полноразвитых серо-бурых почв. Кроме того, в условиях малых значений годичного прироста и редкой растительности огромную роль начинают приобретать факторы почвообразования, связанные с деятельностью ветра. Если в зоне степей и сухих степей густой растительный покров препятствуют развитию процессов дефляции, то в условиях аридного климата на водно-аккумулятивных равнинах, сложенных слоистыми аллювиальными отложениями, огромные массы песка подвергаются перевеиванию и переотложению и обусловливают развитие нового направления эволюции — опесчанивания такыров. На месте такыров сначала образуются бугристые пески, которые затем преобразуются в кучевые, барханные и грядовые. Это — уже новые

почвообразующие породы, обусловливающие формирование иных — пустынных песчаных почв, которые мы гораздо реже можем встретить на водно-аккумулятивных равнинах более увлажненных областей (за исключением случаев варварской антропогенной нагрузки на почвы, формирующиеся на песчаных отложениях пойм и дельт рек [Болышев (1972), Владимиров и Шиятый (1991), Ковда (1950)]. Здесь пески практически с первых этапов подвергаются закреплению и на них, как и на более тяжелых породах, получают развитие зональные почвы.

Таким образом, помимо того, что в аридных областях требуется значительно больше времени для формирования равновесных с макроклиматом почв, здесь же в период автоморфной стадии эволюции возникает возможность для появления и активного воздействия на эволюцию почв других факторов, не позволяющих достичь окончательного равновесного этапа эволюции обсыхающих водно-аккумулятивных равнин.

В заключение рассмотрим классификационные аспекты обсуждаемой гипотезы о корреляции эволюционных смен почв и почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин.

Не задаваясь специально целью обсуждать здесь достоинства и недостатки действующей на данный момент классификации почв, отметим, что в ней имплицитно уже содержатся элементы выдвигаемой нами гипотезы. И, поскольку существующая генетическая классификация строилась прежде всего на основании учета и обобщения почвенных свойств, отражающих актуальные, современные условия их формирования, то тем интереснее отметить в ней признаки соответствия данной гипотезе, которые можно рассматривать в качестве дополнительного косвенного подтверждения правомерности наших взглядов.

Так, для почв, свойственных исходным стадиям формирования водно-аккумулятивных равнин, (болотных, луговых почв; гидроморфных солончаков), не проводится каких-либо различий на высоком таксономическом уровне, отражающих зональные особенности макроклимата. На данной стадии и в первой фазе эволюции обсыхающих почв таксономические различия на уровне типов и подтипов обусловлены только мезо- и микроклиматическими особенностями. Поэтому в разных макроклиматических зонах почвы этой стадии носят близкие и даже одинаковые названия. Почвы, соответствующие последующим (промежуточным) стадиям эволюции , уже отражают в своих названиях действие зонального макроклиматического фактора на уровне подтипов (солонцы каштановые, черноземные, полупустынные), хотя типовые различия внутри солонцовой группы почв все еще проводятся на основании их мезо- и микроклиматических особенностей (автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные). Для автоморфных же равновесных с макроклиматом почв зональные различия уже являются определяющими при классификации типов почв, при этом их разделение на подтипы также проводится с учетом макроклиматического фактора (5 подтипов черноземов, 3 подтипа каштановых почв).

Таблица 23. Характерные времена почвообразования при эволюции почв обсыхающих водно-аккумулятивных равнин

Климатические зоны	Стадии обсыхания				
	Гидроморфная и полугидроморфная		Автоморфная		Годичный прирост ц/га
	Характерные времена	Характеристика происходящих процессов	Характерные времена	Почвы в автономных позициях рельефа	
Пустыни	Десятки, реже первые сотни лет	На этой стадии происходит, как правило, обсыхание почв, формирующихся как на повышениях, так и в понижениях рельефа. Начало общего рассоления территории. Максимальное засоление - в низинах.	Десятки тысяч лет, реже сотни тысяч	Серо-бурые пустынные	0.8-2.8
Полупустыни	Первые сотни лет, реже- до тысячи	Происходит обсыхание почв повышенных и пониженных элементов рельефа, реже в понижениях сохраняются признаки лугового процесса. Максимальное засоление - в низинах и/или по их периферии	Последние тысячи лет	Бурые полупустынные и светло-каштановые	10-15
Сухие степи	Первые сотни лет, реже-первые тысячи лет	Обсыхают полностью почвы повышений и склонов. В низинах сохраняются признаки лугового и болотного процессов. Максимальное засоление - по периферии понижений	Несколько тысяч лет	Каштановые и светло-каштановые	40-45
Степи	Последние сотни и первые тысячи лет	Обсыхают почвы повышений. В низинах и на низменных равнинах, а иногда и на склонах сохраняются озера, болота и признаки лугового и болотного процессов даже, когда на повышениях уже сформировались равновесные зональные почвы. Максимальное засоление - в нижних частях склонов и по периферии низменных равнин и низин	Первые несколько тысяч лет, реже - последние сотни лет	Черноземы южные и обыкновенные	135-140

Таким образом, уже в классификации содержится подход, позволяющий проследить единство условий почвообразования изменяющихся ландшафтов при смене определяющего воздействия локальных и региональных мезо- и микроклиматических особенностей на зональные макроклиматические. Вместе с тем, как показывает даже беглый анализ существующей классификации, этот подход не всегда прослеживается до конца. Так, до сих пор дискуссионным остается вопрос о таксономическом отнесении такыров, такыровидных и такыровых почв, неясны до конца принципы подтипового и родового разделения серо-бурых пустынных и бурых полупустынных почв. Думается, что изложенная гипотеза о зональной корреляции направлений эволюции почв обсыхающих территорий может быть использована в качестве инструмента для приведения существующей классификации почв в стройную систему, а именно, путем распространения отработанных принципов классификации почв степной и сухостепной зоны на генетически аналогичные почвы пустынных территорий.

Помимо решения классификационных проблем, проведение аналогий между тенденциями эволюции почвенного покрова обсыхающих водно-аккумулятивных равнин разных почвенно-климатических зон, позволяет применять знание общих закономерностей в практике прогноза состояния почвенного покрова, особенно для территорий, находящихся на первых стадиях обсыхания, или перспективных с точки зрения проведения различных водохозяйственных мероприятий.

На основании изложенного выше можно заключить, что основные положения выдвинутой гипотезы о зональной корреляции постгидроморфной эволюции почв и почвенного покрова засушливых территорий заключаются в следующем:

1. Общность набора и различие соотношений комплекса почвообразовательных процессов, сопровождающих изменения почв и почвенного покрова при обсыхании водноаккумулятивных равнин в условиях аридизации.

2. Корреляция явлений гетерогенизации почвенного покрова на начальных стадиях эволюции и гомогенизации — на конечных стадиях эволюции в разных почвенно-климатических зонах и подзонах.

3. Корреляция генетических рядов постгидроморфной эволюции почв засушливых территорий.

4. Различие в характерных временах почвообразования, требующихся как для прохождения отдельных стадий эволюции, так и для достижения климатогенного климакса.

Таким образом, особенности корреляции явлений постгидроморфной эволюции почв и почвенного покрова засушливых территорий России дали нам основание, несмотря на недостаточную проработку вопросов, связанных с возможной корреляцией аналогичных явлений в развитии ландшафтов в целом, начать работу по адаптации разработанного эколого-генетического подхода для оценки и картографирования опустынивания в целом для засушливых территорий РФ.

КАРТА ОПУСТЫНИВАНИЯ/ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РОССИИ (1:2500000)

ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация традиционно считается страной, не испытывающей крупных проблем, связанных с опустыниванием. Этот традиционный взгляд, связанный в первую очередь с представлением о России как северной стране, а также - стране с относительно небольшой долей засушливых территорий, к большому сожалению, приводил и приводит до сих пор к тому, что проблеме опустынивания, являющейся одной из актуальнейших в современном мире, в России почти не придается существенного значения. Традиционно в бывшем СССР исследование опустынивания было прерогативой республик Средней Азии и Казахстана, хотя многие из ученых, работавших по данной проблематике, в настоящее время являются гражданами России. Сложилась ситуация, что Россия, располагая огромным научным и производственным потенциалом и опытом в области оценки опустынивания и борьбы с ним, практически не использует эти возможности не только для решения глобальных задач, но также и для решения национальных проблем. Показательным в этом отношении является следующий пример. Если в Государственном докладе Госкомзема о состоянии и использовании земель РФ за 1994 и 1995 годы проблеме опустынивания еще уделялось кое-какое внимание на уровне оценки региональных ситуаций, то в последнем докладе (за 1996 год) об опустынивании уже речи не ведется. Создается впечатление, что всего за прошедшие 2-3 года все 17 субъектов РФ, затронутых в разной степени воздействием опустынивания, успешно справились с этой проблемой. Вместе с тем, это далеко не так.

Для ликвидации “белых пятен” в области оценки опустынивания в России группой сотрудников МГУ им. М.В.Ломоносова еще в 1993 году по инициативе советника Исполнительного директора ЮНЕП Бориса Георгиевича Розанова (к сожалению, ушедшего из жизни) была начата работа по картографической оценке состояния опустынивания РФ. Для этого к 1992-93 годам сложились несколько благоприятных обстоятельств. Во-первых, в 1988 году под ред. Владимира Марковича Фридланда вышла фундаментальная работа “Почвенная карта РСФСР”, во-вторых, в общих чертах была закончена работа по глобальной оценке деградации почв (GLASOD), в третьих, форум в Рио-де-Жанейро (UNCED) принял известный документ Повестка дня 21 века (Agenda 21), включающем в себя главу 12, посвященную вопросам борьбы с опустыниванием и засухами и давшую старт разработке Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием. И наконец, в-четвертых, российскими учеными была разработана комплексная относительная простая и не требующая длительных наблюдений методика оценки и картографирования опустынивания, созданная в ключе методологии GLASOD, и впервые опробованная для целей крупнорегиональной оценки и среднемасштабного картографирования опустынивания в Приаралье (изложению и обоснованию которой посвящены предыдущие разделы этой работы)

Составление карты опустынивания Российской Федерации в целом по разработанной на примере Приаралья методике оценки и картографирования опустынивания – чрезвычайно сложная задача, так как требует учета следующих обстоятельств:

- многообразие генетически различных природных комплексов и большой набор генетически однородных типов территорий, испытывающих в настоящее время различные тренды естественной эволюции;
- многообразие типов и видов землепользования на исследуемой территории;
- накладывающиеся тренды современных изменений климата
- различная степень пространственной неоднородности природных систем, требующая применения разных масштабов для картографической оценки;
- значительная распаханность территории, не позволяющая в должной мере использовать индикаторы состояния естественной растительности (динамические ряды);
- неравномерное покрытие исследуемой территории материалами дистанционной съемки (различия в сезонах, способах получения изображений, неоднородность по годам);
- неравномерная изученность состояния и динамики природных.комплексов исследуемой территории, а также их компонентов (почв, растительности, рельефа, поверхностных и грунтовых вод).

Принимая во внимание указанные обстоятельства, на первом этапе составления карты опустынивания Российской Федерации нами проводилась оценка и анализ в основном “почвенной составляющей” явления опустынивания. Ни в коем случае не умаляя необходимости комплексного системного анализа опустынивания, мы сочли возможным на стартовой стадии проведения этой работы относительно незначительное внимание уделять “растительной” и “климатической” и “геоморфологической” составляющим. Этому есть определенное объяснение (как по формальным, так и по объективным причинам).

Во-первых, как нетрудно заметить из основного международного документа по борьбе с опустыниванием (Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, 1996), почвы и почвенный покров являются одним из приоритетных объектов при оценке комплексного явления деградации земель, а процессы деградации почв и почвенного покрова являются определяющими и ведущими процессами явления опустынивания.
Напомним, что, согласно КБО, “опустынивание” означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека. “Земля” означает зеленую биопродуктивную систему, включающую в себя почву, воду, растительность, прочую биомассу, а также экологические и гидрологические процессы, происходящие внутри системы. “Деградация земель” означает снижение или потерю биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и структурами расселения, таких как: 1) ветровая и/или водная эрозия; 2) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; 3) долгосрочная потеря естественного растительного покрова.

Во-вторых (что является менее формальным объяснением), значительная часть засушливых территорий России используется в сельском хозяйстве и лишена естественной растительности, что не позволяет в полной мере использовать растительные критерии и индикаторы для целей оценки опустынивания. Нет также полной ясности с состоянием климата на исследуемой территории. Прогнозы изменения

климата пока во многом оказываются противоречивыми, что позволило нам на данном этапе работы принять допущение о неизменности климата в засушливых зонах страны.

В третьих, на примере проработки одной только почвенной составляющей явления опустынивания для такой огромной территории как Россия можно отработать базовые подходы и в дальнейшем использовать результаты этой работы при более детальной оценке опустынивания с использованием полного набора критериев и индикаторов.

В четвертых, даже при проработке только “почвенной составляющей” параметры состояния рельефа, гидрологии, культурной и естественной растительности использовались как при анализе причин опустынивания, так и при оценке и анализе главных направлений опустынивания.

СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ОПУСТЫНИВАНИЯ В РОССИИ И СССР.

Состояние земель засушливых территорий России (общая оценка актуальности исследований по оценке опустынивания в России)*.

Оценки последних лет, содержащиеся в Государственных докладах Госкомзема и Госкомэкологии России, показывают, что в настоящее время около половины территории России страдает от периодических или спорадических засух. Наблюдается устойчивая тенденция роста земель с неблагоприятной мелиоративной обстановкой и снижения их продуктивности. В России к опасным и потенциально опасным в отношении опустынивания регионам относятся полностью земли таких субъектов Российской Федерации как Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, а также отдельные регионы Воронежской, Курской, Саратовской, Самарской, Оренбургской, Белгородской, Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской, Читинской областей, Краснодарского, Ставропольского, Алтайского и Красноярского краев, Республик Дагестан, Башкортостан, Хакасия, Тыва, Бурятия, Чечня, Ингушетия.

Практически для всех перечисленных субъектов Российской Федерации характерны такие неблагоприятные процессы (в том числе, связанные с деятельностью человека и структурами расселения) как: ветровая и водная эрозия почв, ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв, долгосрочная потеря естественного растительного покрова. Проблема опустынивания в Российской Федерации многогранна, и связана не только с сугубо экологическими, но и во многом с экономическими и социальными причинами и следствиями деградации земель, снижения и потери их биологической и экономической продуктивности. Несмотря на относительно небольшую долю земель, подверженных воздействию различных форм и причин опустынивания в России (примерно 7% от общей площади Российской Федерации), здесь проживает около 50 % населения страны, производится более 70 % сельскохозяйственной продукции.

---

* Материалы этой главы легли в основу составления "Обоснования необходимости решения программным методом на федеральном уровне проблемы борьбы с опустыниванием земель, предотвращения последствий засух и снижения их влияния на устойчивое развитие засушливых регионов России", подготовленного межведомственной рабочей группой по заданию Госкомэкологии РФ в 1999 году.

Анализ статистических данных и наблюдений на стационарных объектах показал, что наибольший прирост опустыненных территорий в Российской Федерации произошел за счет деградации сельскохозяйственных угодий в аридном поясе в течение последних 30 лет. Беспрецедентными для России и в целом Европы по территориальному охвату, эскалации и тяжести социально-экономических последствий оказались темпы опустынивания Черных земель и Кизлярских пастбищ в российской части Прикаспия, когда за период 1976 - 1986 гг. появилась антропогенная пустыня на площади около 1 млн.га, исчезли с карты Республики Калмыкия 15 населенных пунктов. В 1960-1980 гг. в России возникли и другие ареалы агроэкологической напряженности: массивы скальпированных пастбищ, эродированной и дефлированной пашни на Северном Кавказе, в Поволжье, на Алтае и в Сибири, вторично засоленные и подтопленные орошаемые земли в низовьях рек Волги, Дона, Кубани, Терека и ряд других нарушенных неадаптированной антропогенной нагрузкой территорий.

В Белгородской, Воронежской, Ростовской, Волгоградской, Астраханской, Самарской, Оренбургской и Новосибирской областях, Республиках Чечне, Ингушетии опустыниванием слабой, средней и сильной степени затронуто 25 - 50 %, в Республиках Калмыкии и Дагестане - более 75 % угодий. В отмеченных регионах среднегодовой недобор сельскохозяйственной продукции из-за снижения плодородия пашни, сенокосов и пастбищ в результате опустынивания составляет в зерновом эквиваленте 55,8 ц кормовых единиц, а всего в засушливых зонах по этой причине не добирается ежегодно около 70 млн. ц кормовых единиц - от 0,6 (Челябинская область) до 12,7 (Республика Калмыкия) ц кормовых единиц на сельского жителя.

В засушливых районах сильные засухи провоцируют, поддерживают и ускоряют деградацию земель, вызванную перегрузкой пастбищ и нарушениями в режиме эксплуатации пахотных угодий. На территориях, затронутых опустыниванием, усиливается чувствительность сельскохозяйственного производства к меняющимся метеорологическим условиям, возникает риск хозяйственных неудач, обостряется социально-экономическая обстановка. В ряде районов увеличилась частота и интенсивность экстремальных метеорологических явлений, начали отчетливо прослеживаться признаки изменения климата в сторону аридизации, провоцирующие дальнейший рост опасности опустынивания и усиливающие эффект "цепной реакции" при развитии процессов опустынивания.

В результате опустынивания территорий создается множество социальных и демографических проблем не только в очагах опустынивания, но и на прилегающих территориях. Кроме процессов, приводящих к деградации и сокращению продуктивных почвенных и растительных ресурсов, во многих случаях наблюдаются неблагоприятные для жизни и здоровья людей изменения основных сред жизнеобеспечения: качества питьевых вод (увеличение засоленности, содержания токсических веществ), воздуха (учащение пыльных бурь). В ряде регионов отмечаются тенденции ухудшения социальных и медико-санитарных параметров, проявляющиеся в росте числа заболеваний органов дыхания, пищеварения, мочеполовой системы, в усилении оттока трудовых ресурсов, снижении рождаемости, в снижении уровня жизни населения. Последствия опустынивания негативно сказываются на судьбах населения в нескольких поколениях: снижается рождаемость и естественный прирост населения, возрастает смертность. Особенно заметно воздействие на здоровье детей.

На опустыненных территориях резко ухудшается медико-биологическая и медико-географическая обстановка. Наиболее типичной картиной в настоящее время в аридных районах Республик Бурятии, Тывы и Калмыкии является изменение водно-солевого

баланса человека за счет пульверизации солевых и пылевых частиц с солесодержащих почво-грунтов и резкий рост в последние десятилетия заболеваний опорно-двигательных систем. С другой стороны, за счет увеличения запыленности воздуха обостряется ситуация с онкологией дыхательных путей. Как показывает статистика, количество пыльных бурь в южных районах Сибири (Республики Тыва, Бурятия) увеличивается. Пропорционально увеличивается и число заболеваний раком вследствие этих бурь. Ухудшение качества питьевой воды, являющееся важнейшим негативным показателем опустынивания, особенно в орошаемых районах Поволжья и Краснодарского края, за счет применения ядохимикатов и повышения минерализации вод приводит к увеличению частоты случаев возникновения рака пищевой и мочеполовой системы.

В ряде регионов аридной зоны России, особенно сильно подверженных опустыниванию, отмечается миграционный отток трудоспособного населения. Материальный экономический ущерб, причиняемый опустыниванием, огромен. К числу основных потерь экономического характера, связанных с этим явлением, относятся:

- потери валовой растениеводческой и животноводческой сельскохозяйственной продукции,
- снижение объемов промышленного производства, ориентированного на сельскохозяйственное сырье,
- снижение реальных доходов и жизненного уровня населения,
- увеличение капиталовложений и затрат на единицу продукции,
- затраты на проведение восстановительных и охранных работ,
- количественные и качественные потери природных ресурсов (почвы, запасы питьевой воды),
- затраты на поддержание условий жизнеобеспечения (жилье, здравоохранение, очистка питьевой воды, транспорт, населенные пункты и др.),
- компенсации по безработице в результате сокращения производства и высвобождения трудовых ресурсов.

По предварительным экономическим подсчетам следует, что при существующих темпах сокращения продуктивных пастбищных и пахотных земель на засушливых территориях России (по разным оценкам от 100 до 300 тыс.га в год) минимальные ежегодные потери только от ухудшения качества земельных ресурсов (без учета потерь сельскохозяйственной продукции, связанной с ней промышленности и прочих компенсационных выплат на восстановительные, социальные и медицинские цели) составляют не менее 40-50 млн. долларов США ежегодно. Интегральный же эколого-экономический ущерб от опустынивания сельскохозяйственных угодий аридного пояса России по экспертной оценке составляет в денежном эквиваленте в среднем не менее чем 0,7-1,0 млрд. долларов США в год на протяжении последних 15-20 лет.

Главными естественными предпосылками для развития опустынивания на территории России является хрупкость природных систем, расположенных в засушливых регионах, их высокая подверженность разного рода антропогенным воздействиям.

К числу основных природных рискообразующих параметров относятся: засушливость климата (относительно малое количество осадков при относительно высокой обеспеченности теплом); геохимическая бессточность территорий, обусловливающая повышенную минерализацию поверхностных и грунтовых вод, а также высокую долю засоленных и солонцеватых почв в почвенном покрове; низкая биологическая продуктивность естественных фитоценозов; высокая ветровая

активность. Превышение человеком в своей хозяйственной деятельности допустимых пределов нагрузки на земли засушливых территорий, истощительное и нерациональное использование почвенных, водных и растительных ресурсов приводит к тому, что на значительных территориях, предрасположенных к проявлению тех или иных факторов, опустынивание становится актуальным и ведет к снижению биологического и экономического потенциала этих регионов.

К числу главных причин, ведущих в конечном итоге к неблагоприятным экологическим изменениям, относятся следующие:

пастбищная дигрессия, перевыпас и сбой пастбищ, ухудшение состава пастбищной растительности, замена питательных кормов мало- и несъедобными растениями, падение продуктивности пастбищ и сенокосов;

неоправданная распашка легких почв и их последующая дефляция, развитие пыльных бурь, увеличение площади подвижных песков и развитие современных очагов дефляции, падение плодородия почв, в том числе уменьшение содержания гумуса;

неоправданная распашка тяжелых почв и их последующая водная эрозия, развитие оврагов, поверхностный смыв почв;

вторичное засоление и осолонцевание почв в результате неоправданного и неправильного орошения, в особенности без дренажа;

истощение, загрязнение и засоление линз местных вод и иссушение питьевых водоисточников;

падение биологического разнообразия, деградация растительного и животного мира;

вырубка и угнетение ветро- и водозащитной древесной и кустарниковой растительности;

повышение аридности климата, повышение частоты, силы и продолжительности почвенных и атмосферных засух;

затопление и подтопление, засоление и заболачивание почв как следствие неэффективного водного строительства в аридных районах;

техногенное опустынивание под влиянием тяжелого транспорта,

буровые и земляные работы, промышленное и гражданское строительство;

промышленные загрязнения воздуха, почв и вод;

социальная и профессиональная деградация культуры и образования местного сельского населения, забвение традиционных форм и методов хозяйствования, основанных на детальном знании местных условий,

экономическое разорение сельского и промышленного производства, диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию и затрат;

демографический спад.

Несмотря на высокую естественную уязвимость засушливых территорий, они обладают наиболее значительным климатическим потенциалом для получения сельскохозяйственной продукции. Высокие суммы активных температур, продолжительный период вегетации предопределяют роль этих территорий как главных ресурсов сельскохозяйственного производства России. В связи с этим неоспоримы актуальность поддержания их высокого биологического и экономического потенциала, ведение работ по профилактике и борьбе с опустыниванием.

Крайняя актуальность и важность решения проблемы опустынивания и предупреждения последствий засух в Российской Федерации ставят ее в число основных проблем, ограничивающих экологическую, продовольственную и

экономическую безопасность России, создающую социальную напряженность в южных регионах страны.

Несмотря на крупные масштабы явления опустынивания в России, до последнего времени явление опустынивания остается слабо изученным. Отсутствует единая концептуальная оценка природно-антропогенного явления, методология его изучения. Для принятия решений отсутствуют достоверные данные, характеризующие динамику процесса, картографический материал. Ученые, изучающие явление, расходятся в использовании критериев и индикаторов опустынивания, исследования в регионах проводятся разрозненно, получаемая информация не может быть идентифицирована и обобщена, глубина проработки проблемы подчинена сугубо региональным задачам, проблемы опустынивания и борьба с опустыниванием слабо освещаются и в связи с этим не приобрели актуального звучания в целом по России.

Состояние научных исследований по проблеме оценки и картографирования опустынивания в России

В 70-80-е годы в СССР основное внимание к борьбе с опустыниванием было связано со среднеазиатскими регионами. Из числа территорий, входивших в это время в состав России, главное внимание уделялось Республике Калмыкия-Хальмг Тангч, которая уже в 1988 году была объявлена зоной экологического бедствия. В Республике проводились многолетние динамические наблюдения за состоянием земель (Виноградов Б.В., 1987, 1993, 1995,1997, Бананова В.А., 1977, 1987, 1990, 1991, 1992). Вместе с тем, поскольку работы по оценке опустынивания проводились по различным методикам, то результаты зачастую оказывались противоречащими друг другу (Зонн С.В., 1995).

В последнее же время в литературе стали появляться различные работы, посвященные проблемам опустынивания в Саратовской, Оренбургской, Новосибирской областях, Алтайском крае (Виноградов Б.В., 1997), Астраханской области, в Туве и Забайкалье (Глазовский Н.Ф., Орловский Н.С., 1996), в Бурятии (Дамбиев Э.Ц., Тулохонов А.К., 1993) и др.

В связи с этим, заслуживают внимания исследования по деградации почвенного и растительного покровов, изменению состояния природных вод, рельефа и т.д., хотя специальных работ по оценке опустынивания до настоящего времени в этих регионах проведено не было. Во многих областях и районах России проводились и проводятся оценки состояния почвенного покрова и земель в целом. Эти оценки включают в себя учет потерь почв от водной эрозии и дефляции, снижение уровня плодородия почв, динамику вторичного засоления почв на орошаемых и сопредельных территориях и т.п. Но, к сожалению, такие оценки состояния почв проводились не во всех районах РФ. Имеющиеся же данные весьма разрознены по датам и территориям. Вместе с тем, именно эти данные, позволяющие судить о степени и скорости течения процессов засоления, осолонцевания, водной и ветровой эрозии, уплотнения, дегумификации почв и т.д., являются основополагающими при оценке опустынивания.

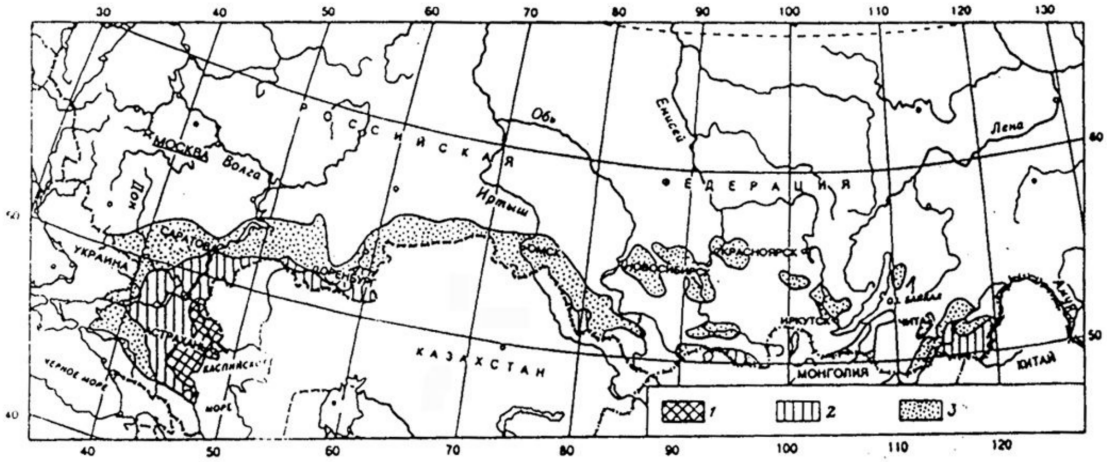


Рис. 56. Распространение аридных биоклиматов в России по индексу сухости М.И.Будыко (по Б.В.Виноградову, 1997). 1 – аридные, 2 – семиаридные, 3 – сухие субгумидные

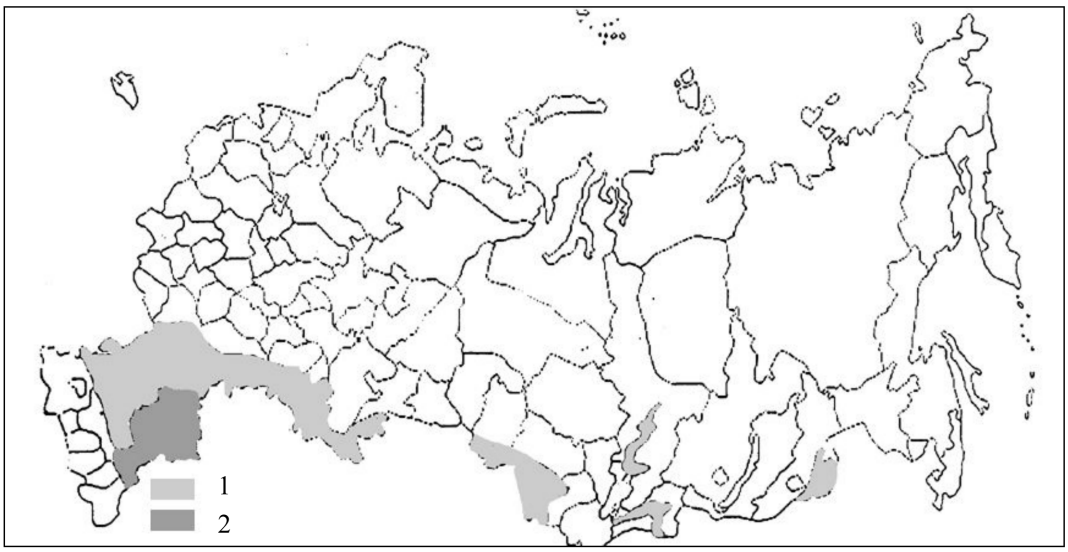


Рис. 57. Территория Российской Федерации, подверженная опустыниванию (по материалам Госдоклада Госкомзема за 1994). 1 – высокая и умеренная степень опустынивания, 2 – потенциальное опустынивание с очагами различной степени

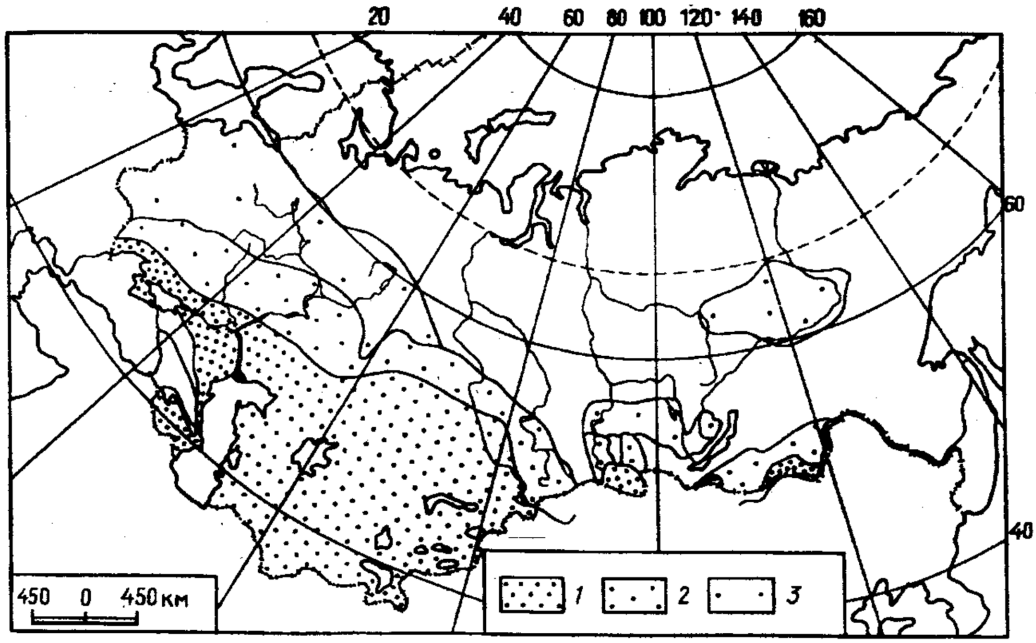


Рис. 57а. Распространение засух, сухие и засушливые регионы на территории бывшего СССР (по Н.Ф.Глазовскому и Н.С.Орловскому, 1996) 1 – регионы с отношением осадков к потенциальной эвапотранспирации < 0.65, 2 - регионы с частотой засух > 25%, 3 - регионы с частотой засух < 25%

Так, важное значение приобретают результаты бонитировочных оценок, представленные в различных работах, которые хотя и не могут быть использованы напрямую для характеристики состояния всего почвенного покрова засушливой зоны России (так как составлены с использованием различных шкал и баллов), но содержат важный базовый материал.

Наиболее полные оценки состояния земель засушливой территории России можно найти в работе Глазовского Н.Ф. и Орловского Н.С. (1996) (рис. 57а). По их оценкам, в России сельскохозяйственные земли в результате водной эрозии нарушены на площади 300 тыс. кв. км, ветровой - на 79 тыс. кв. км. Ежегодно площадь эродированных земель возрастает на 4-5 тыс. кв. км. На площади 7,7 тыс. кв. км происходит вторичное засоление орошаемых земель. Деградация растительного покрова пастбищ лишь в Калмыкии и Астраханской области превышает 60 тыс. кв. км, а в целом захватывают около 700 тыс. кв. км. В период с 1985 по 1990 гг. в Российской Федерации выпало из оборота 70 тыс. кв. км сельхозугодий, в том числе 20 тыс. кв. км пашни.

По данным, представленным в Государственных докладах Госкомзема и Госкомприроды РФ за 1995-96гг, уже 17 субъектов Федерации охвачены процессом опустынивания, что позволяет говорить об усилении этого процесса на территории России. В докладе Госкомзема также была дана схематическая оценка состояния земель России, подверженных опустыниванию (рис. 57).

Все эти данные наглядно характеризуют опасность и основные тенденции развития процессов опустынивания, но вместе с тем, не позволяют оценить масштабов его проявления во всей России и не выявляют основных причин опустынивания/деградации почвенного покрова.

Кроме того, в настоящее время различные ведомства, например, Роскомзем, Минсельхозпрод, Роскомвод и другие представляют весьма разнородную информацию о состоянии территории РФ. Карты и картограммы, отображающие те или иные свойства земель, составляются на различной методической основе. В то же время очевидно, что требования к оценке качества земель и их экологического состояния возрастают, ввиду необходимости как расширения характеристик состояния земель, так и распространения их на всю территорию РФ, что возможно лишь при построении таких оценок на единой адекватной методической основе.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОПУСТЫНИВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (В МАСШТАБЕ 1:2500000)*

Для выполнения поставленной цели по картографической оценке опустынивания решались следующие общие задачи:

1. Адаптация базовой методики оценки и среднемасштабного картографирования опустынивания для целей мелкомасштабного картографирования на основе анализа современных методических подходов.
2. Обоснование выбора объектов исследования аридной, семиаридной и засушливой субгумидной зоны России на первом этапе работ по комплексной картографической оценке опустынивания.
3. Создание банка данных по индикаторам опустынивания.
4. Систематизация параметров опустынивания. Составление Атласа опустынивания РФ.

* Эта и последующие главы, посвященные созданию карты опустынивания РФ, написаны в соавторстве с О.В.Андреевой

5. Подсчет площадей территорий, подверженных опустыниванию/деградации почвенного покрова.

Принципы адаптации методики оценки и картографирования опустынивания для целей составления мелкомасштабных карт опустынивания/деградации почвенного покрова.

Как было показано в предыдущих разделах, базовая методика оценки и картографирования опустынивания разрабатывалась на основе эволюционно-экологической концепции явления опустынивания. Сущность концепции состоит в системном рассмотрении явления опустынивания, при котором наряду с выявлением причин опустынивания и анализом причинно-следственных связей в изменяющихся экосистемах, устанавливается стадиальность сопровождающих опустынивание процессов, а также различия в направлениях и скорости развития откликов разных компонентов опустынивающихся природных систем (почв, растительности, рельефа) на те или иные внешние воздействия. Методика разрабатывалась для целей среднемасштабного картографирования и была реализована при составлении Атласа опустынивания Южного и Восточного Приаралья в масштабе 1:500000.

Как показал пример Приаралья, разработанная методика позволила обобщить обширные сведения об антропогенных воздействиях и естественной эволюции ландшафтов в рассматриваемом регионе, а также оценить последствия этих воздействий. Кроме того, эта методика даля возможность определить связь между антропогенными агентами и природными процессами деградации, что позволило рассматривать различные типы воздействий и выявлять их конечные результаты на различных типах территорий.

Несмотря на универсальность основных положений базовой методики, предварительные попытки провести на ее основе картографирование опустынивания Российской Федерации в целом в масштабе 1:2500000 выявили следующий ряд обстоятельств, не позволивших напрямую использовать эту методику для поставленной цели по составлению карты, и потребовавших ее адаптации.

1. Выбор различных контурных основ и единиц картографирования.

При использовании базовой методики картографической основой служит ландшафтная карта. Однако, единых ландшафтных карт выбранного масштаба (1:2,5 млн) на территорию России, современных моменту начала работ (1992 год), не составлялось. Наиболее подробной картой, изданной в последние годы, и отражающей наибольшее число общеландшафтных особенностей, послужила Почвенная карта РФ в масштабе 1: 2500000, составленная коллективом авторов под редакцией В.М. Фридланда. Учитывая, что при оценке опустынивания приоритетное значение отдается именно почвенным процессам (таким как: водная и ветровая эрозия, засоление и осолонцевание, снижение содержания органического вещества в почвах), мы сочли возможным рассматривать в качестве первого основополагающего этапа работы над картой опустынивания/деградации земель РФ составление карты опустынивания/деградации почвенного покрова РФ.

Таким образом, мы как бы вычленяем “почвенную составляющую” явления опустынивания в качестве “условно” ведущей, используем почвенные контуры в качестве единиц картографирования, но при диагностике деградационных явлений максимально полно учитываем современное состояние и направления изменений других компонентов ландшафтов (растительности, рельефа, поверхностных и грунтовых вод и др.).

2. Сопоставление направлений естественной и антропогенной эволюции почв и ландшафтов при опустынивании.

При использовании базовой методики необходимо учитывать соотношение и взаимные эффекты процессов, сопровождающих естественную и антропогенную эволюции. Такое разделение позволяет учитывать роль человеческой деятельности в явлении опустынивания, прогнозировать течение процессов опустынивания и рекомендовать методы борьбы с ним. Однако, такой анализ возможен только в рамках отдельных генетически однородных типов территорий, испытывающих единые природные тенденции своего современного развития. Так, например, в Приаралье к такого рода типам территорий были отнесены: современные опустынивающиеся дельты рек, древние опустыненные дельты рек, современные пустыни, обсыхающее дно моря, плато Устюрт. В Калмыкии можно выделять следующие типы территорий: Ергенинская возвышенность, Прикаспийская низменность, Долина Маныча.

На предварительных этапах работы нами (Андреева, Куст (1998); Петелин, Куст (1999), Манахова (1997)) была предпринята попытка сопоставить естественную и антропогенную эволюцию почвенного покрова отдельных территорий России (Калмыкия, Ставропольский край, Дагестан, Волгоградская область, Ростовская область). Однако, как показал дальнейший анализ, отражение выявленных тенденций на картах обзорного масштаба затруднительно, так как необходимая при этом генерализация информации приводит к потере наиболее интересных данных.

Кроме того, для территории России в целом в рамках выбранного масштаба проведение детального исследования по выявлению генетически однородных типов территорий с оценкой естественных трендов их эволюции существенно затруднило бы и замедлило получение результатов обзорного характера, поскольку требовало выделения десятков типов территорий, в границах которых только и возможно сопоставление природной и антропогенной эволюции почв и почвенного покрова.

Тем не менее, идея базовой методики о необходимости разделения путей естественной и антропогенной эволюции территорий при мелкомасштабном картографировании опустынивания была реализована косвенным путем - разделением потенциальной опасности развития опустынивания (определяемой естественной историей того или иного региона) и актуальной деградации (обусловленной антропогенно-возбужденными процессами).

3. Выявление и оценка причин опустынивания.

Если для целей среднемасштабного картографирования причина опустынивания анализировалась по таким позициям как:

1) основные и инициируемые;
2) антропогенные агенты и природные процессы;
3) бассейновые, региональные и локальные,

и в дальнейшем были генерализованы в цепи причинно-следственных связей, то при адаптации базовой методики для мелкомасштабного картографирования и для выделения наиболее типичных воздействий для всей аридной зоны России в целом, разделение причин на бассейновые, региональные и локальные не проводилось. Выделение главных цепей причинно-следственных связей было проведено на более генерализованном уровне (см. схемы на рисунках 58-62)

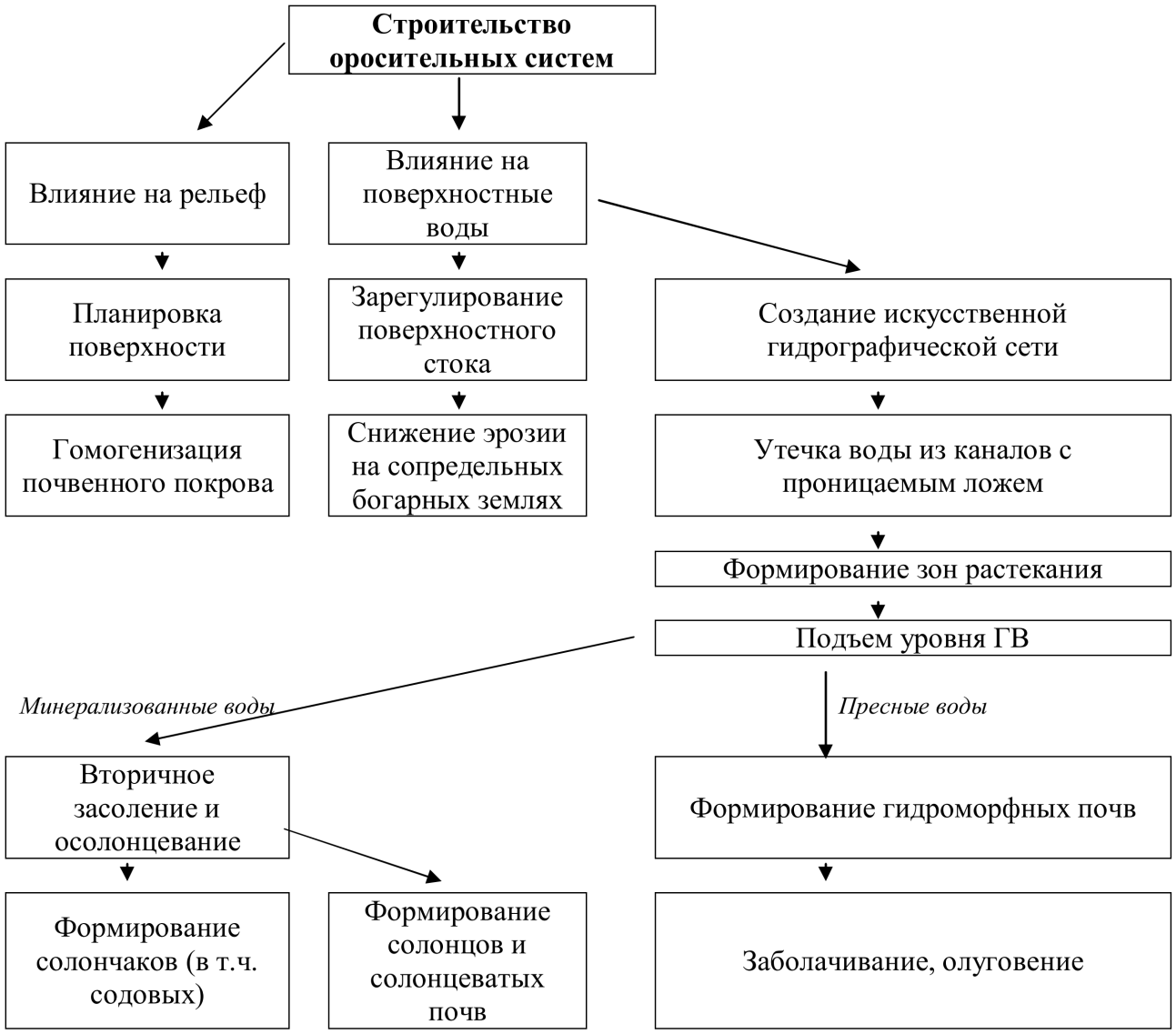


Рис.58. Схема направлений изменения почвенных свойств при строительстве оросительных систем

Из полученных схем были выделены следующие основные причинно-следственные связи - “причины опустынивания”:

1. Направления изменений почвенных свойств при строительстве оросительных систем.
2. Направления изменений почвенных свойств при орошении.
3. Направления изменений почвенных свойств при богарном земледелии.
4. Направления изменений почвенных свойств при отгонном животноводстве.
5. Направления изменений почвенных свойств при техногенном воздействии.

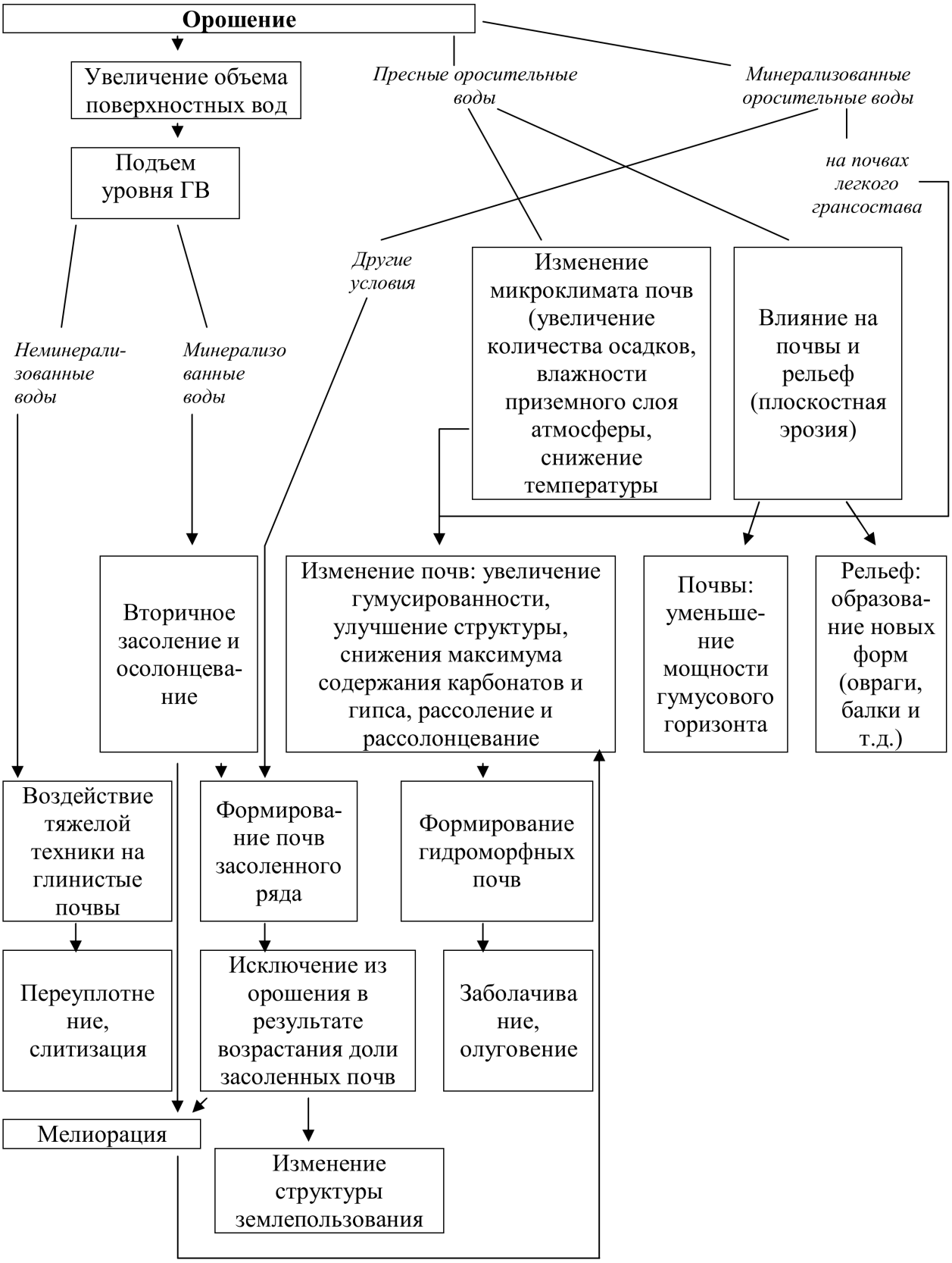


Рис.59. Схема направлений изменения почвенных свойств при орошении

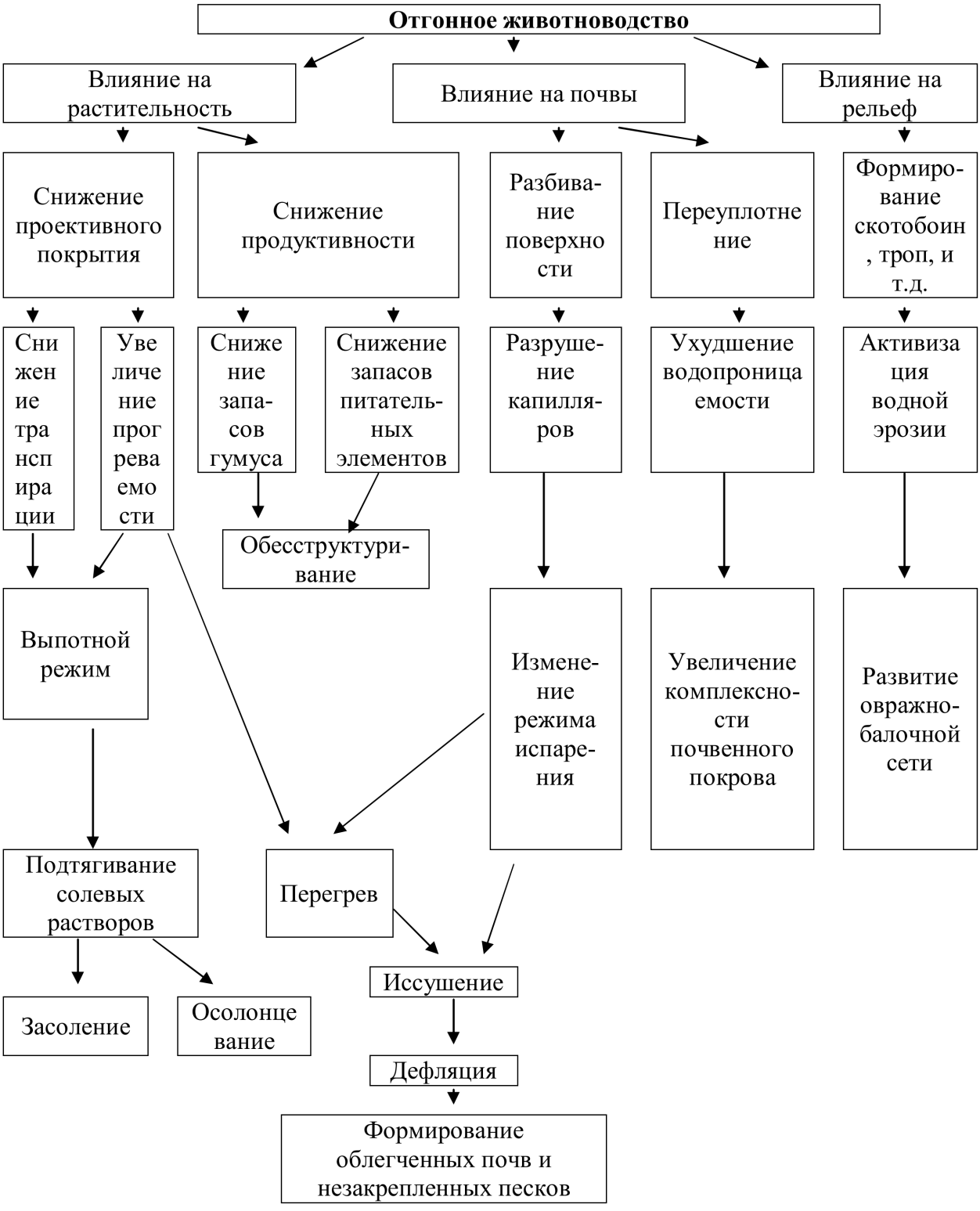


Рис.60. Схема направлений изменения почвенных свойств при отгонном животноводстве

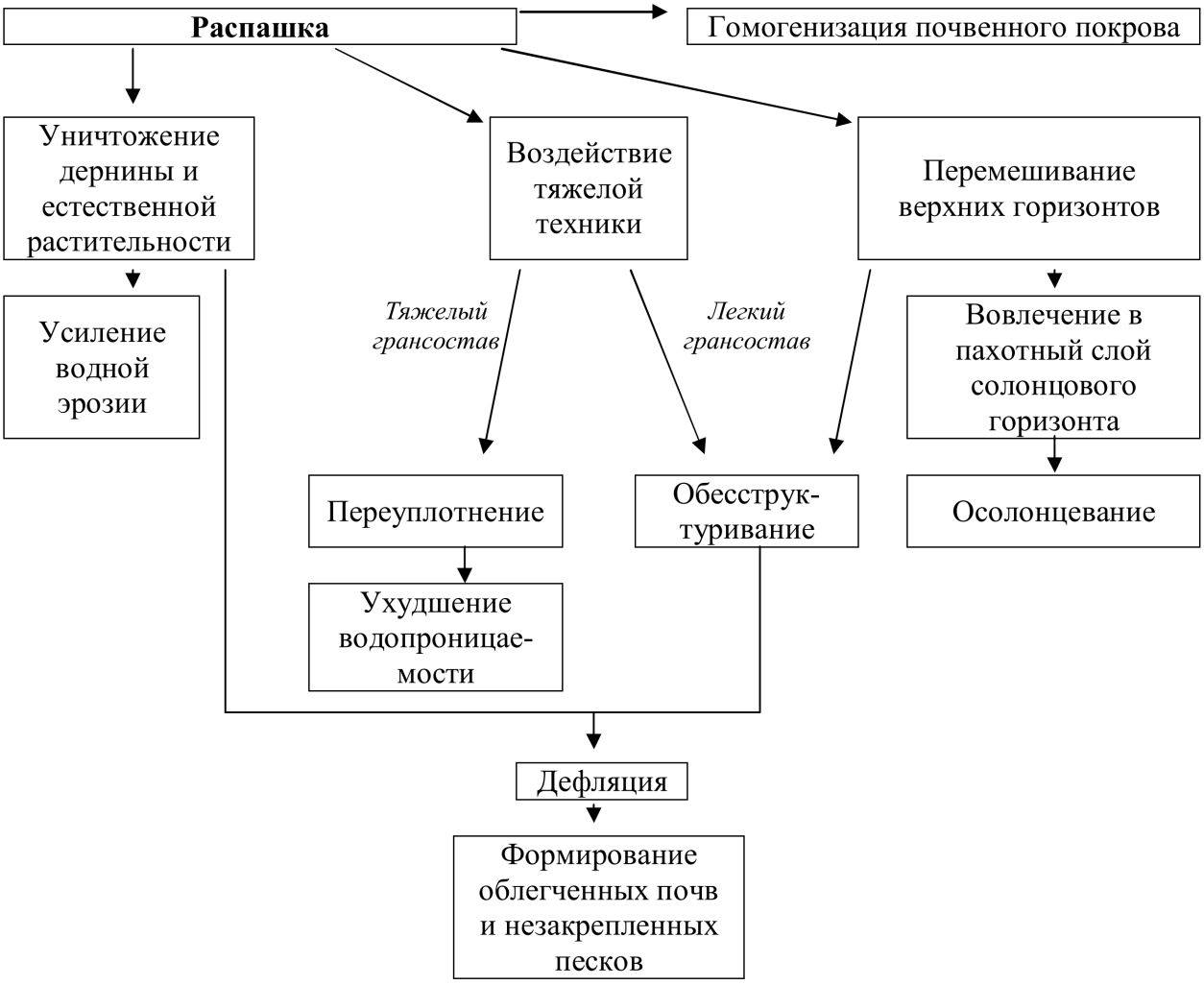


Рис.61. Схема направлений изменения почвенных свойств при богарном земледелии

Как видно из приведенного списка, при адаптации базовой методики сохранилась одна из ее основных идей о том, что воздействующие антропогенные агенты, как правило, не оказывают прямого воздействия на компоненты природных комплексов, а лишь в той или иной степени усиливают или инициируют ряд естественных деградационных процессов, чем вызывают или могут вызывать дестабилизацию сложившегося природного баланса. Поэтому причины опустынивания рассматривались с точки зрения возможности проявления неблагоприятных результатов антропогенного воздействия. Так, одни и те же антропогенные воздействия могут приводить к различным результатам, и, в то же время, одни и те же результаты могут быть конечным следствием различных воздействий.

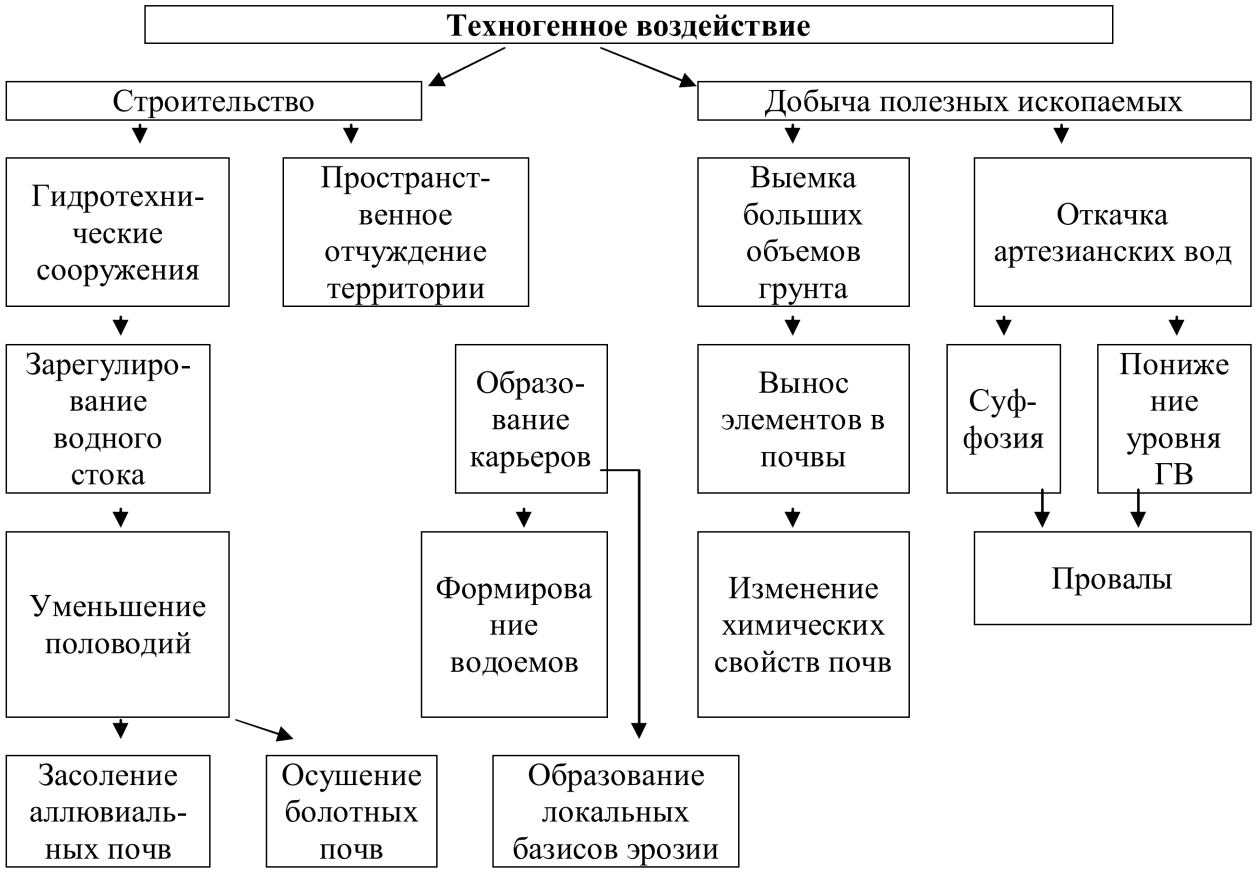


Рис.62. Схема направлений изменения почвенных свойств при богарном земледелии

4. Основные картографируемые параметры опустынивания.

При использовании базовой методики на карте отображаются такие параметры опустынивания как класс, тип, подтип, степень, скорость и глубина опустынивания. Уменьшение выбранного масштаба карты, ее обзорный характер, невозможность отразить в рамках выбранного масштаба результаты сопоставления естественной и антропогенной эволюции территории, стали в целом причиной того, что на карте опустынивания/деградации почвенного покрова РФ получили отражения лишь основные направления опустынивания/деградации почвенного покрова, без подразделения на классы, типы и подтипы. Выделенные направления (тренды) в наибольшей мере отвечают принятому при разработке карт опустынивания Приаралья понятию "тип опустынивания". Эти же обстоятельства обусловили невозможность показать на карте скорость происходящих изменений. Поэтому мы ограничились только указанием на степень опустынивания/деградации почвенного покрова.

Поскольку на первом этапе работы над оценкой опустынивания РФ учитывались в первую очередь индикаторы состояния почвенного покрова, без прямого учета параметров состояния других компонентов ландшафтов, то и такой показатель как глубина опустынивания тоже не был отражен на карте.

Таким образом, на первом этапе адаптации было установлено, что использование базовой методики для составления карты опустынивания/деградации почвенного покрова РФ (1:2500000) позволило отразить на ней следующие параметры:

- основные причины опустынивания/деградации почвенного покрова;
- потенциальные и актуальные направления деградации с подразделением их по степени опустынивания.

Анализ картографических приемов отражения явлений деградации природной среды на мелкомасштабных обзорных картах.

Детальный анализ картографических приемов отражения явлений деградации природной среды на мелкомасштабных обзорных картах был проведен на втором этапе адаптации базовой методики по оценке опустынивания. Целью этого этапа работ было выявление принципов, использование которых позволило бы максимально полно использовать основные положения и приемы базовой методики.

В этой связи особый интерес представляет методика ГЛАСОД (Global Assessment of Soil Degradation, 1990), в которой основное внимание уделено деградации почвенного покрова. В настоящее время этой методике отдается предпочтение в мировой практике оценки опустынивания.

Согласно определению ГЛАСОД, деградация почв - это процесс, который отражает явления, вызванные человеческой деятельностью, которые понижают существующую и/или будущую способность почв поддерживать жизнь человека. Баланс между “атакующими” природными силами климата и природной устойчивостью земель против этих сил определяет природный риск деградации в определенной рассматриваемой области. Влияние человека может как повышать, так и понижать природную устойчивость земель.

В методике определены следующие параметры деградации почв:

- Тип деградации почв рассматривается как процесс, вызывающий деградацию (перемещение материала водой и ветром, ухудшение свойств из-за физических, химических и биологических процессов). Среди главных типов деградации называются:

1. водная эрозия;
2. ветровая эрозия;
3. вынос питательных веществ;
4. засоление;
5. снижение содержания органического вещества;
6. уплотнение и др. (всего 14 пунктов).

- Степень деградации почв относится к современному состоянию деградации (незначительная, умеренная, сильная). Согласно данной методике, степень опустынивания отражает современное состояние почвенного покрова, что, по нашему мнению, соотносится с идеей Б.Г. Розанова о степени приближенности природной среды к состоянию “пустыня”. Таким образом, при данном подходе нет необходимости сравнивать исследуемую территорию с эталонным участком.
- Средняя скорость деградации за последние годы характеризует явную скорость процесса деградации, оцениваемую и усредненную за последние 5-10 лет (в терминах: медленная, средняя, быстрая).

Отмечается, что для выбранного масштаба Мировой карты деградации почв (1:10000000) невозможно для каждого из контуров определить отдельно каждый тип деградации. Оценка частоты встречаемости определенного типа деградации должна исходить из знания местности или через дистанционные методы.

Частота встречаемости определенного типа деградации в пределах каждой картографируемой единицы соответствует проценту земель, подверженных деградации:

1. нечасто 1-5 % территории, подверженной деградации;
2. средне 6-10 % территории, подверженной деградации;
3. часто 11-25 % территории, подверженной деградации;
4. очень часто 26-50 % территории, подверженной деградации;
5. доминирует 51-100 % территории, подверженной деградации.

Категория 0: 0 % означает, что в пределах выделенного контура нет земель, подверженных деградации. Поэтому этой категорией можно пренебречь. При этом, в пределах контуров, где не выявляется какой-либо тип деградации, не представляется возможным разделить такие виды устойчивых земель, как:

* земли, устойчивые природно;
* земли, устойчивые в результате человеческого вмешательства.

Контурной базой для оценки ГЛАСОД послужила Почвенная карта Мира в масштабе 1:5 000 000, разработанная ФАО (1988).

Таким образом, краткий анализ методики ГЛАСОД:

1) подтвердил возможность использования базовых почвенных карт на первом этапе работ по оценке опустынивания;
2) подтвердил возможность использования идеи о необходимости сопоставления направлений естественной и антропогенной эволюции почв путем указания на потенциальную опасность (риск);
3) показал, что при составлении мелкомасштабных карт необходимо и возможно учитывать в одном контуре несколько причин и направлений деградационных изменений.

В другом методическом руководстве, предложенным ЮНЕП (Guidelines for the Control of Soil Degradation, 1981) также подчеркивается, что почва является невозобновимым природным ресурсом и что потеря почвы в результате эрозии, засоления, осолонцевания и других деградационных процессов выражается не только в снижении продуктивности, но и также в “запускает” цепные реакции, приводящие к экологическому дисбалансу.

Как и в методике ГЛАСОД, здесь разделяются такие параметры как “причина” и “следствие”. Тип деградации также соответствует протекающему процессу. Выделены следующие типы деградации:

1. водная эрозия;
2. ветровая эрозия;
3. потеря плодородия, включая химическую деградацию (засоление, осолонцевание) и физическую деградацию (уплотнение, а также другие изменения почвенных физических свойств);
4. биологическая деградация (в основном из-за повышения скоростей минерализации гумуса).

В отличие от методики ГЛАСОД, в данном "Руководстве…" напрямую предложено разделять актуальную и потенциальную деградацию почв, основываясь на

компиляции существующих данных и интерпретации факторов окружающей среды, которые оказывают влияние на распространение и интенсивность процесса деградации почв, что полностью соответствует принятым нами на первом этапе адаптации подходам.

В 1984 году ФАО/ЮНЕП опубликовали “Временное руководство по оценке и картографированию опустынивания” и “Карту опасности опустынивания” и объяснительную записку к ней.

Это “Руководство...” основывается на рассмотрении природных и антропогенно-вызванных процессах, ведущих к опустыниванию. Среди основных процессов выделяются:

1. деградация растительного покрова;
2. водная эрозия;
3. ветровая эрозия;
4. засоление почв;
5. переуплотнение почв;
6. снижение содержания органического вещества в почвах;
7. накопление веществ, токсичных для растений и животных.

Как и в работах, рассмотренных выше, в данном “Руководстве по оценке и картографированию опустынивания” основное внимание в первую очередь, уделяется процессам деградации почвенного покрова. Предложено выделять следующие параметры опустынивания:

⇒ Современное состояние опустынивания: условия, существующие на определенной территории на момент рассмотрения, по сравнению с условиями, существовавшими ранее.

⇒ Скорость опустынивания: изменения, происходящие за определенный промежуток времени.

⇒ Внутренняя опасность опустынивания: уязвимость ландшафтов к процессам опустынивания.

⇒ Опасность опустынивания: оценка условий, включающая современное состояние, скорость и внутреннюю опасность опустынивания и определяющаяся ведущим процессом, включая антропогенное воздействие и влияние животных на окружающую среду.

Но, несмотря на указание на необходимость рассмотрения таких важных параметров как современное состояние и опасность опустынивания, данное “Руководство...” не рассматривает детально те причины, которые и приводят к деградационным процессам. Методика, изложенная в этом руководстве, тесно коррелирует с описанными ранее подходами Харина Н.Г. с соавт., 1987.

Большой интерес представляют методики экологического картографирования, разрабатываемые в последнее время специалистами-географами.

Анализ этих подходов показывает, что данные методики носят общеэкологический характер и не посвящены конкретно процессам опустынивания, хотя почвы относятся к объектам картографирования экологических карт. В то же время, в сборнике “Оценка качества окружающей среды и экологическое

картографирование" (1995) "Мировая карта состояния антропогенно обусловленной деградации почв" (World map..., 1990) отнесена к числу "собственно экологических".

В основном на картах экологических ситуаций система оценок ориентирована на человека и, прежде всего, на его здоровье и хозяйственную деятельность. Вместе с тем, в приведенных методиках заложены основные принципы оценки и картографирования негативных природных процессов, к которым относятся и такие, как опустынивание и деградация почвенного покрова.

Отметим кратко те основные положения, которые были приняты в рассмотрение и использованы при адаптации базовой методики для целей мелкомасштабного картографирования и создании Карты опустынивания/деградации почвенного покрова РФ.

Методика комплексного экологического картографирования ИГ РАН по созданию карт экологических ситуаций (Котляков В.М. и др., 1990).

Эта методика позволяет выявлять экологические проблемы, т.е. негативные изменения окружающей природной среды, вызванных антропогенной деятельностью и определять их пространственную локализацию.

Основное преимущество методики заключается в том, что она позволяет представлять исходную информацию в картографической форме как при наличии количественных данных, так и при их отсутствии. Это является очень важным моментом при адаптации, т.к. в рассматриваемом масштабе 1:2 500 000 часто очень трудно найти на отдельные контура исчерпывающую информацию о состоянии окружающей среды, в других же случаях только количественных данных бывает недостаточно для определения параметров опустынивания.

Другим не менее важным преимуществом является возможность использования в работе практически всего масштабного ряда (от 1:100 000 до 1: 8 000 000).

В случае недостаточного информационного обеспечения операционной единицей является выдел использования земель, а при формализованных оценках - природный территориальный комплекс, выявленный картографически. Оба варианта оценок включают сопряженный анализ карт состояния компонентов окружающей природной среды, карт антропогенных нагрузок и воздействий, ландшафтных карт и др.

По данной методике (методом формализованных оценок) составлена карта "Экологические ситуации Аральского региона" в масштабе 1: 2 500 000. Границы ареалов экологических ситуаций на этой карте проводятся по распространению экологической проблемы или их сочетанию, а также в соответствии с изменением остроты экологической ситуации и природных условий территории.

Определяемые в данной методике экологические ситуации, по сути, соответствуют выделяемым в базовой и адаптированной методиках причинам опустынивания.

Далее в этой методике предлагается использовать семь основных принципов и индикаторов при оценке степени критичности экологической ситуации:

1) состояние природы, населения, хозяйства того или иного района;
2) степень (глубина) изменения природы, населения, хозяйства (абсолютная и относительная);
3) направленность процесса;
4) темпы изменений;
5) время, в течение которого наблюдались негативные процессы;
6) сочетание различных экологических проблем;

7) возможность стабилизации и улучшения ситуации.

Как следует из перечисленных выше параметров, авторы в своей работе используют параметры, сходные с теми, которые приняты в практике оценки и картографирования опустынивания, например, степень (глубина) и темпы изменений. Важно отметить, что в данной работе выделяется такой параметр, как возможность стабилизации и улучшения ситуации, который непосредственно указывает на возможность прогнозирования развития экологической ситуации в направлении стабилизации состояния окружающей среды. С точки зрения нашей работы это обусловило необходимость определить такой параметр как проградационные явления, который отражает развитие того или иного процесса в направлении улучшения свойств почв и структуры почвенного покрова в целом.

Предлагаемый метод оценки критичности экологических ситуаций во многом основан на анализе ландшафтно-динамических рядов и соответствующих им индикаторов. Однако, набор индикаторов в случае составления карты “Экологические ситуации Аральского региона” строго специфичен для данной территории. В нашей же работе, на основании интерпретации эколого-генетических рядов опустынивания почв предложено использовать расширенный набор индикаторов, который не является специфичным для каждой отдельной территории.

Идея о рядах трансформации природных ландшафтов высказывается также и в Методике составления карт эколого-географических ситуаций (Шестаков А.С., 1992).

Методика основана на выявлении природно-антропогенных трансформаций ландшафтов и с последующим определением и районированием по классам остроты эколого-географических ситуаций (ЭГС) и применяется для обзорного картографирования в масштабе 1: 6 000 000..

Степень остроты ЭГС оценивается по следующим основным критериям:

1) степень и характер трансформации природных ландшафтов;
2) тип и уровень освоенности территории;
3) состояние социально-экономических структур;
4) уровень развития и напряженности техногенных перестроек;
5) характер и уровень развития противоречий природопользования;
6) последствия трансформации окружающей среды для общества.

Выделено пять классов эколого-географических ситуаций: удовлетворительные, конфликтные, кризисные, бедственные, катастрофические.

С точки зрения обоснования единиц картографирования важно упомянуть методику по выявлению и районированию природно-хозяйственных конфликтов экологического значения (Дончева А.В. и др., 1989,1990).

При использовании данной методики проводится дифференциация территорий на районы, сходные по условиям и последствиям взаимодействия природы и общества. Она имеет практическое значение для управления (эколого-географического обоснования размещения объектов и отраслей хозяйства).

Операционной единицей являются районы, сходные по условиям и последствиям взаимодействия природы и общества, выделяемые в рамках природного или хозяйственного районирования. Используемые масштабы - 1: 8 000 000 и крупнее.

Экологическая обстановка на территории оценивается с точки зрения антропоэкологии. Основное внимание уделяется последствиям деятельности

промышленности, потенциалу загрязнения атмосферы и дефициту водных ресурсов. Границы контуров выделяются по принципу: выявление ареала действия триады “природа - хозяйство - население” с существующими природно-хозяйственными конфликтами. Типизация ландшафтов по их хозяйственному использованию проводится на уровне вида ландшафта.

Итак, проведенный обзор экологических и специализированных методик позволяет выделить основные принципы, на которой основывалась адаптация базовой методики для целей мелкомасштабного картографирования:

- возможность представления исходной информации в картографической форме при отсутствии количественных данных;
- возможность выделения основных классов (степеней) экологических ситуаций: удовлетворительные, конфликтные, кризисные, бедственные, катастрофические.
- возможность разделения воздействий на окружающую среду на реальные и потенциально опасные;
- возможность оценки степени остроты экологической ситуации на основе рядов природно-антропогенной трансформации ландшафтов;
- возможность распространения характеристик части территории какой-либо операционной единицы (контура) на весь занимаемый ею ареал.

Выбор и обоснование объектов исследования.

Объектом исследования в нашей работе послужил почвенный покров засушливой, полузасушливой и сухой субгумидной зон Российской Федерации. Эти области были приняты к рассмотрению согласно Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1996), в которой засушливые, полузасушливые и сухие субгумидные территории определены как области, помимо полярных и субполярных районов, в которых отношение среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации колеблется в диапазоне от 0,05 до 0,65. Несмотря на это ограничение, мы включили в оценку и несколько более северные территории, что обусловлено следующими обстоятельствами.

На основании отношения среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации еще в 1977 году на конференции ООН по опустыниванию была составлена Карта аридных территорий в масштабе 1 : 25 000 000 для установления мировых границ аридных территорий и выделены следующие биоклиматические зоны:

* Экстрааридная (гипераридная) зона (P/Et<0,03), годовая сумма осадков менее 100 мм, лишенная растительного покрова. Земледелие и животноводство (за исключением оазисов) невозможно.
* Аридная зона (0,03<P/Et<0,20), годовая сумма осадков 100-200 мм, разреженная растительность. Неорошаемое земледелие невозможно.
* Семиаридная зона (0,20<P/Et<0,50), годовая сумма осадков 200-400 мм. Зона возделывания богарных сельскохозяйственных культур и животноводства. Зона, переходная к субгумидной выражена нечетко - в зависимости от действительной длительности сухого периода она становится то более засушливой, то более влажной.
* Зона недостаточного увлажнения (субгумидная) (0,50<P/Et<0,75), годовая сумма осадков 400-800 мм. Зона традиционного богарного земледелия. Для зоны

характерно прогрессирующее увеличение аридности под влиянием, главным образом, антропогенных факторов.

На той же конференции была представлена Карта аридности, вероятности засух и вторичного засоления почв (Ковда В,А., Розанов Б.Г., 1977), в объяснительной записке к которой указывается, что во многих случаях *не столько климатическая, сколько почвенная аридность* определяет характер растительности и биопродуктивности экосистем. На этой карте в соответствии с комплексом почвенных свойств, от которых зависит выносливость, устойчивость к засухам и засолению, были также выделены соответствующие зоны и подзоны.

Интересно отметить, что и при классификациях климата по условиям влагообеспеченности часто пользуются в качестве дополнительных и уточняющих именно характеристиками почв и растительности (Климатология, 1989). Добровольский Г.В. и Урусевская И.С. в учебнике "География почв" (1984) также, приводя шкалу классификации климата по условиям влагообепеченности, указывают, что природные зоны распространения почв и растительности хорошо соотносятся с климатическими индексами, в частности, с индексом Выоцкого-Иванова, который определяется как отношение среднегодовой суммы осадков к испаряемости с водной поверхности (по эвапорометру).

Северная граница полузасушливой зоны определяется значением этого индекса, равным 0,77, что весьма близко к зоне недостаточного увлажнения по карте, представленной на конференции ЮНЕП (0,75) и близко совпадает с северной границей подзоны типичной степи на обыкновенных черноземах.

Кроме того, различные авторы (Ковда В.А., 1977, 1981, Виноградов Б.В., 1997) отмечали, что засухам и опустыниванию подвергаются не только аридные и субаридные, но и сухие субгумидные территории, такие, как лесостепи, луговые степи и даже леса южной тайги. В последние годы этот факт признан в России на государственном уровне (Государственный доклад...., 1995, 1996).

Таким образом, при установлении северной границы территории мы исходили из того, что процессам опустынивания в России подвержены не только собственно пустыни и полупустыни с бурыми пустынными и полупустынными почвами, но и сухие и настоящие (типичные) степи с почвами каштанового ряда и черноземами южными и обыкновенными.

При использовании Почвенной карты (1988) проведение такой границы оказалось достаточно простым делом. В область нашего рассмотрения вошли территории с почвенным покровом не только собственно аридных территорий, но и средне-, слабо- и периодически аридные территории, к которым относятся полностью Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области и отдельные регионы Воронежской, Курской, Саратовской, Самарской, Оренбургской, Белгородской, Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской, Кемеровской, Читинской областей, Чечни и Дагестана, Краснодарского и Ставропольского краев, Башкирии, Алтайского и Красноярского краев, Хакассии, Тувы, Бурятии.

Иначе говоря, объектом нашего исследования послужил почвенный покров подзон обыкновенных и южных черноземов степи, темно-каштановых и каштановых почв сухой степи, светло-каштановых и бурых почв полупустыни. К числу рассматриваемых контуров, помимо этого, были отнесены и контура с интразональными и азональными почвами: солонцами, солончаками, аллювиальными почвами, различными вариантами гидроморфных и полугидроморфных почв, слаборазвитыми почвами, песками. Почвы

горных территорий не были включены в число рассматриваемых контуров как сложные для рассматриваемого масштаба объекты, для которых не удалось на данном этапе адаптировать используемую методику, так как при выбранном масштабе горные области представлены очень мелкими контурами и определение параметров опустынивания в них практически невозможно.

В итоге общее число рассматриваемых и обработанных контуров составило 2077. Общая занимаемая ими площадь составила 1,38 млн. кв. км.

Проверка принципа разделения потенциальной опасности опустынивания и актуальной деградации. Сравнение площадных оценок.

Прежде чем распространить применение адаптированной методики оценки опустынивания на всю картографируемую площадь, нами в качестве ключевых были выбраны несколько территорий субъектов Российской Федерации, и прежде всего те, для которых уже проводились оценки опустынивания другими авторами. К числу таких территорий в первую очередь относится Республика Калмыкия. Для Калмыкии нами был проведен подсчет площадей, охваченных различными направлениями опустынивания/деградации почвенного покрова, выделенных с помощью разработанных нами подходов, и проведен сравнительный анализ полученных данных с данными Виноградова Б.В. (1990, 1993, 1995) и Банановой В.А. (1990, 1991, 1992). Было показано (Андреева, Куст (1998)), что полученные по новой методике данные в целом согласуются с данными этих авторов, но раскрывают существо явления опустынивания/деградации почвенного покрова с несколько другой стороны. А именно, - оценивается не только современное состояние земель, но и в первом приближении - вероятность или риск опустынивания. Кроме того, при близких площадных показателях, используемая нами методика оказывается менее трудоемкой.

Проверка составленных на этапе адаптации генерализованных схем причинно-следственных связей (рисунки 58-62) и разработанного на их основе списка причин опустынивания/деградации почвенного покрова с точки зрения применимости их для разных “ключевых” территорий показало их полную универсальность. Это позволило практически без изменений использовать эти схемы причинно-следственных связей и соответствующий список и при оценке других территорий России.

Вместе с тем, надо отметить, что в рамках выбранного масштаба трудно разделить причины, ведущие, например, к засолению или осолонцеванию, водной или ветровой эрозии. Поэтому нами рассматривались те причины опустынивания, которые в определенных сложившихся условиях повышают риск проявления или усиления того или иного деградационного процесса.

Что же касается перечня основных направлений деградации почвенного покрова, то его основа была разработана на базе соответствующих перечней, представленных в других методиках (ГЛАСОД, ЮНЕП, Харин Н.Г. с соавт., Куст Г.С. с соавт. и др.), а также с учетом конечных следствий, указанных в схемах причинно-следственных связей. После сопоставления рабочих перечней с литературными данными по ключевым территориям анализ последовательностей изменения опустынивающихся природных систем показал, что на территории РФ выделяются следующие направления (тренды) опустынивания/деградации почвенного покрова, которые могут быть выражены в выбранном для данной работе масштабе карты 1:2500000:

- водная эрозия;
- дефляция и формирование развеваемых песков;

- засоление;
- осолонцевание;
- уплотнение;
- дегумификация;
- просадочные явления.

Вместе с тем, надо отметить, что в рамках выбранного масштаба на карте могут быть отмечены, в пределах которых наблюдаются проградационные явления, связанные с планомерной и рациональной организацией землепользования:

1. рассоление;
2. рассолонцевание;
3. увеличение содержания органического вещества в почвах.

Указание на эти положительные явления мы сочли необходимым элементом для карты актуальных направлений деградации почвенного покрова.

Перечисленные выше направления деградации не всегда являются актуальными, т.е. определяемыми по состоянию природной среды на данный момент времени. Анализ материалов, собранных по ключевым территориям (Калмыкия, Ставропольский край и Дагестан, Волгоградская и Ростовская области) показал возможность их использования также и для обозначения опасности (или риска) деградации, обусловленной естественной историей территории и ее уязвимостью к антропогенному воздействию. Поэтому помимо возможности отображения на разрабатываемой карте причин опустынивания/деградации почвенного покрова, оказалось целесообразным отобразить также потенциально опасные и актуальные направления опустынивания/деградации почвенного покрова.

Генерализация диагностических шкал для оценки степени потенциальной опасности и актуальной деградации почвенного покрова.

Для разных ключевых территорий в силу особенностей их почвенного покрова, естественной истории и действующих антропогенных агентов, на первоначальном этапе работы для диагностики степени потенциальной опасности и актуальной деградации почвенного покрова использовались несколько отличающиеся схемы. Однако, последовательная генерализация этих исходно отличных шкал позволила с минимальной потерей важной картографируемой информации создать в конечном итоге простые универсальные шкалы для всех ключевых территорий, а в дальнейшем применить их ко всей картографируемой территории. Эти шкалы, составленные для таких направлений опустынивания/деградации как засоление, осолонцевание, формирования развеваемых песков, водная эрозия представлены в таблице 24.

Как видно из представленных шкал, основной принцип их построения состоит в последовательном увеличении доли в почвенном покрове почв, диагностирующих главные направления деградации. Так, степень деградации в направлении засоления оценивается по увеличению доли в почвенном покрове засоленных почв и солончаков, в направлении осолонцевания - по увеличению доли солонцеватых почв и солонцов, в направлении формирования развеваемых песков - по увеличению доли почв с разбитой поверхностью, в направлении водной эрозии - по увеличению доли почв разной степени смытости. Для таких направлений как уплотнение, дегумификации, развитие просадочных явлений разработать аналитические шкалы не удалось из-за недостатка соответствующих данных и невозможностью отображения степени развития этих

процессов в выбранном масштабе. Поэтому в данном случае использовались простые бинарные шкалы - "есть" и "отсутствует".

Нетрудно заметить, что разработанные "степенные" шкалы наиболее часто отвечают идее Б.Г. Розанова и И.С. Зонна (1981) о том, что степень опустынивания следует определять как степень приближенности условий меняющейся природной среды к состоянию "пустыня". Так, для такого направления деградации почвенного покрова как засоление, этому состоянию отвечает солончаковая пустыня, для осолонцевания - бесплодные моносолонцовые территории, для формирования развеваемых песков - лишенные почв массивы барханно-грядовых и ячеистых песков, для водной эрозии - эродированные бедленды.

Таким образом, проверка адаптированной методики на ключевых территориях:

1) показала ее принципиальную применимость для целей мелкомасштабного картографирования опустынивания/деградации почвенного покрова;
2) показала сходство результатов картографической оценки с результатами, полученными по другим методикам;
3) позволила составить универсальные списки причин и направлений опустынивания;
4) позволила разработать универсальные шкалы для степени опасности и актуальной деградации почвенного покрова.

Составление исходного банка данных по индикаторам опустынивания/деградации почвенного покрова, принципы индикации картографических параметров.

В нашей работе для определения параметров опустынивания использовались следующие индикаторы):

1. Преобладающие почвы (по картам разных лет)
2. Сопутствующие почвы, в т.ч. комплексы и сочетания (по картам разных лет)
3. Процентное содержание солонцов и/или засоленных почв в контуре
4. Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород
5. Тип почвообразующих пород
6. Галохимические особенности почв (% солей, химизм)
7. Климатические особенности (среднегодовая температура, коэффициент увлажнения и др.)
8. Грунтовые воды (уровень залегания, минерализация, химизм)
9. Растительность (преобладающие сообщества, проективное покрытие, севообороты)
10. Рельеф (тип, расчлененность, дренированность территории и др.)
11. Эродированность
12. Гидрографическая сеть (водные объекты, качество вод, плотность сети)
13. Тип хозяйственного использования территории
14. Дороги (плотность, качество покрытия)
15. Специфические дополнительные данные:

- содержание гумуса в слое 0-20 (30, 50, 100) см
- снижение содержания гумуса за 20- 25 (50) лет %
- солонцовые комплексы в % от площади с/х угодий
- месторождения полезных ископаемых
- с/х угодья в % к общей земельной площади

- пашня в % от общей площади с/х угодий
- уд. вес пашни в % от всей площади
- использование водных ресурсов
- пастбища в % от всей площади
- промышленность
- сенокосы в % от всей площади
- лесистость в % от всей площади
- категория пашни
- пастбищная нагрузка в головах/га (кв.км).

Как видно из списка, нами учитывались различные группы индикаторов, которые использовались не только для прямой диагностики картографических параметров, но и (особенно в случае недостаточной исходной информации по некоторым контурам) для подтверждения установленных картографируемых параметров и для косвенной экспертной оценки.

Так, например, прямыми индикаторами для установления опасности и актуальной деградации почв послужили преобладающие и сопутствующие почвы в рассматриваемом контуре, установленные по картам разных лет. Дополнительными в данном случае выступают такие индикаторы как процентное содержание солонцов и засоленных почв, данные по содержанию гумуса, эродированность почвенного покрова, галохимические особенности почв. Для косвенной экспертной оценки существенную роль часто играют показатели состояния растительности, рельефа, гидрографической сети.

Для установления причин деградации прямым индикатором является тип хозяйственного использования территории, а при экспертной оценке привлекаются такие характеристики природно-территориальных комплексов как количество и качество дорог, наличие месторождений полезных ископаемых, площадь и категория с/х. угодий и пашни, промышленность, типы, количество и время эксплуатации оросительных систем, площадь лесов и сенокосов, пастбищная нагрузка.

Информация по всем индикаторам была собрана в составленный по единой схеме “банк данных”, в котором для каждого контура собиралась вся информация из доступных картографических и литературных материалов. На первом этапе работ этот “банк данных” не был полностью формализованным, хотя такая задача для целей автоматической диагностики параметров опустынивания ставится нами на следующих этапах. Причины две. Первая связана с чрезвычайно большим объемом хотя и родственной для разных территорий информации, но представленной в разных номинативных и числовых шкалах с разными единицами измерения, с разной степенью детализации, а зачастую просто противоречащих друг другу. Вторая причина состоит в резком недостатке доступной требуемой информации для ряда рассматриваемых регионов, поэтому некоторые позиции в “банке” остаются незаполненными.

Результатом недостаточной формализации системы индикаторов опустынивания (в отличие от ранее проведенной на основе той же методологии оценки опустынивания в Приаралье) стала необходимость привлечения в ряде случаев экспертной оценки.

Таблица 24. Диагностические шкалы для оценки опасности и степени опустынивания/деградации почвенного покрова:

А. В направлении опесчанивания (формирования развеваемых песков)

Критерии	Нет участия в почвенном покрове почв с признаками дефлирован-ности	Комплексы с участием почв с признаками дефлирован-ности	Комплексы с участием развевае-мых песков	Комплексы с доминировани ем развевае-мых песков	Моноконтуры развеваемых песков
Опасность (риск) опустынивания	Нет риска	Слабый	Умеренный	Сильный	Очень сильный или состояние песчаных пустынь
Степень опустынивания	Нет опустынивания	Слабое	Умеренное	Сильное	Очень сильное
Индекс	0	1	2	3	4

Б. В направлении осолонцевания

Критерии	Нет участия в почвенном покрове солонцеватых почв	Комплексы с участием солонцеватых почв	Комплексы с участием солонцов	Комплексы с доминирующим участием солонцов	Моносолонцовые контуры или комплексы с абсолютным преобладанием солонцов
Опасность (риск) опустынивания	Нет риска	Слабый	Умеренный	Сильный	Очень сильный или солонцовые равнины
Степень опустынивания	Нет опустынивания	Слабое	Умеренное	Сильное	Очень сильное
Индекс	0	1	2	3	4

Таблица 24. (продолжение)

В. В направлении засоления

Критерии	Нет участия в почвенном покрове засоленных почв	Комплексы с участием солончакова-тых почв	Комплексы с участием солончаков	Комплексы с доминирующим участием солончаков	Моносолончаковые контуры или комплексы с абсолютным преобладанием солончаков
Опасность (риск) опустынивания	Нет риска	Слабый	Умеренный	Сильный	Очень сильный или состояние солончаковых пустынь
Степень опустынивания	Нет опустынивания	Слабое	Умеренное	Сильное	Очень сильное
Индекс	0	1	2	3	4

Г. В направлении формирования эродированных бедлендов

Критерии	Нет участия в почвенном покрове эродированных почв	Комплексы с участием эродированных почв до 20 %	Комплексы с участием эродированных почв 20-40%	Комплексы с доминирующим участием эродирован-ных почв	Моноконтуры эродированных бедлендов или комплексы с абсолютным преобладанием эродированных почв
Опасность (риск) опустынивания	Нет риска	Слабый	Умеренный	Сильный	Очень сильный или состояние эродированных бедлендов
Степень опустынивания	Нет опустынивания	Слабое	Умеренное	Сильное	Очень сильное
Индекс	0	1	2	3	4

Принципы индикации и диагностики основных картографируемых параметров.

Причины опустынивания.

Как следует из изложенного в более ранних главах, причины опустынивания с целью их картографирования определяются нами как упорядоченные последовательности (сложные цепочки) причинно-следственных связей, которые при определенной предрасположенности той или иной территории могут приводить к появлению или усилению деградационных процессов.

Для выявления этих упорядоченных последовательностей, проявляющихся в выбранном масштабе, как было показано выше, все многообразие причинно-следственных связей было представлено в виде нескольких генерализованных схем (рисунки 58-62). Анализ схем и проверка их применимости на ключевых территориях позволили выделить 13 основных цепочек причинно-следственных связей, которые могут быть выражены на карте выбранного масштаба 1:2500000:

- Применение тяжелой с/х техники на орошаемых землях;
- Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений;
- Подъем УГВ как результат развития орошения;
- Усиление процессов денудации на орошаемых землях;
- Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии;
- Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии;
- Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ;
- Усиление процессов денудации при богарном земледелии;
- Усиление процессов дефляции при богарном земледелии;
- Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии;
- Применение тяжелой с/х техники при богарном земледелии;
- Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях;
- Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории.

Подверженность каждого из контуров тем или иным причинам опустынивания определяли экспертным путем с использованием доступного картографического и литературного материала (карт сельскохозяйственного использования; карт водохозяйственных и ирригационных сооружений, бизнес-карт РФ и других).

Поскольку на одну и ту же территорию (в пределах одного контура) могут оказывать воздействие несколько причин опустынивания/деградации почвенного покрова (анализ собранного материала показал, что их число может достигать 6-ти), то соответствующая картографическая база данных строилась с указанием с одной стороны - всех причин, оказывающих воздействие на территорию в пределах какого-либо контура, а с другой стороны - с выделением главной и сопутствующих причин. Если для какого-либо контура было затруднительно выделить одну главную причину, то для таких контуров указывали 2 главные причины, что на соответствующей карте отображалось дополнительной штриховкой.

Потенциально опасные и актуальные направления опустынивания.

Принципиальное различие этих параметров опустынивания можно кратко выразить следующей формулой. Опустынивание (актуальное) может проявляться (но не

всегда действительно проявляется) только в тех случаях, когда на территорию, потенциально опасную (в силу своих естественных свойств) в отношении проявления тех или иных направлений опустынивания, оказывает влияние (постоянное, периодическое или спорадическое) внешнее воздействие (причина), усиливающее деградационную опасность или приближающее эту территорию к состоянию “пустыня “ и/или “бесплодная земля”.

Иначе говоря, только одновременное присутствие на какой-либо территории естественной предрасположенности (потенциальной опасности) к опустыниванию и соответствующих внешних воздействий (причин) может вызвать актуальное проявление деградационных процессов.

Согласно принятой методике, направления (или тренды) опустынивания (как потенциально опасные так и актуальные) с целью их картографирования определяются как конечные звенья сложных цепочек причинно-следственных связей. Как отмечалось выше, выбранный масштаб карт обусловил выделение 7 направлений опустынивания/деградации почв, которые и послужили параметрами для составления карт:

1. Водная эрозия почв;
2. Формирование незакрепленных и развеваемых песков;
3. Засоление почв;
4. Осолонцевание почв;
5. Уплотнение почв;
6. Дегумификация почв;
7. Развитие просадочных явлений.

По аналогии с принципами составления картографической базы данных по причинам опустынивания, в случае, если в пределах какого-либо контура отмечается несколько трендов опустынивания (потенциально опасных или актуальных), то картографические базы данных строились с выделением главных и сопутствующих направлений.

Оценка степени потенциальной опасности деградации почвенного покрова.

Наиболее опасными (рискованными) в отношении проявления того или иного тренда деградации являются те территории, которые по своим свойствам оказываются максимально близкими к состоянию “пустыня” или “бесплодная земля”. Например, чем больше в составе почвенного покрова солончаков, тем более опасна эта территория в отношении засоления. Важно отметить, что при таком подходе вопрос о том, что является рискообразующим фактором - антропогенная причина или естественная предрасположенность территории к опустыниванию (например, как результат природной эволюции тех или иных ландшафтов), не имеет принципиального значения. Важно только то, что чем более деградирована территория, тем она более опасна в отношении рассматриваемого тренда деградации.

Следует отметить, что потенциальная опасность развития процессов опустынивания будет существовать на какой-либо территории до тех пор, пока вся эта территория (в границах рассматриваемого контура) не будет деградирована до крайней степени. В этих случаях о риске опустынивания речи уже не ведется. Иными словами, “не существует опасности засоления на территории солончаковых пустынь”, что и отражено в соответствующих шкалах (табл. 24) для оценки степени риска таких

деградационных явлений как: засоление, осолонцевание, формирование развеваемых песков, эрозия. Подобный подход полностью соответствует принципам оценки опасности опустынивания, высказанным в методиках ЮНЕП и ГЛАСОД.

В некоторых случаях, особенно при определении слабых степеней деградационной опасности, приведенные формализованные шкалы не всегда обеспечивают достаточную точность диагностики. В этих ситуациях, например, при диагностике слабой или умеренной опасности осолонцевания, неизбежным было использование неформализованной экспертной оценки, учитывающей весь комплекс индикаторов: уровень, характер и степень минерализации грунтовых вод, гранулометрический состав почвообразующих пород, особенности эволюционного состояния почвенного покрова, геоморфологические особенности территории и другие.

Степень актуальной деградации почвенного покрова

Для установления факта актуальной деградации почвенного покрова использовались различные почвенные и другие тематические карты, составленные в разные годы, а также привлекался обширный фактический материал из разных литературных источников.

Диагностику степени актуальной деградации проводили с использованием 3 наиболее типичных формализованных алгоритмов, а также с привлечением экспертной оценки.

Алгоритм 1

В ситуациях, когда актуальные деградационные изменения в пределах того или иного контура устанавливались путем сравнения разновременных карт и/или (при отсутствии такой возможности) на основании зафиксированных в литературе сведений, и одновременно, подтверждались существованием здесь опасности соответствующих трендов деградации и действующих причин опустынивания, диагностика степени актуальной деградации почвенного покрова проводилась по шкалам, аналогичным используемым при диагностике степени потенциальной опасности (табл. 24). В таких ситуациях данный подход оправдан, поскольку с ростом степени деградации происходит и усиление потенциальной опасности соответствующего направления опустынивания

Алгоритм 2

При одновременном существовании в пределах одного и того же контура потенциальной опасности деградации, обусловленной естественными свойствами территории, и действующих причин опустынивания, актуальная деградация не подтверждается ни сравнением рассматриваемых карт, ни фактами из литературы. В этих ситуациях считалось, что актуальная деградация отсутствует. Наиболее типичный пример - отсутствие интенсивной эрозии на богарных землях склоновых территорий, как результат продуманных противоэрозионных мероприятий.

Алгоритм 3

При сравнении разновременных карт или на основании литературных данных обнаруживается снижение степени риска опустынивания в каком-либо из направлений. В этих случаях отмечалась проградация почвенного покрова. Наиболее типичный пример - рассоление некоторых засоленных почв и солончаков при орошении.

Результатом применения изложенных принципов диагностики картографируемых параметров стала картографическая база данных, в которой для каждого из выделенных на контурной основе 2077 контуров содержалась информация о:

1) главных причинах опустынивания (с возможностью выделения до 2-х главных причин);
2) сопутствующих причинах опустынивания (с возможностью выделения до 6-ти одновременно встречающихся цепей причинно-следственных связей);
3) главных потенциально опасных направлений опустынивания/деградации почвенного покрова (с возможностью выделения до 2-х главных направлений);
4) сопутствующих потенциально опасных направлениях опустынивания/ деградации почвенного покрова (с возможностью выделения до 6-ти одновременно встречающихся направлений);
5) главных направлениях актуальной деградации почвенного покрова (с возможностью выделения до 2-х главных направлений);
6) сопутствующих направлениях актуальной деградации почвенного покрова (с возможностью выделения до 4-х одновременно встречающихся направлений).

Составленная база данных легла в дальнейшем в основу разработки геоинформационной системы (ГИС) "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова Российской Федерации".

Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова Российской Федерации".

Демонстрационная версия созданного электронного Атласа опустынивания/деградации почвенного покрова РФ в масштабе 1: 2 500 000 была разработана на основе геоинформационной системы “Lessa” (разработчик системы - Почвенный институт им. В.В. Докучаева).

Атлас состоит из 3-х основных и 27 вспомогательных карт (уменьшенные копии и отдельные вырезки из карт выборочно представлены на цветных вклейках), организованных в соответствии с основными картами в 3 блока:

I блок - Причины опустынивания/ деградации почвенного покрова;
II блок - Опасность опустынивания/ деградации почвенного покрова;
III блок - Актуальные направления опустынивания/ деградации почвенного покрова.

I блок “Атласа” представлен основной картой - “Ведущие причины опустынивания/деградации почвенного покрова” (ведущие причины - те, которые являются доминирующими в пределах конкретного контура). Для демонстрации масштабов территорий, охваченных воздействием какой-либо одной из причин, , вне зависимости является ли эта причина ведущей или сопутствующей, были соответственно составлены 13 дополнительных (так называемых бинарных) карт:

1.1. Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений;
1.2. Применение тяжелой с/х техники на орошаемых землях;
1.3. Подъем УГВ как результат развития орошения;
1.4. Усиление процессов денудации на орошаемых землях;
1.5. Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии;
1.6. Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии;

1.7. Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ;
1.8. Усиление процессов денудации при богарном земледелии;
1.9. Усиление процессов дефляции при богарном земледелии;
1.10. Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии;
1.11. Применение тяжелой с/х техники при богарном земледелии;
1.12. Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях;
1.13. Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории.

По бинарным картам можно судить о распространении различных причин опустынивания в целом по аридной зоне Российской Федерации. Карта “Ведущих причин...” позволяет определить главные причины, ведущие к деградации почвенного покрова.

По такому же принципу (с некоторыми отличиями) организованы карты блока II и блока III. Блок II Атласа опустынивания/деградации почвенного покрова состоит из основной карты “Главные потенциально опасные направления деградации почвенного покрова (основные тренды)” и 7 дополнительных бинарных карт:
2.1. Территории, опасные в отношении водной эрозии почв.
2.2.Территории, опасные в отношении формирования незакрепленных и развеваемых песков.
2.3. Территории, опасные в отношении засоления почв.
2.4. Территории, опасные в отношении осолонцевания почв.
2.5. Территории, опасные в отношении уплотнения почв.
2.6. Территории, опасные в отношении дегумификации почв.
2.7. Территории, опасные в отношении развития просадочных явлений.

На картах этого блока потенциально опасные тренды опустынивания показаны определенным цветом, а степени опасности показаны различными оттенками этого цвета. Бинарные карты блока II отражают общую опасность опустынивания по различным направлениям и в различных степенях по каждому из направлений.

Блок III "Атласа" организован по аналогичной схеме. На основной карте этого блока - "Главные актуальные направления опустынивания/деградации почвенного покрова" - представлены ведущие типы (тренды) опустынивания на территории РФ. На 7 бинарных картах этого блока показано распространение актуальных направлений деградации, различающихся по степени проявления.

В то же время в блок входят также и бинарные карты, отражающие проявляющиеся в вбранном масштабе проградационные явления. К ним относятся:

- территории, подверженные рассолению;
- территории, подверженные рассолонцеванию;
- территории, подверженные увеличению содержания гумуса в почвах.

На всех картах "Атласа" дополнительно показаны:

- территории, не подверженные опустыниванию;
- территории, не входящие в область рассмотрения;
- водные объекты.

Сопряженная с картами Атласа база данных позволяет получить в текстовом виде дополнительную информацию об индикаторах и параметрах опустынивания/деградации почвенного покрова

Оценка распространения опустынивания/деградации почвенного покрова России по данным анализа карт.

Анализ составленных карт показал, что общая площадь картографируемой территории составляет 1,38 млн. кв. км. При этом около 1,23 млн кв. км подвержено опустыниванию или воздействию причин опустынивания, что составляет почти 7,2 % от площади Российской Федерации. Общие сведения о картографируемой территории приведены в таблице 25.

Таблица 25. Общие сведения о картографируемой территории (кв. км)

Общая площадь картографируемой территории	1 380 000
Водные объекты	21 450
Не подвержено опустыниванию	130 950
Подвержено опустыниванию или воздействию причин опустынивания	1 227 600 7,18 % от площади РФ

Оценка территорий, подверженных воздействию причин опустынивания.

Результаты оценки распространения причин опустынивания приведены в таблицах 26 и 27. Анализ карт 1 блока и таблиц 26-27 показывает, что практически вся рассматриваемая территория РФ подвержена различным воздействиям, повышающим риск засоления и/или осолонцевания, водной и ветровой эрозии, уплотнения. Причем в пределах одного контура может действовать одновременно сразу несколько причин опустынивания, тем самым повышая риск развития деградационных процессов в нескольких направлениях.

Главными ведущими причинами опустынивания на территории России являются: - усиление процессов денудации при богарном земледелии, и

- вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии. Распространением этих причин опустынивания охвачено соответственно 0,44 и 0,40 млн. кв. км. Эти же причины являются не только главными ведущими, но и самыми распространенными в целом на рассматриваемой территории (около 74% и около 64% соответственно). В целом же причины, повышающие риск водной эрозии, являются ведущими на 0,63 млн кв. км; причины, повышающие риск засоления и осолонцевания почв - на 0,73 млн. кв. км; причины, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков - на 0,23 млн. кв. км; и причины, повышающие риск уплотнения почв – на 0,02 млн. кв. км.

Таблица 26. Распространение ведущих причин опустынивания.
Ведущие причины - те, которые являются доминирующими в пределах конкретного контура (*допускается наличие 1 или 2 ведущих причин в пределах одного и того же контура).*

Ведущие причины опустынивания	кв. км
Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	23 580
Применение тяжелой с\х техники на орошаемых землях (распространение воздействий, повышающих риск уплотнения почв)	18 340
Подъем УГВ как результат развития орошения (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	89 460
Усиление процессов денудации на орошаемых землях (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии)	48 270
Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	224 090
Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	126 530
Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)	143 490
Усиление процессов денудации при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)	437 480
Усиление процессов дефляции при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	100 620
Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск осолонцевания почв)	395 950
Применение тяжелой с\х техники при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск уплотнения почв)	1 540
Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	145
Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	1 765

Таблица 27. Распространение причин опустынивания (*общая площадь, охваченная воздействием [кв. км и % от общей площади подверженной воздействию]*)

Причины опустынивания	%	кв. км
Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	10,2	125 420
Применение тяжелой с\х техники на орошаемых землях (распространение воздействий, повышающих риск уплотнения почв)	7,6	93 720
Подъем УГВ как результат развития орошения (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	23,2	285 020
Усиление процессов денудации на орошаемых землях (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии)	10,6	129 800
Иссушение поверхности при пастбищной дигрессии (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	46,4	569 900
Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	27,5	337 090
Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)	44,4	544 880
Усиление процессов денудации при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск водной эрозии почв)	73,8	906 420
Усиление процессов дефляции при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	33,3	408 420
Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск осолонцевания почв)	63,7	782 410
Применение тяжелой с\х техники при богарном земледелии (распространение воздействий, повышающих риск уплотнения почв)	38,8	476 090
Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях (распространение воздействий, повышающих риск формирования незакрепленных и развеваемых песков)	0,2	2 590
Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории (распространение воздействий, повышающих риск засоления и\или осолонцевания почв)	0,5	6 250

Оценка потенциальной опасности опустынивания/деградации почвенного покрова.

Результаты картографической площадной оценки распространения потенциально опасных направлений опустынивания/деградации почвенного покрова приведены в таблицах 28 и 29. Анализ карт и таблиц показывает, что опасность опустынивания проявляется на большей части засушливой, полузасушливой и сухой субгумидной территории РФ. При этом наибольшая опасность связана с возможностью развития процессов водной эрозии и осолонцевания, что в целом соответствует распространению причин опустынивания. Важно, вместе с тем, отметить, что далеко не все территории, испытывающие действие причин, повышающих опасность водной эрозии, являются потенциально опасными в этом отношении и наоборот, не все потенциально опасные в отношении эрозии почвы испытывают действие причин, приводящих к развитию этого процесса. К тем же заключениям не трудно прийти, рассматривая соответствие потенциальной опасности развития других направлений деградации действующим на той же территории причинам опустынивания.

Кроме того, не все наиболее распространенные потенциально опасные направления опустынивания являются в то же время главными в пределах рассматриваемых контуров. Так, например, ведущее место по распространению принадлежит территориям, опасным в отношении дегумификации почв, которые составляют 91% от общей площади. Это связано с тем, что опасность дегумификации возникает при всех видах антропогенных воздействий на почвенный покров. Однако, среди главных потенциально опасных направлений дегумификация отмечается на площади, меньшей в 30 раз.

Оценка актуальных направлений опустынивания/деградации почвенного покрова.

Результаты площадной оценки распространения актуальных направлений опустынивания/ деградации почвенного покрова приведена в таблицах 30 и 31.

Анализ карт и таблиц показывает, что главными актуальными направлениями опустынивания/деградации почвенного покрова на рассматриваемой территории являются осолонцевание почв (на площади 433 тыс. кв. км) и водная эрозия почв (на площади 422 тыс. кв. км). Несмотря на высокую долю почв, испытывающих осолонцевание или подверженных процессу водной эрозии, только небольшая их часть достигает очень сильной степени в направлении формирования солонцовых пустошей. В случае же водной эрозии крайняя степень деградации вообще не отмечается при выбранном масштабе карты. Территории, подверженные формированию незакрепленных и развеваемых песков, соответствуют категориям слабого, умеренного и сильного опустынивания примерно в равной степени. Территории, подверженные засолению, занимают около четверти площади, охваченной опустыниванием. Однако, лишь небольшая их часть достигает состояния солончаковых пустынь.

Таблица 28. Распространение главных потенциально опасных направлений деградации почвенного покрова.

Главные потенциально опасные направления деградации почвенного покрова (основные тренды).	кв. км
Территории, опасные в отношении водной эрозии почв.	
Всего:	500 170
в том числе:	
в слабой степени	206 050
в умеренной степени	123 680
в сильной степени	165 580
в очень сильной степени	4 860
Территории, опасные в отношении формирования незакрепленных и развеваемых песков	
Всего:	196 160
в том числе:	
в слабой степени	22 640
в умеренной степени	49 620
в сильной степени	44 460
в очень сильной степени	79 440
Территории, опасные в отношении засоления почв	
Всего:	296 460
в том числе:	
в слабой степени	158 780
в умеренной степени	105 980
в сильной степени	24 960
в очень сильной степени	6 740
Территории, опасные в отношении осолонцевания почв.	
Всего:	528 310
в том числе:	
в слабой степени	108 250
в умеренной степени	208 540
в сильной степени	172 190
в очень сильной степени	39 330
Территории, опасные в отношении уплотнения почв.	18 830
Территории, опасные в отношении дегумификации почв.	36 520

Таблица 29. Распространение потенциально опасных направлений деградации почвенного покрова *(общая площадь, охваченная воздействием в кв. км и % от площади территории, подверженной опустыниванию)*.

Потенциально опасные направления деградации почвенного покрова (основные тренды).	%	кв. км
Территории, опасные в отношении водной эрозии почв.		
Всего:	84,2	1 033 280
в том числе:		
в слабой степени	51,7	634 330
в умеренной степени	17,0	208 590
в сильной степени	15,1	185 240
в очень сильной степени	0,4	5 120
Территории, опасные в отношении формирования незакрепленных и развеваемых песков		
Всего:	42,8	525 460
в том числе:		
в слабой степени	16,2	198 710
в умеренной степени	12,3	150 420
в сильной степени	7,3	89 880
в очень сильной степени	7,0	86 450
Территории, опасные в отношении засоления почв		
Всего:	54,6	670 660
в том числе:		
в слабой степени	32,8	402 370
в умеренной степени	18,5	226 890
в сильной степени	2,8	34 660
в очень сильной степени	0,5	6 740
Территории, опасные в отношении осолонцевания почв.		
Всего:	76,2	935 270
в том числе:		
в слабой степени	28,6	350 860
в умеренной степени	29,2	358 290
в сильной степени	15,1	185 540
в очень сильной степени	3,3	40 580
Территории, опасные в отношении уплотнения почв.	46,3	568 560
Территории, опасные в отношении дегумификации почв.	91,0	1 117 350
Территории, опасные в отношении развития просадочных явлений	3,5	43 370

Таблица 30. Распространение актуальных направлений опустынивания/ деградации почвенного покрова.

Главные актуальные направления опустынивания\деградации почвенного покрова (основные тренды).	кв. км
Территории, подверженные водной эрозии почв. Всего: в том числе: в слабой степени в умеренной степени в сильной степени в очень сильной степени	 422 190 177 740 126 250 118 200 -
Территории, подверженные формированию незакрепленных и развеваемых песков Всего: в том числе: в слабой степени в умеренной степени в сильной степени в очень сильной степени	 157 930 38 000 39 730 69 070 11 130
Территории, подверженные засолению почв Всего: в том числе: в слабой степени в умеренной степени в сильной степени в очень сильной степени	 240 840 174 080 56 210 3 810 6 740
Территории, подверженные осолонцеванию почв. Всего: в том числе: в слабой степени в умеренной степени в сильной степени в очень сильной степени	 433 090 129 810 188 010 87 860 27 410
Территории, подверженные уплотнению почв.	1 480
Территории, подверженные дегумификации почв.	7 990
Территории, подверженные развитию просадочных явлений	13 030
Проградационные явления	
Территории, подверженные рассолению	4 490
Территории, подверженные рассолонцеванию	40 390
Территории, подверженные увеличению содержания гумуса в почвах	3 230

Таблица 31. Распространение актуальных направлений деградации почвенного покрова *(общая площадь, охваченная воздействием в кв. км и % от площади территории, подверженной опустыниванию)*.

Актуальные направления деградации почвенного покрова (основные тренды).	%	кв. км
Территории, подверженные водной эрозии почв.		
Всего:	46,1	565 760
в том числе:		
в слабой степени	22,5	276 180
в умеренной степени	13,6	166 770
в сильной степени	10,0	122 810
в очень сильной степени	-	-
Территории, подверженные формированию незакрепленных и развеваемых песков		
Всего:	19,2	235 500
в том числе:		
в слабой степени	6,9	84 540
в умеренной степени	5,1	63 050
в сильной степени	6,3	76 780
в очень сильной степени	0,9	11 130
Территории, подверженные засолению почв		
Всего:	26,6	326 110
в том числе:		
в слабой степени	18,7	229 910
в умеренной степени	6,9	84 530
в сильной степени	0,4	4 930
в очень сильной степени	0,5	6 740
Территории, подверженные осолонцеванию почв.		
Всего:	39,5	485 240
в том числе:		
в слабой степени	13,6	166 530
в умеренной степени	16,5	202 740
в сильной степени	7,2	88 470
в очень сильной степени	2,2	27 500
Территории, подверженные уплотнению почв.	2,1	25 940
Территории, подверженные дегумификации почв.	4,1	49 930
Территории, подверженные развитию просадочных явлений	2,2	26 580

Заключение

Адаптация принципов эколого-генетической оценки и картографирования опустынивания для целей анализа явления опустынивания в Российской Федерации и составленный на этой основе "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова РФ (1:2500000)" является первым опытом работы в области оценки опустынивания в РФ по единой методике. Поэтому полученные результаты скорее следует рассматривать как предварительные и имеющие в основном научную ценность результаты, как пример возможной реализации и адаптации принципов эволюционной эколого-генетической концепции опустынивания для целей региональной и крупнорегиональной оценки. Эту работу планируется в дальнейшем продолжить в следующих направлениях.

1) Разработать (взамен экспертной оценки) автоматизированный (или полуавтоматизированный) алгоритм диагностики параметров опустынивания (направлений, степени и скорости). Цель - автоматизированный мониторинг опустынивания.
2) Создание информационной базы данных по индикаторам опустынивания, совместимой с электронными картами. Цель - расширение объема обрабатываемой информации, уточнение площадей и границ территорий, подверженных опустыниванию.
3) Расширение набора индикаторов опустынивания за счет исследования геоморфологических, гидрогеологических, геоботанических, агрохимических и социально-экономических параметров. Цель - установление степени необратимости деградационных процессов, экономическая оценка ущерба и калькуляция затрат на организацию мероприятий по борьбе с опустыниванием.
4) Создание карт более крупного масштаба на отдельные регионы
5) Автоматизированная обработка космической информации с целью оценки и мониторинга опустынивания

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис.1. Схема взаимодействия факторов, агентов, условий и результатов опустынивания.

Рис.2. Уровни негативных воздействий и изменений, вызванных ирригацией как агентом опустынивания.

Рис.3 Ирригация, водозабор

Рис.4. Ирригация, орошаемое земледелие.

Рис.5. Ирригация, обводнение

Рис.6. Отгонное животноводство

Рис.7. Техногенное воздействие, буровые работы

Рис.8. Техногенное воздействие, прокладка линейных сооружений

Рис.9 Сведение древесно-кустарниковой растительности.

Рис.10. Схема динамических смен растительности дельт на прирусловых валах. А. Древесно-тугайный вариант.

Рис.11. Схема динамических смен растительности дельт на прирусловых валах. Б. Вариант луговой.

Рис.12. Схема динамических смен растительности дельт в межрусловых понижениях.

Рис.13. Схема динамических рядов растительности дельт на склонах прирусловых валов

Рис.14. Схема динамического ряда зарастания песков.

Рис.15. Схема динамических рядов опесчанивания и замоховения

Рис.16. Схема динамического ряда эволюции растительности морских террас.

Рис.17. Схема генезиса и эволюции гидроморфных почв современной дельты Сырдарьи (по Каражанову, 1977)

Рис.18. Эволюция почвенного покрова приморской части дельты Амударьи в связи с антропогенным воздействием (по Жоллыбекову, 1987)

Рис.19 Динамика засоления почв прирусловых валов (пояснения в тексте).

Рис.20. Схема "террасированной" дефлированной поверхности на обсыхающих прирусловых валах.

Рис.21. Схема постгидроморфной эволюции почв на прирусловых валах

Рис.22 Динамика засоления почв склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям (пояснения в тексте).

Рис.23. Схема постгидроморфной эволюции почв современных опустынивающихся дельт Приаралья на склонах к межрусловым понижениям

Рис.24. Динамика засоления почв межрусловых понижений и обсыхающих озерных депрессий (пояснения в тексте).

Рис.25. Схема постгидроморфной эволюции почв межрусловых понижений и озерных депрессий.

Рис.26. Схема естественной эволюции почв на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь.

Рис.27 Изменение почвенных процессов на прирусловых валах на грунтах легкой литологии при быстром опускании УГВ

Рис.28 Изменение почвенных процессов на прирусловых валах на слоистых грунтах при быстром опускании УГВ

Рис.29 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при слабоминерализованных грунтовых водах и быстром опускании УГВ

Рис.30 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при слабоминерализованных грунтовых водах и медленном опускании УГВ

Рис.31 Изменение почвенных процессов на склонах прирусловых валов при сильноминерализованных грунтовых водах (отличительные особенности)
Рис.32 Изменение почвенных процессов в межрусловых понижениях в условиях плохой отточности сильноминерализованных грунтовых вод
Рис.33 Изменение почвенных процессов в межрусловых понижениях в условиях плохой отточности слабоминерализованных грунтовых вод
Рис.34 Изменение почвенных процессов в межрусловых понижениях в условиях хорошей отточности слабоминерализованных грунтовых вод
Рис.35. Изменение основных почвенных процессов на древнедельтовых такыровидных равнинах Приаралья.
Рис.36. Изменение процессов почвообразования на территориях древних дельт и современных пустынь: А - при подтоплении и затоплении почв коллекторно-дренажными водами; Б – при перевыпасе и вырубках.
Рис.37. Схема антропогенной деградационной эволюции почв на территории древних опустыненных дельт и современных пустынь.
Рис.38. Схема эволюции почво-грунтов обсохшего дна моря.
Рис.39. Отличительные особенности процессов почвообразования на грунтах легкой литологии обсыхающего дна Аральского моря
Рис.40. Отличительные особенности процессов почвообразования на грунтах тяжелой литологии обсыхающего дна Аральского моря
Рис.41. Основные направления эволюции почв и почвенного покрова в современных "живых" и опустынивающихся дельтах
Рис.42. Основные направления эволюции почв и почвенного покрова в современных пустынях и древних опустыненных дельтах
Рис.43. Виды эволюционных состояний почв и почвенного покрова в Приаралье
Рис.44. Почвенный покров дельты Амударьи
Рис.45. Почвенный покров Гуляевской дельты р. Чу (по Ж.У.Аханову, 1987)
Рис.46. Почвенный покров Приаралья
Рис.47. Почвенный покров Приаралья
Рис.48. Изменение соотношения обводняемых площадей в бассейне Аральского моря
Рис.49. Разнообразие путей эволюции почв современных территорий опустынивающихся дельт Приаралья при опускании грунтовых вод (ГВ).
Рис.50. Схема классификации опустынивания
Рис.51. Диагностические ряды для оценки степени опустынивания почв и растительности.
Рис.52. Обобщенные схемы постгидроморфной эволюции почвенного покрова пустынных, полупустынных и степных областей.
Рис.53. Соотношение основных почвенных процессов в почвах конечных стадий аутоэволюции.
Рис.54. Соотношение основных почвенных процессов в почвах промежуточных стадий аутоэволюции.
Рис.55. Обобщенные схемы эволюции педокатен обсыхающих водно-аккумулятивных равнин
Рис. 56. Распространение аридных биоклиматов в России по индексу сухости М.И.Будыко (по Б.В.Виноградову, 1997)
Рис.57. Распространение опустынивания в России (по материалам Государственного доклада Госкомзема за 1994 год)
Рис. 57а. Распространение засух, сухие и засушливые регионы на территории бывшего СССР (по Н.Ф.Глазовскому и Н.С.Орловскому, 1996)

Рис.58. Схема направлений изменения почвенных свойств при строительстве оросительных систем
Рис.59. Схема направлений изменения почвенных свойств при орошении
Рис.60. Схема направлений изменения почвенных свойств при отгонном животноводстве
Рис.61. Схема направлений изменения почвенных свойств при богарном земледелии
Рис.62. Схема направлений изменения почвенных свойств при богарном земледелии

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1. Распространение различных групп причин опустынивания по генетически однородным типам территорий Приаралья.
Таблица 2. Схема развития рельефа дельт при опустынивании
Таблица 3. Схема развития рельефа обсохшего дна Аральского моря при опустынивании
Таблица 4. Схема развития посттакырового эолового рельефа
Таблица 5. Схема нарушений рельефа в Приаралье под воздействием пастбищной дигрессии
Таблица 6. Схема эволюции и систематики почв современной обсыхающей дельты Амударьи
Таблица 7. Схема формирования почвенного покрова в низовьях Амударьи (по Хакимову и Деевой, 1986)
Таблица 8. Систематический список почв, формирующихся в естественных ландшафтах Приаралья.
Таблица 9. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территорий прирусловых валов.
Таблица 10. Морфологическая диагностика луговых типичных, болотно-луговых и лугово-болотных почв.
Таблица 11. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территории пологонаклонных равнин склонов от прирусловых валов к межрусловым понижениям и озерным депрессиям
Таблица 12. Изменение некоторых признаков почв и условий почвообразования в процессе опустынивания территории межрусловых понижений и озерных депрессий
Таблица 13. Эволюционные состояния почв и почвенного покрова в Приаралье
Таблица 14. Сравнительные данные по состоянию почвенного покрова дельты Амударьи, % (составлено по данным Кимберга и др., 1964, Попова и др., 1985).
Таблица 15. Гомеостатичность различных типов территорий Приаралья
Таблица 16. Территории современных дельт Амударьи и Сырдарьи, подверженных современному интенсивному опустыниванию (фрагмент расширенной легенды)
Таблица 17. Распространение основных причин опустынивание на исследуемой территории Южного и Восточного Приаралья
Таблица 18. Преобладающие направления опустынивания в Приаралье.
Таблица 19. Скорость деградации/опустынивания почвенного и растительного покрова в Приаралье
Таблица 20. Степени опустынивания почв и растительности (по доминирующим типам опустынивания)

Таблица 21. Почвенный покров опустынивающихся и остепняющихся территорий (% площадей). По материалам работ Кимберга (1964), Попова с соавт. (1985), Тюменцева и др. (1975) с дополнениями автора

Таблица 22. Географически замещающие аналоги почв эволюционного ряда остепняющихся и опустынивающихся водно-аккумулятивных равнин в разных почвенно-климатических зонах.

Таблица 23. Характерные времена почвообразования при эволюции почв обсыхающих водно-аккумулятивных равнин

Таблица 24. Диагностические шкалы для оценки опасности и степени опустынивания/деградации почвенного покрова:

Таблица 25. Общие сведения о картографируемой территории (кв. км)

Таблица 26. Распространение ведущих причин опустынивания.

Таблица 27. Распространение причин опустынивания (общая площадь, охваченная воздействием [кв. км и % от общей площади подверженной воздействию])

Таблица 28. Распространение главных потенциально опасных направлений деградации почвенного покрова.

Таблица 29. Распространение потенциально опасных направлений деградации почвенного покрова (общая площадь, охваченная воздействием в кв. км и % от площади территории, подверженной опустыниванию).

Таблица 30. Распространение актуальных направлений опустынивания/ деградации почвенного покрова.

Таблица 31. Распространение актуальных направлений деградации почвенного покрова (общая площадь, охваченная воздействием в кв. км и % от площади территории, подверженной опустыниванию).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АН СССР	Академия наук СССР
ГИС	геоинформационные системы
ГЛАСОД или GLASOD	Программа глобальной оценки деградации почв
ГВ	грунтовые воды
ЕС	показатель электропроводности
КБО	Международная Конвенция по борьбе с опустыниванием и засухами
КДВ	коллекторно-дренажные воды
КДС	коллекторно-дренажные системы
ЛГР	ландшафтно-генетический ряд
МГУ	Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
ОГАН	Отдел географии Академии наук (Узбекистана)
ООН	Организация Объединенных наций
ППК	почвенный поглощающий комплекс
РАН	Российская Академия наук
РФ	Российская Федерация
СССР	Союз Советских Социалистических Республик
УГВ	уровень грунтовых вод
ФАО	Организация ООН по продовольствию и сельскому хозяйству
ЮНЕП или UNEP	Программа ООН по окружающей среде
ЮНЕСКО	Программа ООН по образованию, науке и культуре
ЮНКОД или UNCOD	Конференции ООН по опустыниванию в Найроби (1977)
UNCED	Конференция ООН по окружающей среде и развитию

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.

Абдуллаев С. Изменение солевого состава почв устьевой части Амударьи в связи с понижением уровня Аральского моря // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент,1990. С. 192.

Аверьянов О.А. Особенности ирригационной эрозии и борьба с ней // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 95-98.

Аветян С.А., Куст Г.С. К вопросу об организации эколого-генетических исследований в области диагностики осолонцевания, осолодения и слитизации почв. // Оптимизация, прогноз и охрана природной среды. Тез. докладов. М. 1986.

Агроклиматические ресурсы Калмыцкой АССР. Справочник. Л., 1974. 171 с.

Агроклиматические ресурсы Курганской области. Справочник. Л., 1974.138 с.

Агроклиматические ресурсы Ростовской области. /Справочник/, 1972. стр. 5-27, 250-260.

Агроклиматический справочник по Дагестанской АССР. - Л.: Гидрометеоиздат, 1963. 72 с.

Агроклиматический справочник по Курганской области. Л., 1959. 112 с.

Агроклиматический справочник по Омской области. Л., 1959. 228 с.

Агроклиматический справочник по Ставропольскому краю. - Л.: Гидрометеоиздат, 1956.

Агрономические указания к проведению полевых работ в Ростовской области в 1984 г. Р/нД.,1983.

Адерихин П.Г. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая агропроизводственная характеристика.- Воронеж: Изд-во ВГУ, 1963.-264 с.

Адерихин П.Г., Королев В.А., Шевченко Г.А. Влияние орошения на основные физические физические и некоторые водно-физические свойства обыкновенных черноземов Воронежской области. // Мелиорация и рекультивация почв центрального Черноземья. - Воронеж, ВГУ, 1984, с. 4 - 14.

Акаев Б.А. и др. Геология и полезные ископаемые Дагестана. - Махачкала, Даг. кн. изд-во, 1976. 234 с.

Акимцев В.В. Почвы Прикаспийской низменности Кавказа.- Ростов н/Д, 1957.- 492 с.

Акрамов З.М., Рафиков А.А. Прошлое, настоящее и будущее Аральского моря. Ташкент: Мехнат, 1989. 144 с.

Акчурина Р.М. Почвы юго-востока Европейской части СССР. 1981.

Алабушев В.А., Ткачева Н.А. Почвенно-климатическое районирование Ростовской области. //Сб.н.тр.Донского с/х института. 1975. стр. 3-9.

Александрова В.Д., Базилевич Н.И. и др. Природные районы Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С. 161-202.

Александрова В.Д., Гуричева Н.П., Иванина Л.И. Растительный покров и природные кормовые угодья Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С. 135-160.

Александрова В.Д., Гуричева Н.П., Иванина Л.И. Схема геоботанического районирования Алтайского края (без Горно-Алтайской АО)//Природное районирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С.157.

Александровский А.Л. Палеогеография и история почв поймы // Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Почвенный покров пойм и дельт рек». М., 1984. С. 14.

Алексеева Н.Н., Глушко Е.В., Масленникова И.Н., Птичников А.В. Ландшафтная индикация процессов опустынивания по космическим снимкам // Космические методы изучения биосферы. М.: Наука, 1990. с. 23.

Андрианов Б.В. Из истории орошения в бассейне Аральского моря // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., АН СССР, 1991. С. 101.

Андрианов Б.В., Кесь А.С. Развитие гидрографической сети ирригации на равнинах Средней Азии // Проблемы преобразования природы Средней Азии. М.: Наука, 1967.

Анисимов И.Г. Использование космических снимков при изучении почв Южного Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 134.

Аральский кризис (историко-географичекая ретроспектива).М., АН СССР, 1991. 310 с.

Архангельский А.Д. Геологические исследования в низовьях р. Амударьи // Тр. гл. геолого-разв. упр. ВСНХ СССР. Вып. 12.1931.

Антипанова Е.М. Изменение состава поливной воды на оросительных системах юга ЕТС. // Гидротехника и мелиорация. 1986. ном.7. стр. 51-56.

Антипов-Каратаев И.Н., Филиппова В.Н. Влияние длительного орошения на процессы почвообразования и плодородие почв степной полосы Европейской части СССР (черноземы и каштановые почвы). - М.: АН СССР, 1955. 208 с.

: АН СССР, 1955. 208 с.

Антропогенная и естественная эволюция почв и почвенного покрова. //Материалы (тезисы) Всесоюзного совещания 10-12 января 1989 г. Москва-Пущино. 1989. стр. 90-93, 112-115, 243, 244, 245, 256-259.

Антыков А.Я., Стоморев А.Я. Почвы Ставрополья и их плодородие. - Ставрополь: Ст. кн. изд., 1970. 416 с.

Аридные экосистемы. Изд-во РАН. Москва, 1996. Том 2, номер 2-3. 206 с.

Астапов А.П., Черепанов Ю.П. Четвертичные отложения //Почвы Тюменской области. Новосибирск, 1990. С. 8.

Аханов Ж.У. Водно-солевой режим почв низовьев р. Чу. АН Каз ССР, Алма-Ата: Наука, 1971.

Аханов Ж.У. Почвообразование в дельтовых равнинах южного Казахстана. АН Каз ССР. Алма-Ата: Наука, 1987.

Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Эволюция почв Среднерусской лесостепи в голоцене // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 163.

Ахтырцев Б.П., Лепин И.А. Именение водно-солевого режима, свойств почв и урожайности сельскохозяйственных культур под влиянием орошения на Окско-Донской равнине. // Мелиорация и рекультивация почв Центрального Черноземья. Воронеж. 1984. стр.14-28.

Ахтырцев Б.П., Соловиченко В.Д. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование.- Воронеж: ВГУ, 1984.- 268 с.

Аэрофотографическое эталонирование и экстраполяция. М.:Наука, 1967. 157 с.

Бабаев А.Г. Аридные территории СССР и их производительные силы // Освоение аридных территорий и борьба с опустыниванием: комплексный подход. ЮНЕП-ЮНЕПКОМ-ЦМП. М., 1986. С. 120.

Бабаев А.Г., Горелов С.К. Проблемы геоморфологии пустынь. Ашхабад: Ылым, 1990. 156 с.

Баламирзоев М. Почвы Предгорного Дагестана и их рациональное использование.- Махачкала: Даг.кн.из-во, 1974.- 60 с.

Баламирзоев М. Эффективное использование предгорных земель.- Махачкала: Даг.кн.из-во, 1982.- 90 с.

Базилевич Н.И, Карманов И.И., Розанов А.Н. Почвенно-географические районы Алтайского края//Почвы Алтайского края М.,1959. 380 с.

Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность почвеннорастительных формаций СССР // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1986. № 2. С. 49.

Байпаков К., Грошев В.Г. Историческая динамика ирригации на средней Сырдарье // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 173.

Байрамов С.Б. Эоловое рельефообразование пустынь и борьба с подвижными песками // Актуальные вопросы освоения и преобразования пустынь СССР. Ашхабад: Ылым, 1981. С.84.

Байрамова Э., Абдуллаев С.А., Киличев Р. Современное состояние земельных ресурсов КК АССР, охрана их от загрязнения и засоления // Материалы 1 съезда почвоведов Узбекистана. т.II.Ташкент, 1990. С. 279.

Балаш А.П. Приазовские степи правого берега Дона. Р/нД. 1961. стр. 14-19, 180-182.

Балков В.А. Изменение условий формирования и использования водных ресурсов Башкирии в связи с хозяйственным осоением ее территории // Природопользование на Южном Урале. Уфа, 1985. С. 13-26.

Балясный В.И. Почвы саксаульников Северо-Устюртского прогиба // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 168

Бананова В.А. Антропогенное опустынивание аридных территорий Калмыкии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. АН Туркменистана. Институт пустынь. Ашхабад, 1992.

Бананова В.А. Методы изучения очагов опустынивания на пастбищах Западного Прикаспия // Проблемы освоения пустынь. 1987, N 4. С.58-61.

Бананова В.А. Общие черты растительного покрова Калмыцкой АССР // Экологические проблемы Прикаспийской низменности. Махачкала, 1991.

Бананова В.А. Современное состояние и прогноз антропогенного опустынивания на территории Калмыцкой АССР // Бюлл. МОИП, отд. Биологии, т.95, вып.2, 1990, с.108-118.

Бананова В.А., Горбачев Б.Н. Растительный мир Калмыкии. Элиста, 1977. 141 с.

Банасевич Н.Н., Зонн С.В. и др. Процессы засоления и рассоления почв в связи с грунтовыми водами, их засолением и влиянием Каспийского моря. - Махачкала, изд. ВАСХНИЛ, 1934.

Бахарева А., Терпугов А. Агрохимичесая характристика почв и применение удобрений в Курганской области. Челябинск, 1969. 116 с.

Бахарева А.Ф. Комплексность почвенного покрова Курганской области // Сборник научных работ Курганского с/х института, вып. 4. Курган, 1958. С.133-138.

Бахарева А.Ф. Краткая характеристика природных подзон и почвенных районов Курганской области // Материалы по изучению природных подзон и почвенных районов Курганской области. Уфа, 1960. С.61-67.

Бахарева А.Ф. Почвы Курганской области. Курган, 1959.

Бахарева А.Ф. Карта почвенных районов Курганской области (1:2000000). Курган, 1959. 154с.

Бахарева А.Ф. Схематическая карта подзон и почвенных районов Курганской области//Агрохимическая характеристика почв и применение удобрений в Курганской области. Челябинск, 1969. С.15.

Бахарева А.Ф. Схематическая карта почвенных районов Курганской области//Материалы по изучению природных подзон и почвенных районов Курганской области. Уфа, 1960. С. 62.

Бахарева А.Ф. Схематическая почвенная карта Курганской области (1:1000000). Курган, 1959. 154с.

Бахиев А.Б. Экология и смена растительных сообществ низовьев Амударьи. Ташкент: Фан, 1985. 192 с.

Бахиев А.Б., Бутов К.Н., Таджитдинов М.Т. Динамика растительных сообществ юга Аральского моря. Ташкент, 1977.

Бахиев А.Б. и др. Динамика растительных сообществ юга Приаралья в связи с изменением гидрорежима Аральского бассейна. Ташкент, 1977.

Бахиев А., Викторов С.В., Сагитов Б.Н. и др. Флористические и эколого-ботанические исследования в Каракалпакии: в 3-х тт. Т.1. Ташкент: Фан, 1987. 271 с.

Бекимбетов Н., Джаманкараев С.Д. Оросительные каналы в низовьях Амударьи и улучшение их режима работы. Нукус: Каракалпакстан, 1986. 120 с.

Бельгибаев М.Е. Рациональное использование и охрана природных ресурсов Северного и Центрального Казахстана. Алма-Ата:Кайнар, 1981. С. 34—.

Бельгибаев М.Е., Некрасова Т.Ф. Опустынивание почв Восточного Приаралья. Личное сообщение на техническом совещании по проекту СССР/ЮНЕП SEPAR. Москва, 1991. 7 с.

Бейром С.Г., Гармонов И.В. и др. Подземные воды Алтайского края и их роль в сельскохозяйственном водоснабжении (без Горно-Алтайской АО) // Природное райоирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С. 99-134.

Беляев И.П. Гидрология дельты Терека. - М.: Гидрометеоиздат, 1963. 208 с.

Берг Л.С. Аральское море // Изв. Туркест. отд. Русск. геогр. общ. Т.5. 1908

Беспалов Н.Ф. Современно мелиоративное состояние орошаемых земель Средней Азии и пути его улучшения // Докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 103.

Бизнес-карта-95. Россия. Сельское хозяйство. Северный Кавказ. Том 5. - М.: изд. Бизнес-карта, 1995. 616 с.

Биогеографические аспекты опустынивания. Сб. ст. 1985.

Биоэкологические основы использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. Алма-Ата: Наука, 1968.

Блажний Е.С. Почвы дельты р.Кубани и прилегающих пространств.- Краснодар, 1971.- 275 с.

Богданова Н.М., Кабулов С.К. Изменение природных условий при снижении уровня моря в юго-восточном Приаралье // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 3. С. 3.

Богомолов Д.Е. Почвы Башкирской АССР. М., 1954. 296 с.

Богомолов Д.В. Орографические районы Башкирской АССР // Лесостепные почвы Башкирской АССР, их генезис и производственная характеристика. М., 1964. С. 13.

Богомолов Д.В. Схематическая карта механического состава почв Башкирской АССР // Лесостепные почвы Башкирской АССР, их генезис и производственная характеристика. М., 1964. С. 79.

Богомолов Д.Е., Туровцев М.М. Почвенная карта Башкирской АССР (1:1500000) // Почвы Башкирской АССР. М., 1954. 296 с.

Богомолов Д.Е., Туровцев М.М. Схема агропочвенных районов Башкирской АССР (1:2000000) // Почвы Башкирской АССР. М., 1954.296 с.

Болышев Н.Н. Происхождение и свойства почв полупустыни.М.: Изд-во МГУ, 1972. 196 с.

Борисов В.И. О районировании речных вод Краснодарского края по их химическому составу //Вопросы географии северозападного Кавказа и Предкавказья.- Краснодар, 1973.- С.64-82

Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сыр-Дарьи и северные Кызылкумы. Т.I. Алма-Ата: Наука, 1958. 514 с.

Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сырдарьи и северные Кызылкумы. Т. 1, 2. Алма-Ата, АН Каз ССР, 1959.

Боровский В.М., Погребинский М.А. Формирование почв континентальных дельт и их мелиорация // Плодородие и мелиорация почв СССР. 1964.

Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. М.:

Наука, 1978.

Боровский В.М. Усыхание Аральского моря и его последствия.// Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. № 5. С. 35—.

Борьба с эрозией и дефляцией почв в Ростовской области.(Рекомендации). Р/нД. 1974.

Бугаков П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. Красноярск, 1981. 128 с.

Бугаков П.С., Горбачева С.М., Чупрова В.В. Схема природных зон южной части Красноярского края // Почвы Красноярского края. Красноярск, 1981. 128 с.

Будаев Х.Р., Будаева С.Э., Дамбиев Э.Ц. Защитное лесоразведение в Бурятской АССР. Улан-Уде, 1982. 184 с.

Будыко М.И. Изменение климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1974.280 с.

Бутаков А.И. Дельта и устья Амударьи. Отечественные записки. Т.164. 1866.

Бухтояров А.П.,Васильченко Н.К. Что имеем, как храним. Природные ресурсы Зауралья: Сборник экологических очерков. Курган, 1993. 174 с.

Бушинский В.П. Почвы Сталинградской губернии.- М. Изд-во ГИЗО, 1929. 221 с.

Быков Б.А. Общие физико-географические условия растительности Северного Приаралья // Биоэкологические основы использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. Алма-Ата, 1968. С.5.

Быков Б.А. Экологический словарь. Алма-Ата: Наука, 1983.216 с.

Вадюнина А.Ф. Агрофизическая и мелиоративная характеристика каштановых почв юго-востока Европейской части СССР. М. 1970.

Вайлерт Г.И., Муравьева Н.Т., Фелициант И.И., Шелаев А.Ф. Почвы левобережной части низовьев Амударьи. Ташкент, 1961. 182с.

Вайнберг Б.И. Древняя история обводнения Присарыкамышской дельты Амударьи в свете археологических работ последних десятилетий // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 123.

Вакулин А.А. Пески Сталинградской обл. и их освоение.- Сталинград, 1955.

Вальков В.Ф. Экология почв Ростовской области. Р/нД. 1994. стр. 10-19, 43-79.

Вальков В.Ф. Экология почв Ростовской области.- Ростов н/Д: Изд. Сев.-Кавк. научн. центра высш. шк., 1994.- 79 с.

Вальков В.Ф., Клименко Г.Г., Полуэктов А.А. Эрозия почв // Охрана почв. - Ростов н/Д. 1983. стр. 65-88.

Варламов Н.Е. Вторичное засоление орошаемых земель Волго-Донского междуречья // Почвоведение. 1972. Т. 2. С. 112-121.

Варминг Е. Распределение растений в зависимости от внешних условий (экологическая география растений). СПб, 1902.

Вафин Р. и др. Прогнозирование минерализации воды. Хлопководство. 1984. № 2.

Величко А.А. Морозова Т.Д. Палеогеографические основы истории формирования современного почвенного покрова // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 22.

Верник Р.С., Майлун З.А., Момотов Н.Ф. Растительность низовьев Амударьи. Ташкент: Фан, 1964. 212 с.

Викторов С.В. Аэроландшафтная индикация последствий деятельности человека в пустыне. М.: Наука, 1973. 119 с.

Викторов С.В., Чикишев А.Г. Ландшафтно-генетические ряды и их значение для индикации природных и антропогенных процессов // Ландшафтная индикация природных процессов. М., 1976. С. 27.

Викторов С. В., Чикишев А. Г. Ландшафтная индикация и ее практическое применение. М.: МГУ, 1990. 198 с.

Виноградов Б.В. Космические методы изучения природной среды. М.: Мысль, 1976. 285 с.

Виноградов А.В., Мамедов Э.Д. Изменения климата и ландшафтов междуречья Амударьи и Сырдарьи // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 66.

Виноградов Б.В., Попов В.А. Вероятностный прогноз динамики экосистем дельты Амударьи // География и природные ресурсы.1982. № 3. С. 38.

Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг динамики опустынивания Черных земель Калмыкии по повторным съемкам // Проблемы освоения пустынь. 1987, N 3.

Виноградов Б.В. и др. Динамический мониторинг деградации и восстановления пастбищ Черных земель Калмыкии // Проблемы освоения пустынь.1990, N 1, с. 10-19.

Виноградов Б.В. и др. Картографирование климатической аридности территории Калмыкии // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста, 1995. С. 253-258.

Виноградов Б.В. Современная динамика и экологическое прогнозирование природных условий Калмыкии // Проблемы освоения пустынь. 1993, N 1, с. 29-37.

Владимиров В.Х., Шиятый Е.И. Опустынивание темно-каштановых почв // Тез. докл. респ. конф. Казахстана «Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана». Алма-Ата, 1991. С. 21.

Волкова В.Г., Кочуров Б.И., Хакимзянова Ф.И. Современное состояние степей Минусинской котловины. Новосибирск, 1979. 96 с.

Волковинцер В.И., Гаджиев И.М., Ковалев Р.В., Курачев В.М. Почвенный покров Сибири: Особенности формирования, хозяйственные и экологические аспекты использования // Проблемы почвоведения в Сибири. Новосибирск, 1990. С. 143-151.

Вопросы географии Северо-западного Кавказа и Предкавказья.- Краснодар, 1973.- 180 с.

Вопросы земледелия и борьбы с эрозией почв в степных и лесостепных районах СССР. // Материалы выездной сессии ВАСХНИЛ. 1958.

Вопросы структуры и динамики природных комплексов. Сб.ст. 1977.стр.82-86.

Воробьев А.В. Земельные ресурсы // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 16-23.

Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1963. 374 с.

Вухрер В.В. Сингенез растительности осушенного дна Аральского моря. Автореф. канд. дисс. по специальности 03.00.05 —ботаника. Томск. ГУ, 1986. 19 с.

Гаврилюк Ф.Я. Почвы западной части Доно-Манычского водораздела и перспективы их орошения. // Ученые записки Р/нД гос. университета, Т.18. 1952. стр. 81-110.

Гаврилюк Ф.Я. Почвы районов орошения Ростовской области. Р/нД. 1951. стр. 3-10, 14,15.

Гаврилюк Ф.Я. Почвы Ростовской области. В помощь преподавателю биологии в школе. 1949.стр.3-15.

Гаврилюк Ф.Я. Почвы Ростовской области.- Ростов н/Д: Рост. обл. кн. из-во, 1949.- 84 с.

Гаврилюк Ф.Я. Черноземы Западного Предкавказья.- Харьков: Изд.ХГУ, 1955.- 148 с.

Гантимуров И.И. Почвы Новосибирской и Томской областей (Учебное пособие). Новосибирск, 1971, 20 с.

Гареев А.М., Максютов Ф.М. Природно-мелиоративное районирование территории Башкирской АССР // Природопользование на Южном Урале. Уфа, 1985. С. 32-36.

Гареев А.М., Максютов Ф.М. Схема природно-мелиоративного районирования БАССР // Природопользование на Южном Урале. Уфа, 1985. С. 34.

Гарифуллин Ф.Ш. Физические свойства почв и их изменение в процессе окультуривания. - М.: Наука, 1979. 156 с.

Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Карта антропогенных ландшафтов дельты Сырдарьи 1: 200 000. Алма-Ата. Ин-т географии, 1988 (фондовые материалы).

Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Карта антропогенных категорий ландшафтов Казахстанского Приаралья 1: 500 000. Алма-Ата. Ин-т географии, 1988 (фондовые материалы).

Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Пространственно-временные изменения ландшафтов Приаралья под воздействием опустынивания. Материалы к совещанию по проекту СЕПАР (СССР-ЮНЕП). Фонды кафедры общего почвоведения факультета почвоведения Москва, МГУ,1991. 10 с.

Генезис и классификация полупустынных почв.- М., 1966.

Генезис и плодородие почв южных регионов и их использование. //Научные труды ВАСХНИЛ. М. 1987. стр.76-82.

Геннадиев А.А., Пузанова Т.А., Герасимова М.И. Естественная и антропогенная эволюция почвенного покрова Западного Прикаспия //Вестн.МГУ, сер. геогр., N 1, 1993.- С.98- 105.

Геннадиев А.Н. Изменчивость во времени свойств черноземов и эволюция природной среды. (Ставропольская возвышенность). // Вестник МГУ, серия география. - М.: МГУ, 1984, N 5, с. 10 - 16.

Геннадиев А.Н., Пузанова Т.А. Эволюция почвенного покрова Западного Прикаспия в голоцене // Почвоведение, 1994, N 2, с. 5-15.

Геннадиев А.Н., Иванов И.В. Эволюция почв и палеопочвоведение: проблемы, концепции, методы изучения // Почвоведение,1989. № 10. С. 34.

Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: Изд-во МГУ, 1990. 232 с.

Геннадиев А.Н. Пространственно-временные модели развития почв // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 67.

Генусов А.З. Развитие такыров и такыровых комплексов на древнеаллювиальных равнинах // О развитии почвенного покрова на древнеаллювиальных равнинах Средней Азии. Ташкент, АН УзССР,1958.

Геоморфологическая карта СССР. М-б 1:2500000. Гл. ред.Асеев А.А. - М.: ГУГК, 1981.

Геоморфологическое районирование СССР. Под общ.редакцией Григорьева А.А. // Труды комиссии по естественно-историческому районированию СССР. Т.2, вып. 1, - М-Л., АН СССР, 1947. 172 с.

Георгиевский Б.М. Южный Хорезм. Геол. УзССР. Т.2. 1937.

Герасимов И.П., Иванова Е.Н., Тарасов Д.Н. Почвенно-мелиоративный очерк дельты и долины р.Амударьи // Тр. СОПС АН СССР. Сер. Кара-Калпакская. Вып. 6. 1935.

Герасимов И.П. Опыт генетической диагностики почв СССР на основе элементарных почвенных процессов. // Почвоведение, 1975, N 5, с. 3 - 9.

Герасимов И.П., Кузнецов Н.Т., Кесь А.С., Городецкая М.Е. Проблема Аральского моря и антропогенного опустынивания Приаралья // Проблемы освоения пустынь. 1983. № 6.

Герасимова М.И., Губин С.В., Шоба С.А. Микроморфология почв природных зон СССР. Пущино, 1992. 200 с.

Гидродинамическая карта дельты Сырдарьи. 1:200000. Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Гидрогеологическая карта СССР. М-б 1:2500000. Под ред.

Маринова Н.А., Духаниной В.И. - М.: ГУГК, 1964.

Гидрогеология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. Гл. ред. Сидоренко А.В. - М.: Недра, 1968. 488 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. том.VII, Аральское море. Под ред. В.Н.Бортника, С.П.Чистяевой. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 196 с.

Гипсометрия и орография Башкирской АССР // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 18.

Гиршфельд К., Галкин М.Н. Военно-статистическое описание Хивинского оазиса. Вып. 1. Ташкент, 1902.

Глазовский Н.Ф. Аральский кризис. Причины возникновения и пути выхода. М.: Наука, 1990. 136 с.

Глинка К.Д. Почвенные районы юго-востока России. 1929.

Глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта. Туркменская ССР. Карта 1:600000. Серия тематических среднемасштабных карт «Природно-мелиоративная и сельскохозяйственная оценка Срединного региона СССР». Пущино, 1978.

Глуздаков С.И. Растительность // Природа Новосибирской области и ее охрана. Новосибирск, 1976, С. 47-59.

Глуховской А.И. Пропуск вод р. Аму-Дарьи по старому руслу в Каспийское море. СПб., 1893.

Глушко Е. В. Опыт эталонирования антропогенных изменений природной среды по космическим снимкам // Исследование Земли из космоса. 1980. № 4. С. 35.

Глушко Е. В. Изучение антропогенных изменений земельных ресурсов по космическим снимкам // Антропогенное изменение земельных ресурсов зарубежных стран. М.: ВИНИТИ, 1981. Т. 10.С. 144.

Глушко Е. В. Космические методы изучения современных ландшафтов материков. М.: МГУ, 1988. 118 с.

Глушко Е.В., Птичников А.В. Легенда к карте ландшафтов Южного и Восточного Приаралья 1:500000. Материалы к разработке карты опустынивания Приаралья по проекту СЕПАР. Фонды каф. общ. почвоведения МГУ. 1990.

Глянц М.Х. Засуха и экономическое развитие Присахарского региона Африки // Проблемы освоения пустынь. 1992. № 3. С. 27.

Глянц М.Х., Зонн И.С., Орловский Н.С. Об определении процесса опустынивания // Проблемы освоения пустынь. 1984. № 2.

Глянц М.Х., Кац Р.У. Африканская засуха и ее последствия: возродившийся интерес к повторяющемуся явлению // Проблемы опустынивания. Вып. 7. М.: ЦМП Госкомприроды СССР, 1989. С. 48— (перевод с английского).

Гоголев И.Н., Позняк С.П., Тортик Н.И., Августовская Е.Л. Эволюция черноземов, орошаемых водами опресненного озера Сасык. // Антропогенная и естественная эволюция почв и почвенного покрова. Материалы (тезисы) Всесоюзного совещания. - М.- Пущино, ВАСХНИЛ, 1989, с. 18 - 20.

Головлев А.А., Головлева Н.М. Почвы Чечено-Ингушетии.- Грозный: Изд. Книга, 1991.- 349 с.

Горбачев Б.Н. Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. Р/нД. 1974. стр.6-22, 30-55, 83-101.

Горбунов Н.И., Лабенец Е.М., Шарина Н.А. Минералогический и химический состав илистой фракции такыров и сопряженных с ними почв Кизил-Арватской подгорной равнины // Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного использования. 1956. С. 388.

Городецкая М.Е., Кесь А.С., Костюченко В.П. Современное состояние почвенно-мелиоративных условий осушенного дна Аральского моря // Докл. симп. 7-го делегатск. съезда ВОП. Ташкент,1985.

Горные страны Европейской части СССР и Кавказа. Отв. ред. Думитрашко Н.В. - М.: Наука, 1974. 360 с.

Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири. М., 1955. 592 с.

Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. М.: Недра, 1982.

Горячев А.В. Особенности минералогического состава почв Юго-Восточного Устюрта.//Почвоведение, 1999,6.

Государственная почвенная карта СССР. М-б 1:1000000. Под

общ. ред. акад. Л.И. Прасолова. Отв. ред. И.П. Герасимов. - М.:

АНСССР, 1951.Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель РФ за 1994 г. М., 1995. С. 50-51.

Градобоев Н.Д., Прудникова В.М., Сметанин И.С. Почвы Омской области. Омск, 1960. 376 с.

Градобоев Н.Д. Схематическая карта геоморфологических районов Хакасской автономной области (1:2500000) // Труды Южно-Енисейской комплексной экспедиции. Вып.3. М., 1954. С. 9.

Градобоев Н.Д., Прудникова В.М., Сметанин И.С. Почвенно-географические зоны и районы Омской области // Почвы Омской области. Омск, 1960. 376 с.

Граве М.К., Граве Л.М. Каракумский канал и природа пустыни. М.: Знание, 1981.

Градусов Б.П., Минашина Н.Г. Минералогический состав ила некоторых пустынных почв // Почвоведение. 1973. № 7. С. 123.

Гроздова О.И. Гидрохимический режим грунтовых вод на орошаемых землях восточного предкавказья и вопросы его прогноза. Автореф. канд. дис. - М.: МГУ, 1971.

Громов Л.В. Распространение лессов и лессовидных отложений в пределах Минусинской впадины (1:2000000) // Природные условия и сельское хозяйство Хакасской автономной области. М., 1954. С. 48-57.

Громов Л.В. Степи Хакасской автономной области (1:1500000) // Природные условия и сельское хозяйство Хакасской автономной области. М., 1954. С. 48-57.

Грязнова Т.П. Прогноз современных геоморфологических процессов на осушенном дне Аральского моря по данным дистанционных исследований // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 6. С. 66.

Губин С.В. Микроморфологическая диагностика бурых и серо-бурых почв Северного Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 127.

Гусинов А.Ф. и др. Опыт и перспективы использования песчаных земель в Волгоградской и Ростовской областях. //Сб.н.тр.ВНИИ агролесомелиорации . Волгоград. вып.2. 1984. стр.57-61.

Дагестанская АССР. Справочная общегеографическая карта.М-б 1:600000. Под ред. Гогоберишвили И.А. - М.: ГУГК, 1988.

Данилин А.Л. Интенсивность ветроэрозионных процессов в песках и на орошаемых землях Средней Азии // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 246.

Данилова Е.А., Сысоев С.И. О прогнозировании некотрых почвенных процессов при орошении каштановых почв Заволжья. // Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв. Ч. II. Почвы степной и сухостепной зоны. - М.: ВАСХНИЛ, 1973, с. 138 - 146.

Дегтярева Е.Т. Агропроизводственная группировка и характеристика почв.- Волгоград: Нижне-Волжское кн. из-во, 1981.- 160 с.

Дегтярева Е.Т., Жулидова А.Н. Почвы Волгоградской области.- Волгоград: Нижне-Волжское кн. из-во, 1970.- 320 с.

Демкин В.А. Иванов И.В., Максимюк Г.П. Почвы полупустынной зоны Северного Прикаспия и их изменения при орошении // Проблемы освоения пустынь. 1986. N 4. С. 10-18.

Демкин В.А., Иванов И.В. Особенности формирования карбонатного профиля почв сухостепной зоны юго-востока Европейской части СССР // Почвоведение, 1987, N 1, с. 35-43.

Демкин В.А., Иванов И.В. Развитие почв Прикаспийской низменности в голоцене. - Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1985. 164 с.

Демкин В.А., Иванов И.В., Максимюк Г.П. Почвы полупустынной зоны Северного Прикаспия и их изменение при орошении //Пробл. освоен. пустынь, 1986, N 4, с.10-18.

Демкин В.А. Лукашов А.В., Приходько В.Е. Развитие почв сухостепного Заволжья в голоцене и особенности освоения территории с древнейшего времени до наших дней // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 192.

Денисенко Ю.И., Чудина Т.В. Изменение свойств светло-каштановых почв в условиях интенсивного использования оршаемых земель. // Мелиорация и использование орошаемых земель степной зоны. - М.:======, 1988, с. 86 - 96.

Джанпеисов Р., Смагулов Т.А. Влияние дефляции на изменение почвенного покрова в пустынной зоне Западного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1983. № 3. С. 38.

Джиджиков В.Н., Процко М.Т. Почвы Центральной зоны Калмыцкой АССР. Элиста, 1965. 31 с.

Джиджиков В.Н., Степанец И.Т., Шарапов Б.Д. Почвы Калмыкии и пути их освоения. Элиста, 1972. 66 с.

Димеева Л.А. Флора и растительность побережий и осушенного дна Аральского моря. Канд. дисс. по специальности 03.00.05 —ботаника. Алма -Ата: Ин-т ботаники АН Казахстана, 1990. 27 с.

Димо Н.А., Никитин В.В., Ножин Л.Л. Почвенные исследования в бассейне р. Амударьи в 1912 г. Отд. зем. улучшений. Мин. земледелия, 1913.

Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. Москва. МГУ. 1984. 415 с.

Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В. Почвы Северного Дагестана. // Вестник МГУ, серия биология - почвоведение. 1972. N 4.

Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В. Проблемы изучения почв Прикаспийской низменности //Почвоведение, 1986, N 3, с.31-38.

Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В., Можарова Н.В., Быкова Е.П. Типизация структур почвенного покрова Дагестана и его антропогенная устойчивость. - Вестник МГУ, сер. почвоведение, 1984.

Добровольский Г.В., Федоров К.Н., Стасюк Н.В. Геохимия, мелиорация и генезис почв дельты Терека. М.: Изд-во МГУ, 1975. 247 с.

Долгопятова Н.Г., Сатаев А.С. К вопросу о включении в сельскохозяйственное производство земель, подверженных загрязнению химическими реагентами при бурении газовых скважин. // Основные пути повышения плодородия почв Ставрополья. Труды Ставропольского НИИСХ. - Ставрополь, НИИСХ, 1982, с. 150 - 158.

Дробов В.П. Тугайная древесная и кустарниковая растительность Каракалпакской АССР // Материалы по производительным силам Узбекистана. Вып.I. М.: Наука, 1950. С. 55—.

Долгопятова Н.Г., Сатаев А.С. К вопросу о включении в сельскохозяйственное производство земель, подверженных загрязнению химическими реагентами при бурении газовых скважин. // Основные пути повышения плодородия почв Ставрополья. Труды Ставропольского НИИСХ. - Ставрополь, НИИСХ, 1982, с. 150 - 158.

Дончева А.В., Марковская А.В. и др. Методика выявления и районирования природно-хозяйственных конфликтов экологического значения на территории СССР \\ Вестник МГУ, сер. география . 1989.- ....2 . С. 8-18.

Дончева А.В., Марковская А.В. и др. Типология и прогнозирование природно-хозяйственных конфликтов экологического значения \ в сборнике: “Географическое

прогнозирование и охрана природы” \\ под ред. Т.В. Звонковой и Н.С. Касимова. М.: Изд-во МГУ, 1990. С. 128-145.

Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни.- М.: Изд. Наука, 1979.- 144 с.

Дохман Г.И. Вопросы классификации степей. Ч.1,2. 1932. стр.305-307

Духовный В.А. Водохозяйственный комплекс в зоне орошения.Формирование. Развитие. М.: Колос, 1984.

Духовный В.А. и др. Возвратный сток в бассейне Сырдарьи // Гидротехника и мелиорация. 1983. № 3.

Егоров В.В. Образование приморских солончаков на маршевых террасах в Западном Прикаспии // Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорации. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева, т. XLIV. М., АН СССР, 1954. С. 187.

Егоров В.В. Почвообразование и условия проведения оросительных мелиораций в дельтах Арало-Каспийской низменности. М., АН СССР, 1959.

Егоров В.В., Зимовец Б.А. Почвенно-мелиоративная обстановка на орошаемых землях сухостепной и полупустынной зоны. - М., 1969.

Ерохина А.А. Почвы Оренбургской области.- М.: Изд. АН СССР, 1959.

Ерохина А.А. Схематическая карта почвенных районов юга Красноярского края (лесостепных котловин) (1:1000000) // Природные условия Красноярского края. М., 1961. С. 143-159.

Ешимбаев Д. Гидрохимическое состояние водоемов Каракалпакии в условиях водохозяйственных мероприятий в бассейне Амударьи. Ташкент: Фан, 1975. 88 с.

Жалгасбаев Ж., Жоллыбеков Б., Козлова Т.С., Новикова Н.М., Шенкарева М.Е. Структура современных ландшафтов и сукцессионные процессы на осушающемся побережье Аральского моря в районе дельты Амударьи // Вестник Каракалпакского филиала АН Узбекистана. 1980. N.3. С.18.

Жалгасбаев Ж., Жоллыбеков Б., Козлова Т.С., Новикова Н.М., Шенкарева М.Е. Применение метода эколого-динамических рядов при изучении динамики природных комплексов дельты Амударьи // Вестник Каракалпакского филиала АН Узбекистана. 1981. № 2. С.20.

Жердева С.В. Водно-физические свойства и влияние орошения на режим влажности темно-каштановых карбонатных почв. // Рациональное использование земельных и водных ресурсов. Алма-Ата.: Кайнар. 1984. стр. 102-107.

Житомирская О.М. Климатическое описание района Аральского моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 67 с.

Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова приморскеой части дельты Амударьи в процессе аридизации // Вестн. АН КазССР.№ 2. Сер биол. 1983. С. 66.

Жоллыбеков Б. Трансформация почвенного покрова приморской дельты Амударьи в связи с изменением природных условий // Проблемы освоения пустынь. 1987. № 2.

Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова приморской дельты Амударьи при аридизации. Нукус: Билим, 1991. 132 с.

Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова и ландшафтов Южого Приаралья в связи с антропогенным воздействием. Дисс. на соиск. уч. степени доктора географических наук. Москва, 1992. 258 с.

Жудова П.П. Геоботаничекое районирование Башкирской АССР. Уфа, 1966. 124 с.

Жудова П.П. Карта геоботанического районирования Башкирской АССР. Уфа, 1962-1963.

Жуков Б.М. Солонцы дельты Терека. // Почвоведение, 1969, N 10.

Журавлев В.Е. Почвенно-мелиоративное районирование Красноярского края // Пищевой режим осушенных лугово-болотных почв и его регулирование в средней Сибири. Красноярск, 1979. С. 67-76.

Журавлев В.Е. Схема почвенно-мелиоративного районирования юга Красноярского края // Пищевой режим осушенных лугово-болотных почв и его регулирование в средней Сибири. Красноярск, 1979. С. 73.

Жумашов А.П. Эколого-географические условия и типы пустынь Средней Азии. Ашхабад: Ылым, 316 с.

Зайченко К.И., Зыков И.Г. Эрозия почв и борьба с ней // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 88-95.

Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. //Тезисы докл. 4 Всесоюзной н. конф. 1987. стр.4, 5, 155, 156, 223, 224, 246.

Залетаев В.С. Жизнь в пустыне: Географо-биогеоценотические и экологические проблемы. М.: Мысль, 1976. 272 с.

Залетаев В.С. О своеобразии быстрых трансформаций природной среды на осушающемся побережье Аральского моря // Биогеографические аспекты опустынивания. Москва. 1985.

Залетаев В.С. О совмещении и наложении естественных и антропогенных процессов в природных системах // Информационные проблемы изучения биосферы. М.: Наука, 1988. С. 135.

Залетаев В.С. Экологически дестабилизированная среда (экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме). М.: Наука, 1989. 148 с.

Залетаев В.С. Особенности современного развития и деградация природных систем пустынь // Проблемы освоения пустынь.1991. № 3—. С. 56.

Залибеков З.Г. Анализ антропогенного использования почвенных ресурсов Дагестана. // Почвоведение, 1979, N 5, с. 18 - 28.

Залибеков З.Г. Методы изучения почвенного покрова в условиях интенсификации антропогенного воздействия (на примере Дагестана).- М.: Изд. Наука , 1993.- 91 с.

Залибеков З.Г. Опыт экологического анализа почвенного покрова Дагестана.- Махачкала, Прикасп. ин-т ДагНЦ РАН, 1995.- 138 с.

Занин Г.В., Кравцова В.И. Геоморфологические районы Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. Т. 1. М., 1958. С.93.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на дату перехода температуры воздуха через 10_5О_0 весной под озимыми (в мм) // В кн. Дегтярева Е.Т., Жулидова А.Н. Почвы Волгоградской области. Волгоград, 1970, с.20.

Захаров С.А. Почвы Предкавказья. // Почвы СССР. - М-Л.: АНСССР, 1939.

Захаров С.А. Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. 1946. стр.3-15.

Защита почвы от эрозии в Омской области. Омск, 1975. 58 с.

Зборищук Н.Г., Стома Г.В., Тимофеев Б.В. Изменение некоторых физических свойств черноземов при орошении. // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. - М.: Наука, 1980, с. 79 - 90.

Земельные ресурсы СССР. Ч. 1. Природно-сельскохозяйственное районирование территории областей, краев, АССР и республик. - М., 1990. 264 с.

Земельные угодья СССР. М-б 1:4000000. Под ред. Стуловой Л.В., Галушкиной Л.П. - Рига: ГУГК, 1991.

Земельные ресурсы Северного Кавказа. Земельный фонд и его использование. Отв. ред. А.С. Чешев. - Ростов-на-Дону, РГУ, 1986. 288 с.

Зимовец Б.А., Королюк Т.В. Почвенно-мелиоративные проблемы Приаралья. Почвенный ин-т им. Докучаева. Исх. № 1—/2407 от30.09.1988. Москва, 1988. 30 с. (фондовые материалы ВАСХНИЛ).

Зозулин Г.М., Пашков Г.Д. Ботанико-географическое районирование степной части бассейна р. Дон в пределах Ростовской и Волгоградской областей. ном.3. 1974. стр.3-10.

Золотокрылин А.Н., Токаренко А.А. О вариациях климата в Приаралье за последние 40 лет // Изв. АН СССР. Сер. геогр.1991. № 4. С. 69—.

Золотун В.П., Жуков В.А., Моргун М.М. и др. Изменение физических свойств темно-каштановых почв южных районов Украины под влиянием длительного орошения. // Орошаемое земледелие. 1988. Вып.33. стр. 5-8.

Зонально-провинциальное деление растительного покрова Западно-Сибирской равнины // Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск, 1985. С. 10.

Зональные системы земледелия в Ростовской области. 1986. стр.6-31.

Зонн И.С. Республика Калмыкия-Хальмг Тангч - Европейский регион экологической напряженности // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста, 1995. С. 6-18.

Зонн И.С. Природно-ресурсный потенциал аридных территорий и основные факторы опустынивания // Руководство по составлению региональных схем комплексного развития по борьбе с опустыниванием. ЦМП ГКНТ. М., 1982. С. 10.

Зонн И.С. О подходах к типологии опустынивания // Проблемы освоения пустынь. 1990. № 2. С. 20.

Зонн И.С., Орловский Н.С. Опустынивание: стратегия борьбы. Ашхабад: Ылым, 1984. 320 с.

Зонн С.В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв. // АН УССР. Киев. Наука Думка. 1989. стр.166-192.

Зонн С.В. Краткий почвенно-мелиоративный очерк плоскостной части Дагестана. - Махачкала, 1932.

Зонн С.В. Мелиоративная деградация почв и пути ее ослабления. //Почвоведение. ном.1. 1992. стр.44-52.

Зонн С.В. О современных проблемах генезиса, эволюции и трансформации почв. //Почвоведение. ном.11. 1992. стр.10-15.

Зонн С.В. Опустынивание природных ресурсов аграрного производства Калмыкии за последние 70 лет и меры борьбы с ним // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста, 1995. С. 19-52.

Зонн С.В. Современные проблемы генезиса и географии почв. - М.: Наука. 1983. стр.59-67,145-153.

Зонн С.В., Мазиков В.М., Горина М.А. Земельные ресурсы // Калмыкия социалистическая.- М.: ГУГК, 1980.

Зонн С.В., Мазиков В.М., Лотов Р.А. Оценка земельных ресурсов Калмыцкой АССР по аэрокосмическим материалам // Комплексное изучение природных ресурсов Калмыкии.- Элиста, 1982.- С.73-82.

Иванов И.В. и др. Эволюция почв юго-востока Европейской части СССР в голоцене // Генезис, плодородие и мелиорация почв. Пущино, 1980. С. 20-32.

Иванов И.В., Демкин В.А. Эволюция почв // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 30-44.

Иванов И.В., Губин С.В., Скрипниченко И.И., Ковалева И.Ф. Развитие черноземов Юга Русской равнины в голоцене // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 173.

Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М., Наука, 1992. 144 с.

Иванов В.Н. Схематическая карта агропочвенных районов БАССР (1:2000000) // Почвы Башкирии и агропочвенные районы. Уфа, 1937. 95 с.

Иванов В.Н. Климатическая карта БАССР (1:2000000) // Почвы Башкирии и агропочвенные районы. Уфа, 1937. 95 с.

Иванов В.Н. Схематическая Почвенная карта Башкирской АССР (1:1500000) // Почвы Башкирии и агропочвенные районы. Уфа, 1937. 95 с.

Изучение природы степей. (Межвузовский симпозиум). Одесса. 1968. стр.83-85,89-90.

Изучение степных геосистем во времени. отв. ред.Сочава В.Б. 1976. стр.49-75,221-227.

Иозефович Л.И. Почвы Сталинградского уезда. - М.: Новая деревня, 1929. 164 с.

Илюшина М.Т. Применение прогнозной индикации при изучении эволюции некоторых пустынных ландшафтов // Индикационные географические иследования. М.: Наука, 1970. С. 151.

Илюшина М.Т. Древнедельтовые равнины // Флористические и эколого-геоботанические исследования в Каракалпакии: в 3- х томах. Т.2. Ташент: Фан, 1988. С. 36.

Исматов Д.Р. Минералогический состав и физико-химические свойства почв Южного Узбекистана. Ашхабад: Ылым, 1989. 185 с.

Ишанкулов М.Ш. К типологии ландшафтов современных осушающихся побережий Арала // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 5. С. 18.

Ишанкулов М.Ш., Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Некрасова Т.Ф. О динамике процессов ландшафтообразования юго-восточного побережья Аральского моря (Босайский створ) // Проблемы освоения пустынь. 1979. № 2. С. 40.

Ишигенов И.А., Абашеева Н.Е., Дугаров В.И., Намжилов Н.Б. Почвы Бурятии и пути их рационального использования // Наука - производству. Материалы республиканской научно-практической конференции. Улан-Уде, 1984. С. 35-46.

Ишигенов И.А. Почвенная карта (почвы межгорных понижений) // Агрономическая характеристика почв Бурятии. Улан-Удэ, 1972. С. 31.

Кабулов С.К. Изменение фитоценозов пустынь при аридизации. Ташкент: Фан, 1990. 240 с.

Калашников А.И., Кимберг Н.В., Кочубей Е.П. Почвы правобережной части низовьев Амударьи // Тр. ин-та почв. Вып. 2. Ташкент, 1956.

Калинина А.В. Растительный окров и естественные кормовые ресурсы // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 162-190.

Каражанов К.Д. Особенности почвообразования и систематика почв // Почвы Казалинского массива и перспективы их использования. Алма-Ата: Наука, 1973. С.37.

Каражанов К.Д. Эволюция и трансформация почв современной дельты Сырдарьи // Изв. АН Каз ССР. Сер. биол. 1977. № 3.

Каретин Л.Н. Земельные ресурсы южной части Тюменской области и перспективы их сельскохозяйственного использования // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, 1974. С. 46-52.

Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. Новосибирск, 1990. 286 с.

Каретин Л.Н. Схема геоморфологического районирования // Почвы Тюменской области. Новосибирск, 1990. С. 10.

Каретин Л.Н. Схема гипсометрии // Почвы Тюменской области. Новосибирск, 1990. С. 11.

Каретин Л.Н. Схема природного и почвенного районирования // Почвы Тюменской области. Новосибирск, 1990. 286 с.

Карибаева К.Н., Курочкина Л.Я. Смены растительности и их регулирование при пастбищном исползовании (Таукумы). Алма-Ата: Гылым, 1991. 168 с.

Карта антропогенного опустынивания аридных территорий СССР. Ашхабад: Ылым, 1987.

Карта-схема водоемов арало-сырдарьинского бассейна. 1:2500000 // Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Карта гидрологического и инженерно-геологического районирования дельты Сырдарьи. 1:200000 // Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Карта грунтовых вод Европейской части СССР. М-б 1:1500000. Под ред. Духаниной В.И. - М.: ГУГК, 1958.

Карта типов химизма засоления почв СССР. М-б 1:2500000.Отв. ред. Егоров В.В., Базилевич Н.И. - М.: ГУГК, 1976.

Карта четвертичных отложений СССР. М-б 1:2500000. Под ред. Ганешина Г.С. - Л.: ГУГК, 1976.

Карта литолого-геоморфологических комплексов Южного Приаралья. 1:200000 // Материалы ТЭО «Создание искусственно-регулируемого водоема в районе города Муйнак Каракалпакской АССР». Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1988.

Карта рыбохозяйственных водоемов Кзылординской области. 1:100000 // Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Карта районирования территории Курганской области // Агроклиматический справочник по Курганской области. Л., 1959. С. 12.

Карта растительности Красноярского края и Тувинской автономной области // Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской Автономной области. Л., 1961. 288 с.

Карта-схема механического состава почв Западной Сибири (слой 0-150 см) // Почвенно-физические условия мелиорации в Западной Сибири. Новосибирск, 1977. 88 с.

Касимов Н.С. Геохимия степных и полупустынных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1988. 254 с.

Кассас М. Обезлесение, опустынивание и потери почвы // Проблемы опустынивания. Вып.6. М.: ЦМП ГКНТ СССР, 1988. С. 29. (перевод с английского).

Каттерсон Т.М., Гулик Ф.А., Реш Т. Переосмысление стратегии ведения лесного хозяйства в Африке: опыт, извлеченный из деятельности АМР США // Проблемы опустынивания. Вып.7. М.: ЦМП Госкомприроды СССР, 1989. С. 73. (перевод с английского).

Каульбарс А.В. Низовья Амударьи. Зап. Русского геогр. об-ва по общей географии, 1881.

Кесь А.С., Андрианов Б.В., Итина М.А. Динамика гидрографической сети и изменения уровня Аральского моря // Колебания увлажненности Арало-каспийского региона в голоцене. М., 1980. С. 185.

Керимханов С.У. Почвы Дагестана. Краткая характеристика и использование. - Махачкала, 1976. 117 с.

Киевская Р.Х., Формирование ландшафта осушающейся полосы восточного побережья Аральского моря в районе авандельты Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. 1979. № 4. С. 11.

Киевская Р.Х., Некрасова Т.Ф., Можайцева Н.Ф. Влияние аридизации на галогеохимические процессы низовьев Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 6. С. 23.

Кимберг Н.В. Почвы пустынной зоны Уз ССР. Ташкент: Фан,1974. 298 с.

Кимберг Н.В. О направлении развития почвенного покрова дельты Амударьи // Изв. АН Узб. ССР . 1953. № 3.

Кимберг Н.В., Кочубей М.И., Шувалов С.А. Почвы Каракалпакской АССР // Почвы Уз ССР. Т.3. 1964. С. 5

Кирин Ф.Я. Природа Челябинской области. Южно-Уральское кн. изд-во, 1964. 244 с.

Кирин Ф.Я. Карта природных зон // Природа Челябинской области. Южно-Уральское кн. изд-во, 1964. С. 210.

Кириченко К.С. Почвы Краснодарского края.- Краснодар, 1952.- 240 с.

Классификация и диагностика почв Дагестана. - Махачкала, 1982.

Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19а. Туркменская, Узбекская, Таджикская и Киргизская ССР, 1957. 407 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.2. 1965. 346 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Каракалпакская АССР. Ч.1. 1966. 289 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Каракалпакская АССР. Ч.3. 1966. 297 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.4. 1968. 218 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.5. 1968. 312 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 30. Туркменская ССР. Ч.5. 1970. 289 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.1. 1973. 232 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.2. 1973. 289 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.8. 1973. 334 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.4. 1974. 452 с.

Климатологический справочник СССР. Вып. 19. Узбекская ССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч.5. 1975. 234 с.

Климатология. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 568 с.

Клименко В.И. Роль физико-географических и гелого-гидрологическх факторов в формировании минерализации и химического состава подземных вод Азово-Кубанского артезианского бассейна //Геохимия ландшафтов и подземных вод.- Краснодар, 1979.- С.98-110.

Клюканова И.А. Взвешенные наносы Амударьи и их ирригационное значение. М.: Наука, 1971. 112 с.

Ковалев Р.В. Почвы Новосибирской области. Новосибирск, 1966. 424с.

Ковалев Р.В. Карта почвенного районирования Новосибирской области // Почвы Новосибирской области. Новосибирск, 1966. 424с.

Ковалев Р.В., Трофимов С.С. Карта почвенно-географического районирования Юго-Восточной части Западной Сибири (1:2500000) // Агрогидрологические свойства почв Юго-Восточной части Западной Сибири. Справочник. Л., 1965. 268 с.

Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т.2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947.

Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западной части). М.-Л., АН СССР, 1950. 255 с.

Ковда В.А. Проблемы Барабинской низменности // Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорации. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева, т. XLIV, М., АН СССР, 1954. С. 157.

Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука,1977. 272 с.

Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. М.: Колос, 1984. 304 с.

Ковда В.А., Егоров В.В., Морозов А.Т., Лебедев Ю.П. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности // Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорации. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева, т. XLIV, М., АН СССР,1954. С. 5.

Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. // Отв. ред. Зонн С.В. М.: Наука. 1985. стр.37-39, 47, 48, 124-126.

Ковда В.А. Прошлое и будущее чернозема // Русский чернозем 100 лет после Докучаева. М.: Наука. 1983. стр.253-280.

Ковда В.А., Егоров В.В. Старые и новые поблемы почвенных мелиораций в зоне орошения. (Докл. на 4 Всес. съезд почвоведов. Алма-Ата. 1970). М.: Наука. 1970. стр.3-12.

Ковда В.А., Николаева С.А. Проблемы использования черноземов в земледелии // Известия Северо-Кавказского центра высшей школы. Естественные науки. 1984. ном.1. стр.3-7.

Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение. Часть 2. М., 1988.

Ковда В.А., Розанов Б.Г., Евдокимова Т.И., Зборищук Н.Г., Николаева С.А., Челядник П.Т. Принципы организации орошаемого земледелия на черноземах. // Почвоведение, 1986, N 3, с. 22 - 30.

Ковда В.А., Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Такыры и их распространение // Такыры западной Туркмении и пути их с/х освоения. М., АН СССР, 1956.

Козловский Ф.И. Современные естественные и антропогенные процессы эволюции почв. - М.: Наука, 1991. 200 с.

Козловский Ф.И., Корнблюм Э.А. Мелиоративные проблемы освоения пойм степной зоны. М.: Наука, 1972. 220 с.

Комплексная характеристика пастбищ пустынной зоны Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1990. 232 с.

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием. Женева, 1996. 78 с.

Конобеева Г.М. Изменение химических свойств такырных почв древних оазисов Кунядарьинской равнины после орошения // Узб. биол. журнал. Вып. 5. 1959.

Кононова М.М. Влияние орошения и дренажа на засоленные почвы. // Международное руководство по орошению и дренажу засоленных почв. - М.: 1966.

Копейкин Ю.В. Почвы Алхан-Чуртской долины.- Грозный: Чечено-Ингушское кн. из-во, 1963.- 141 с.

Корнблюм Э.А., Дементьева Т.Г., Зырин Н.Г., Бирина А.Г. Изменение глинистых минералов при образовании южного и слитого черноземов, лиманной солоди и солонца // Почвоведение. 1972. №1. С. 107—.

Коростелев К.А. Климат Дагестана. - М-Л.: 1931.

Корниенко В.А. и др. Научные основы экологического прогноза опустынивания гидроморфных ландшафтов // Проблемы освоения пустынь. 1983. № 2.

Корниенко В.А., Некрасова Т.Ф., Можайцева Н.Ф., Ишанкулов М.Ш. Становление почвенного покрова осушенного дна Аральского моря, изменение его в Приаралье и пути устранения неблагоприятных последствий аридизации // Докл. симп. 7-го делегатск. съезда ВОП. Ташкент. 1985.

Корсунов В.М., Цыбжитов Ц.Х. Почвенный покров бассейна озера Байкал // Почвенные ресурсы Забайкалья. Новосибирск, 1989. С. 4-12.

Корсунов В.М., Цыбжитов Ц.Х. Почвенно-эрозионная карта бассейна озера Байкал // Почвенные ресурсы Забайкалья. Новосибирск, 1989. С. 4-12.

Корсунов В.М., Цыбжитов Ц.Х. Структура почвенного покрова бассейна озера Байкал // Почвенные ресурсы Забайкалья. Новосибирск, 1989. С. 4-12.

Корсунов В.М., Цыбжитов Ц.Х. Схема агропочвенного районирования бассейна озера Байкал // Почвенные ресурсы Забайкалья. Новосибирск, 1989. С. 4-12.

Корытов Ф.Я., Овчинников Л.Н. Урало-Ирано-Оманский мирагенетический пояс // ДАН СССР, 1986. Т. 290. № 5. С. 1175.

Косов Б.Ф.,Зорина З.Ф.,Любимов Б.П. Овражная эрозия. М.: Изд. МГУ. 1989. стр.21-25.

Коссович П.С. Основы учения о почве. Ч.2. Вып.1. 1911.

Костюковский В.И., Санин М.В. Динамика ландшафтов Сарыкамышской впадины и русла Узбой // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 216.

Костюченко В.П. Солончаки осушающегося дна Аральского моря // Особенности песчаных почв и их использования. Москва. 1979.

Костюченко В.П. Засоленность почво-грунтов осушающегося дна Аральского моря как предпосылка эолового выноса соленой пыли // Проблемы освоения пустынь. 1984.

Котенко М.Е. Некоторые изменения светло-каштановых почв Терско-Кумской назменности при различных пастбищных нагрузках. // Почвоведение, 1993, N 6, с. 106 - 112.

Котляков В.М., Кочуров Б.И. и др. Подходы к составлению экологических карт СССР \\ Известия АН СССР, сер. география., 1990. .....4.

Кочубей М.И. Роль паводков в почвообразовании дельты Амударьи // Труды ин-та почв. Вып 2. 1956.

Кочубей М.И. Гидрологические условия // Почвы Узбекской ССР, т.III. Ташкент: Узбекистан, 1964.

Кошеков Х.М. Выступление на совещании по проекту СЕПАР (СССР-ЮНЕП). Фонды кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ. Москва, 1991. 7 с.

Краткая агроклиматическая характеристика Ростовской области. 1957.

Крупеников И.А. Процессы агротехногенеза в почвах Молдавии. // Изменение почв под влиянием антропогенных факторов. - Кишинев, 1987, с. 4 - 11.

Крупеников И.А., Годельман Я.М., Холмецкий А.М., Орлов Ф.Ф. Радикальное изменение структур почвенного покрова в районах интенсивного земледелия. // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. Тр. почв. ин-та им. Докучаева. - М., 1973,

Крупенников И.А., Подымов Б.П., Скрябина Э.Е. Влияние орошения на свойства и плодородие почв.: Обзорная информация. Молд. НИИНТИ. Кишинев. 1985. 60 с.

Кузнецов Н.Т. Географо-экологические аспекты гидрологических функций Аральского моря // Изв. АН СССР. сер. геогр. 1991. № 4. С. 82.

Куминова А.В. Естественные сенокосы и пастбища Сибири и вопросы их рационального использования // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, 1974. С. 79-89.

Куминова А.В. Растительный покров Хакассии. Новосибирск, 1976. 424 с.

Куминова А.В. Структура растительного покрова Хакасии. // Растительный покров Хакасии. Новосибирск, 1976. С. 50.

Куминова А.В. Схема высотной поясности растительного покрова Хакасии // Растительный покров Хакасии. Новосибирск, 1976. С. 49.

Куминова А.В., Вагина Т.А. Краткий очерк растительности Новосибирской области // Растительные богатство Новосибирской области. Новосибирск, 1961, С.7-19.

Куприченков М.Т. Изменение основных показателей плодородия почв Предкавказья при интенсивном земледелии. // Земельные ресурсы Ставропольского края и приемы повышения производительности почв. Труды СтНИИСХ. - Ставрополь, 1985, с. 40 - 49.

Куприченков М.Т. Плодородие почв Центрального и Восточного Предкавказья и его антропогенное изменение. Автореф. докт. дисс. - Краснодар, 1984. 42 с.

Курачев В.М., Рябова Т.Н. Засоленные почвы Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. 152 с.

Курганова И.Н. Морфологический анализ смены почв в лиманах Северо-Западного Прикаспия // Почвоведение. 1985. № 8. С. 139.

Курнаев С.Ф. Карта растительности Башкирской АССР // Лесостепные почвы Башкирской АССР, их генезис и производственная характеристика. М., 1964. С. 47.

Курочкина Л.Я. Растительность песчаных пустынь Казахстана // Растительный покров Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР,1966. Т. 1. С. 192- 591.

Курочкина Л.Я. Сезонная динамика продуктивности пастбищ и факторы, ее обусловливающие // Условия формирования урожая на песчаных пастбищах Прибалхашья. Алма-Ата, 1973. С. 139.

Курочкина Л.Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978. 272 с.

Курочкина Л.Я. Ботанические исследования в бассейне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. 1979. № 3. С. 9.

Курочкина Л.Я. Изучение ценопопуляций пастбищной растительности // Экология, управление и продуктивность пастбищ. М.,1981. С. 75.

Курочкина Л.Я., Можайцева Н.Д. Некоторые данные о составе растительности обсыхающей поверхности дна Аральского моря // Влияние снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. Алма-Ата, 1984. С.21.

Курочкина Л.Я., Вухрер В.В., Макулбекова Г.Б., Димеева Л.А. Состояние растительности осушенного дна и побережья Аральского моря // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 4. С. 76.

Куст Г.С. Проявления солонцеватости в почвах и их диагностика. Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. М., 1987. 354 с.

Куст Г.С. Роль почв в явлении опустынивания // Проблемы освоения пустынь. 1991. № 5. С. 3.

Куст Г.С. О путях эволюции почвенного покрова дельтовых территорий при опустынивании // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Почвоведение. 1992. № 2. С. 35.

Куст Г.С. О постгидроморфной эволюции почвенного покрова водноаккумулятивных равнин засушливых территорий // Почвоведение. 1993. № 12.

Куст Г.С. О мерах по предотвращению деградаций почв России в связи с опустыниванием с целью снижения угрозы национальной безопасности // Информационный материал для Российского центра по научному обеспечению земельной реформы Российского комитета поземельным ресурсам и землеустройству. М., 1993. С.12.

Куст Г.С. Опустынивание и эволюция почв засушливых территорий (на примере приаралья).: Дисс. д-ра биол. наук. МГУ. 1996.

Куст Г.С. Прогноз осолонцевания почв. // Антропогенная и естественная эволюция почв... Тез. докладов. М. 1989. 161-163.

Куст Г.С. с соавт. Руководство по оценке и картографированию опустынивания. The final report on the UNEP/USSR project FP -6201-91-01-2230. Annex 3. 1994.

Куст Г.С., Аветян С.А., Баранникова Н.В., Малышева Т.И. Морфология первичного почвообразования на обсохшей части дна Аральского моря // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Почвоведение. 1992. № 1. С. 27.

Кучеренко А.И., Корнев М.Г. Инженерно-геологические свойства лессовых грунтов территории проектируемой Краснодарской ОС //Геохимия ландшафтов и подземных вод.- Краснодар, 1979.- С.38-44.

Кушев С.Л. Орографическая схема и геоморфологические районы Тувы (1:2500000) // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 11-45.

Кушев, Леонов. Орографическая схема южной части Красноярского края // Почвы Красноярского края. Красноярск, 1981. С. 6.

Лавров А.П. Почвы Туркменской части Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С.57.

Ланге О.К. Подземные воды Европейской части СССР. // Подземные воды СССР. Ч. 1. - М.: МГУ, 1959. 270 с.

Лаптева Т.П. Геологические условия дельты Волги в связи с перспективами рисосеяния // Тр. Астраханской гос. с/х опытн. станции, вып.2.- Астрахань, 1967.- С.28-30.

Лебедева И.И., Тонконогов В.Д. Некоторые аспекты эвлюции лесных и степных почв Европейской Территории Союза. // Естественная и антропогенная эволюция почв. - Пущино, 1988, с. 123 - 127.

Левина Л.М., Птичников А.В. Динамика ирригации и древних русел Кувандарьи в урочище Джетыасар (Восточное Приаралье) // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М.,1991. С. 142—.

Левина Ф.Я. Растительность полупустыни Северного Прикаспия и ее кормрвое значение. Л.: Наука, 1964. 336 с.

Леонтьев В.Л. Саксауловые леса пустыни Кара-Кум. М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 93 с.

Летунов П.А. Почвенно-мелиоративные условия в низовьях Амударьи. М., АН СССР, 1958.

Литвинова А.А. Почвы низовьев реки Или // Изв АН Каз ССР. Сер. биол. и почв. 1961.

Лиханов Б.Н., Хаустова М.Н. Схема природного районирования Красноярского края (1:1000000) // Природные условия Красноярского края. М., 1961. С. 24-52.

Лобова Е.В. Почвы пустынной зоны СССР. М.: АН СССР, 1960. 528 с.

Лобова Е.В. Общие закономерности почвообразования в пустынях СССР // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 17.

Лобова Е.В., Шувалов С.А. Обзор почвенных исследований на Устюрте. В кн. «Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт», Пущино, 1984, с. 4.

Лозовецкий П.С.,Ткаченко И.В. влияние орошения на свойства и плодородие темно-каштановых почв. ном.5. 1992. стр.75-83.

Лопатин Г.В., Деньгина Р.С., Егоров В.В. Дельта Аму-Дарьи. М.-Л., АН СССР, 1958. 159 с.

Маббут Дж. Цикличность климата и изменчивость ландшафтов как факторы окружающей среды в развитии опустынивания // Борьба с опустынивание путем комплексного развития. Тез. докл. Ташкент, 1981. С. 20.

Маббут Дж. Опустынивание пастбищных угодий земного шара // Проблемы опустынивания. Вып. 6. М.: ЦМП ГКНТ СССР, 1988. С. 4 (перевод с английского) .

Маев Е.Г., Маева С.А. Карпычев Ю.А. Аральское море в голоцене // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 76.

Майлун З.А. Растительность современной дельты реки Амударьи и основные закономерности ее формирования. Автореф. канд. дисс. по специальности ботаника. Ташкент: ин-т ботаники Узбекистана, 1960. 18 с.

Майлун З.А. Тугайная растительность —Potamophyta. Т.2. Ташкент: Фан, 1973. С. 303.

Макарова Н.В., Якушова А.Ф. Основы четвертичной геологии. МГУ, 1993. 101 с.

Макеев О.В., Бухольцева Э.М., Ишигенов И.А. Почвенное районирование Бурятской АССР // Происхождение и свойства почв Забайкалья. Доклады Бурятских почвоведов к IX Международному конгрессу почвоведов. Улан-Уде, 1968. С. 8-40.

Макеев О.В., Бухольцева Э.М., Ишигенов И.А. Карта-схема почвенного районирования Бурятской АССР (1:2500000) // Происхождение и свойства почв Забайкалья. Доклады

Бурятских почвоведов к IX Международному конгрессу почвоведов. Улан-Удэ, 1968. С. 8-40.

Макулбекова Г.Б. Растительность Босайского створа и ее смены // Проблемы освоения пустынь. 1979. № 5. С. 31.

Мамбетназаров Б.С. Теоретические основы гидромодульного районирования и режим орошения культур хлопкового севооборота в Каракалпакской АССР // Докл. 1 делегатск. създа почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 220.

Мамонтов В.Г. Особенности почвообразовательных процессов и плодородие черноземов и каштановых почв при орошении. М.,1990. 80 с.

Мамонтов В.Г., Кончиц В.А., Диалло А., Андрусенко И.И. Спектры поглощения и порог коагуляции фракций гуминовых кислот орошаемых и неорошаемых темно-каштановых почв. // Известия ТСХА. 1986. Вып.4. стр.62-67.

Марковский В.К., Вавилов Е.И. Опыт и перспективы применения дистанционного зондирования для природно-мелиоративных исследований КАССР // Комплексное изучение природных ресурсов КАССР. КГУ, 1984.

Масленникова И.Н. Ирригационные ландшафты Юго-Западной Азии. Автореф. канд. дисс. по спец. 11. 00. 11 —охрана окружающей среды и рац. использование прир. ресурсов. М.: МГУ, 1987. 24 с.

Материалы 1-го совещания рабочей группы экспертов по проекту СССР/ЮНЕП «Содействие в разработке Плана действий по сохранению Аральского моря». Нукус-Хорезм-Ташауз. Центр Международных проектов Госкомприроды СССР. Сентябрь-октябрь 1990.

Материалы 2-го совещания рабочей группы экспертов по проекту СССР/ЮНЕП «Содействие в разработке Плана действий по сохранению Аральского моря». Москва. Центр Международных проектов Госкомприроды СССР. Февраль 1991.

Материалы ТЭО «Создание искусственно-регулируемого водоема в районе города Муйнак Каракалпакской АССР». Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1988.

Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Матренинская З.Д. Испарение с водной поверхности в зарослях тростника дельты Амударьи // Тр. лаб. озероведения АН СССР. т.IV. М.-Л., АН СССР, 1957. С. 171.

Мелиорация солонцов в условиях орошения Нижнего Поволжья. - Волгоград, 1959. 131 с.

Методические указания по изучению опустынивания аридных территорий (на примере Монголии). Ашгабат, 1992. 78 с.

Методические рекомендации по дешифрированию космической информации для картографического обеспечения мероприятий охране окружающей среды. Под ред. Востоковой Е. А. М.: ГУГК, 1987. 120 с.

Методические рекомендации по дешифрированию космической информации для изучения динамики окружающей среды. Под ред. Востоковой Е. А. М.: ЦНИИГАиК, 1988. 120 с.

Минашина Н.Т. Заботится о плодородии почв при орошении. // Мелиорация и водное хозяйство. 1988. ном.2. стр.36-38.

Минашина Н.Г. Особенности микроморфологического строения пустынных такырных почв Средней Азии // Микроморфологический метод в исследовании генезиса почв. М.: Наука, 1966.

Минашина Н.Г. Орошаемые почвы пустыни и мелиорация. Автореферат докторской диссертации. М., 1972. 40 с.

Минашина Н.Г. Особенности микроморфологического строения пустынных такыровых почв Средней Азии // Микроморфология почв и рыхлых отложений. М.: Наука, 1973. С. 45.

Минкин М.Б. Мелиорация мочаристых почв Восточного Донбаса. М. 1991. стр.5-35.

Минкин М.Б. Солонцы юго-востока Ростовской области. Р/нД. 1980.

Минкин М.Б., Гутыря В.Д. Природа степных малонатриевых солонцов востока Ростовской области // Проблемы диагностики и мелиорации солонцов. Новочеркасск, 1980. С. 5.

Мирзадинов Р.А., Курочкина Л.Я. Экотоны пустынь и их классификация // Проблемы освоения пустынь. 1985. № 2. С. 29.

Мирзадинов Р.А. Современное представление об экотонах и их роль в изучении пустынь // Проблемы освоения пустынь. 1988. № 3.С. 3.

Мирзадинов Р.А. «Методологические основы прогнозирования состава и структуры растительности»Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Ашхабад.1993.

Михайлов В.Н., Рогов Т.М., Макарова Т.А., Полонский В.Ф. Динамика гидрографической сети неприливных устьев реки. М.: Гидрометеоиздат, 1977.

Михайлова Е.В. и др. Гидрогеологические районы Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) (1:2000000) // Природное районирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С. 119.

Михайлова Е.В. и др. Схематическая карта глубин залегания грунтовых вод Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) (1:2000000) // Природное районирование Алтайского края. Т.1. М., 1958. С. 103.

Михеева И.В. Изменение вариабельности свойств каштановой почвы при антропогенном воздействии. Автореф. канд. дисс. - Новосибирск, 1993. 20 с.

Мищенко Л.Н. Земельные ресурсы Омской области и охрана почв. Омск, 1988. 20 с.

Мищенко Л.Н., Прудникова В.М. Особенности почвенного покрова Омской области // Почвы Западной Сибири и повышение их плодородия. Омск, 1984. С. 3-12.

Мищенко Л.Н., Прудникова В.М. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. Омск, 1986. 108 с.

Мищенко Л.Н., Прудникова В.М. Схема почвенно-географических зон Омской области // Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. Омск, 1986. С. 11.

Можарова Н.В. Деградация структур почвенного покрова пастбищных экосистем. Рукопись.

Можарова Н.В. Эволюция элементарных почвенных структур аллювиально-морских равнин Западного Прикаспия // Тез. докл. Всес. совещ. «Почвенный покров пойм и дельт рек». М., 1984. С.34.

Можарова Н.В., Федоров К.Н. Эволюция структур почвенного покрова аккумулятивно-морских равнин Терско-Кумской низменности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. Почвоведение. 1984. № 3. С. 20.

Молодкин П.Ф. Равнины Нижнего Дона. 1980. стр.9-33,100,101,124.

Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря. М.-Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 120 с.

Момотов И.Ф. Гипсофильная растительность —Gypsophyta // Растительный покров Узбекистана. Ташкент: Фан, 1973. Т. 2. С. 781.

Мордкович В.Г., Шатохина Н.Г., Титлянова А.А. Степные катены. Новосибирск: Наука, 1985. 118 с.

Морозова О.И. Пастбища в пустыне и предгорной полупустыне, исползование и улучшение. М.: Сельхозгиз, 1959. 301 с.

Моткин В.М. и др. Почвы Чечни.- Владикавказ, 1929.- 417 с.

Муха В.Д. Основные характеристики культурной эволюции почв. // Естественная и антропогенная эволюция почв. - Пущино, 1988, с. 100 - 107.

Мухамеджанов А. Низовья Заравшана и Кашкадарьи: историко-географическая ретроспектива // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 161.

Наркулов М. Водно-физические свойства почв северной части КК АССР // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 59.

Народное хозяйство СССР. М.: Финансы и стаститика, 1980.

Наумов А.Н. Групповой и фракционный состав органического вещества в почвогрунтах обсохшего дна Аральского моря // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент,1990. С. 127—.

Неганов А.Ф. Почвенные районы Саратовской области.- Саратов: Изд.СГУ, 1964.- 19 с.

Нечаева Н.Т. Влияние режима исползования на продуктивность растительности Каракумов // Проблемы освоения пустынь. 1979. №6. С.8—.

Нечаева Н.Т. и др. Продуктивность растительности центральных Каракумов в связи с различным режимом использования. М.: Наука, 1979.

Нечаева Н.Т. Индикаторы деградации пастбищ // Экология, управление и продуктивность пастбищ. Сб. учеб. материалов междун. курсов. Т.1. М.: ЦМП ГКНТ, 1981.

Никитин А.М., Бондарь В.Л. О динамике озер дельты Амударьи // Труды САНИИ им. Бугаева. Вып. 25 (106). Л.: Гидрометеоиздат,1975.

Никитин Б.А. Эволюция дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почв при земледельческом использовании. // Естественная и антропогенная эволюция почв. - Пущино, 1988, с. 116 - 122.

Никитин С.И. Мелиорация почв солонцового комплекса. - Волгоград: Н.-В. кн. изд-во, 1960. 211 с.

Николаев В. А. Рельеф Волго-Ахтубинской поймы и его сельскохозяйственная оценка // Вестн. МГУ. Сер. физ.-мат. и естеств. наук. 1956. № 6. С. 26.

Николаев В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: МГУ, 1979. 199 с.

Николаев В. А. Космические снимки —модели региональной ландшафтной структуры // Исследование Земли из космоса. 1981. №1. С. 46.

Николаев В.Н., Дарымова Г.Н. Освоение пастбищ Южного Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт.Пущино, 1984. С. 161—.

Николаева С.А., Розов С.Ю., Шеин Е.В. Проблемы прогноза почвенно-экологических последсвий орошения черноземов. // Почвоведение. ном.1. 1995.

Никольская Л.А. Хакассия. Экономико-географический очерк. Абакан, 1960. 168 с.

Никольская Л.А. Картосхема орографии и геоморфологических районов Хакасии (1:2500000) // Хакасия. Экономико-географический очерк. Абакан, 1960. С. 13.

Никольская Л.А. Картосхема размещения оросительных систем Хакасии (1:2500000) // Хакасия. Экономико-географический очерк. Абакан, 1960. С. 135.

Никольская Л.А. Картосхема растительности Хакасии (1:2500000) // Хакасия. Экономико-географический очерк. Абакан, 1960. С. 43.

Новикова Н.М. Влияние антропогенного изменения речного стока на экосистемы современных дельтовых равнин аридных районов // Проблемы освоения пустынь. 1983. № 4.

Новикова Н.М. Динамика растительности дельтовых равнин аридных районов вследствие антропогенного преобразования речного стока // Биогеографические аспекты опустынивания. М.: МФГО,1985. С. 31.

Новопокровский И.В., Лерхе А.В. Растительный и животный мир Ростовской области.(Кр.очерк). Р/нД. 1945.

Носик В.Д., Агафодоров И.П., Крылов В,П. и др. Почвы Куйбышевской области.- Куйбышев, 1949.- 382 с.

Носин В.А., Лобов Г.Г. и др. Почвы Куйбышевской области.-Куйбышев: Кн. из-во, 1985.- 389 с.

Носин В.А. Почвенно-географическая схема Тувинской области (1:2000000) // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 129-161.

Носин В.А. Схема природных районов Тувы (1:2500000) // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 162-190.

Оборин А.И. Почвенная карта Челябинской и курганской областей (1:2000000) // Улучшение и использование солонцов и солончаковых почв лесостепного Зауралья. Челябинск, 1959. 72с.

Обручев В.А. Закаспийская низменность. Геологический и орографический очерк по данным, собранным во время экскурсий в 1886— гг. Зап. Русск. геогр. общ. по общей географии. Т. 20.1890.

Огарь Н.П. Сезонная и разногодичная изменчивость луговых сообществ, их продуктивность // Динамика пойменной растительности рек Чу и Или. Алма-Ата: Наука, 1985. С. 85.

Одноралов Г.А., Степанищева А.Н., Степанищев В.К. О закономерностях рапределения почв в Курганской области // Почвоведние и агрохимия. Вып. 2. Труды ВГУ, т. 8О, изд. ВГУ, Воронеж, 1973, С. 1О7-115.

Одоевский Н.Н. Почвенный покров Дагестана. - Махачкала, 1974. 18 с.

Одум Ю. Экология. Т. 1. М.: Мир, 1986. 328 с.

Оленев К.Я., Карапузова В.И., Апретов В.Н. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда Омской области // Природное районирование Омского Прииртышья. Омск, 1977. С. 34-40.

Оленев К.Я., Карапузова В.И., Апретов В.Н. Природно-сельскохозяйственное районирование территории Омской области // Природное районирование Омского Прииртышья. Омск, 1977. С. 38.

Оловянникова И.Н. Влияние лесных колков на солончаковые солонцы. М.: Наука, 1976. 128 с.

Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним. Ташкент: Фан,1988. 156 с.

Опустынивание Южного Приаралья. Карта 1: 200000. Материалы ТЭО «Создание искусственно-регулируемого водоема в районе города Муйнак Каракалпакской АССР». Ташкент: Средазгипроводхлопок,1988.

Орлов Д.А. Эрозионные районы юго-восточной части Западной Сибири // Водная эрозия почв Западной Сибири. Новосибирск, 1972. С. 37.

Орлов Д.С., Аниканова Е.М., Маркин В.А. Особенности органического вещества орошаемых почв. // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. - М.: Наука, 1980, с. 35 - 61.

Орлова М.А. Роль эолового фактора в солевом режиме территорий. Алма-Ата: Наука, 1983.

Орлова М.А. и др. Почвы долины р. Чу. 1971.

Орловский Н.С., Харин Н.Г. Климат и опустынивание //Проблемы освоения пустынь. 1978. № 3.

Орошаемые черноземы. Под ред. Б.Г. Розанова. - М.: МГУ, 1989. 240 с.

Освоение солонцовых , мочаристых и эродированных почв. //Сб.н.тр.Донского с/х института. отв.ред. Степанова 1989. стр.23-26,58-63.

Основные моменты развития природных комплексов Башкирии // Физико-географическое районирование Башкирской АССР. Ученые записки. Том XVI. Уфа, 1964. 210 с.

Основные положения концепции сохранения и восстановления Аральского моря, нормализации экологической, санитарно-гигиенической, медико-биологической и социально-экономической ситуации в Приаралье // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 4. С. 8—

Остапов В.И., Сафонова Е.П. Влияние орошения на плодородие почв в степной зоне Украины. // Гидротехника и мелиорация. 1986. ном.15. стр.54-58.

Оценка качества природной среды и экологическое картографирование. Изд-во ИГ РАН, Москва, 1995. 213 с.

Павлов Н.В. Ботаническая география СССР. Алма-Ата: Изд-во АН СССР, 1948. 811 с.

Павловский Е.С., Петров В.И. Проблемы агробиологического освоения пустынных земель // Аридные экосистемы. 1995, т. 1, N 1, с. 27-33.

Панин П.С. Динамика выщелачивания солей при промывках почв на территории Алейской оросительной системы // Почвы Кулундинской степи. Новосибирск: Наука, 1967. С.126.

Панин П.С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почв. Новосибирск: Наука, 1968. 302 с.

Панкова Е.И. Генезис засоления почв пустынь. Почв. ин-т им.Докучаева РАСХН. М., 1992. 136 с.

Панкова Е.И., Рубцова Л.П. Засоление почв сухих и опустыненных степей Монголии// Почвоведение. 1983. № 9, С.13.

Панов Н.П., Неретин Г.И. Почвы солонцовых комплексов северовосточного Предкавказья. // Известия ТСХА. Вып. 5.- М.:, 1968.

Панов А.А., Маланин Г.А. Схематическая почвенная карта // Природа Челябинской области. Южно-Уральское кн. изд-во, 1964. С. 122.

Панфилов В.П. Механический состав почв и подстилающих пород Кулундинской степи // Физика почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1967. С. 19.

Пархоменко И.И. Районы Нижнего Дона и Северного Кавказа. 1958.

Паффенгольц К.Н. Геологический очерк Кавказа. - Ереван: АН Арм. ССР, 1959. 506 с.

Пельт Н.И. Земли древнего орошения Джанадарьинской древнеаллювиальной равнины // Изв. геогр. общ-ва. Вып. 3. М.: АН СССР, 1951. С. 274.

Песочина Л.С. Развитие почв долины Нижнего Дона в голоцене // Естественная и антропогенная эволюция почв. Пущино, 1988. С. 94.

Петелин А.В., Куст Г.С. Сравнительная характеристика опустынивания/деградации почвенного покрова равнинных территорий Ставропольского края и Дагестана.//Почвоведение, 1999, 3

Петров Б.Ф. Карта почв Тувинской автономной области (1:2500000) // К характеристике почвенного покрова Тувинской Автономной области (центральная и западная Тува). М., 1952. 74 с.

Петрусевич Н.Г. О гидротехнических условиях р. Амударьи и о возможности поворота ее течения в Каспийское море. Зап. Русск. техн. общ. 1879. № 3.

Погорельский Н.С. Воды четвертичных отложений. Грунтовые воды.

Покотило А.С. Мелиоративный фонд Тюменской области и проблемы мелиорации // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, 1974. С. 167-170.

Покотило А.С. Природно-мелиоративное районирование сельскохозяйственной зоны Тюменской области // Актуальные вопросы осушения земель Сибири. М., 1985. С.5-14.

Покотило А.С. Схема природно-мелиоративного районирования сельскохозяйственной зоны Тюменской области // Актуальные вопросы осушения земель Сибири. М., 1985. С.6.

Полуэктов Е.В.,Чешев А.С.,Матросов А.С. Эрозионное районирование Ростовской области и зональные системы почво-защитных мероприятий. //В кн.: Повышение плодородия почв Ростовской области. Р/нД. 1982. стр.60-65.

Попов В.И. Почвы Белгородской области.- Белгород: Кн. изд-во, 1958.- 98 с.

Попов А.А.,Червонец Н.И. О вторичном осолонцевании и содовом засолении хлоридных солонцов в условиях орошения. //Почвоведение. ном.1. 1981. стр.52-60.

Попов В.А. Проблема Арала и ландшафты дельты Амударьи. Ташкент: Фан, 1990. 112 с.

Попов В.Г. Почвенный покров Каракалпакского Устюрта и его рациональное использование. Ташкент, 1986.

Попов В.Г., Сектименко В.Е. Почвенные ресурсы Каракалпакстана и перспективы их использования // Информационное сообщение ин-та почвоведения АН УзССР. № 277. Ташкент, 1982. 20 с.

Попов В.Г., Сектименко В.Е., Турсунов А.А. К вопросу об эволюции и систематике почв нижней части дельты Амударьи // Тр.ин-та почв. и агрох. УзССР. Вып. 22. Ташкент, 1982. С. 89.

Попов В.Г., Сектименко В.Е., Турсунов А.А. Почвенный покров низовьев Амударьи и пути его рационального использования. препринт АН УзССР // Информ. сообщение № 351. 1985.

Попов В.Г., Сектименко В.Е., Попова Т.П., Разаков А.М., Гринберг М.М. Почвы Каракалпакского Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 33.

Попов В.Г., Разаков А.М., Сектименко В.Е., Турсунов А.А. Современные проблемы генезиса и географии почв Узбекистана // Докл. 1 делегат. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 211.

Попов В.И., Гриднев Н.И., Набиев К.А. Литология кайнозойских моласс Средней Азии. Т.3. Ташкент:Изд. АН УзССР, 1956.290с.

Поппель Е.Б. Некоторые особенности почвообразовательного процесса в Курском районе Ставропольского края. // География, районирование и мелиорация почв РСФСР. - Воронеж, ВГУ, 1974, с. 31 - 34.

Похидько Н.П., Шепелева В.Г., Щербак Н.Е. Сельскохозяйственные угодья Воронежской области и их экономическая оценка.-Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. из-во, 1984.- 104 с.

Почвенная карта бассейна р. Селенги в пределах Бурятской АССР (1:1500000) // Под ред. Е.Н.Ивановой. М., 1960. 152 с.

Почвенная карта Омской области (1:600000). Омское областное управление сельского хозяйства, 1960.

Почвенно-географическое и агропочвенное районирование БАССР // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 77.

Почвенно-географическое районирование Юго-Восточной части Западной Сибири // Агрогидрологические свойства почв Юго-Восточной части Западной Сибири. Справочник. Л., 1979. 548 с.

Почвенное районирование Прикаспийской низменности и перспективы ее сельскохозяйственного использования //Науч. тр.ВАСХНИЛ, Почв. ин-т им.В.В.Докучаева.-М., 1977.- 187 с.

Почвенно-климатический атлас Новосибирской области // Под ред. Сляднева А.П. Новосибирск, 1978. 125с.

Почвенно-мелиоративное районирование территории Северо-Дагестанской низменности. Сост. Мирзоев Э. М-Р. и др. - Махачкала, 1976.

Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. Изд-во МГУ, 1994. 272 с.

Почвы Алтайского края // Под ред. Базилевич Н.И., Розанова А.Н. М., 1959. 380 с.

Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. 460 с.

Почвы долины Нижнего Дона и их орошение. (Проспект). 1974.

Почвы комплексной равнины Северного Прикаспия и их мелиоративная характеристика.- М., 1964.

Почвы Минусинской впадины // Труды Южно-Енисйской комплексной экспедиции. Вып.3. Под ред. Горшенина К.П. М., 1954. 304 с.

Почвы Оренбургской области.- Челябинск, 1972.- 126 с. 46.

Почвы Ростовской области (южные, северо-приазовские,обыкновенные, предкавказские черноземы).- Ростов н/Д:Рост. обл. кн. и-во, 1940.- 208 с.

Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. отв. В.Н.Воронков. 1940. Кн.1,3. стр.3-10, 74-79, 114-122, 149, 155.Почвы Кулундинской степи. Новосибирск: Наука, 1967. 291 с.

Предотвращение вторичного засоления и освоение засоленных почв Хакассии при орошении: Методические указания (Россельхозакадемия). Абакан, 1991. 20 с.

Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги //Тр. Прикаспйской экспедиции.-М.: Изд.МГУ, 1962.-450 с.

Природное районирование Алтайского края // Под ред. Базилевич Н.И., Розанова А.Н. М., 1958. 210 с.

Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР // Система ведения сельского хозяйства по зонам Башкирской АССР. Уфа, 1960.

Природные ресурсы Новосибирской области // Под ред. Николаева В.А., Гаджиева И.М. Новосибирск, 1986. 216с.

Природные условия и естественные ресурсы СССР. Кавказ. - М.: Наука, 1966. 483 с.

Приходько В.Е. Гумусное состояние почв и его изменение за 20-25 лет // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 67-79.

Приходько В.Е. Эволюция почв степной зоны при орошении // Естественная и антропогенная эволюция почв. Пущино, 1988. С. 152-164.

Приходько В.Е. Эволюция почв степной зоны при орошении. // Естественная и антропогенная эволюция почв. - Пущино, 1988, с. 152 - 164.

Приходько В.Е., Галибен А.А., Иванов И.В. Влияние орошения на свойства темно-каштановых почв Сыртовой равнины Заволжья. // Почвоведение. 1986. ном.5. стр.76-86.

Проблемы Аральского моря: состояние акватории и осушенного дна Аральского моря. Алма-Ата: Наука, 1983. 236 с.

Проблемы опустынивания. Перевод с английского. Вып. 7. ЦМП М.: Госкомприроды СССР, 1989. С. 33.

Проблемы опустынивания. № 11, 1984. 170 с.

Проблемы опустынивания.№ 12, 13, 1986. 207 с.

Проблемы опустынивания. № 14, 1987. 143 с.

Прогноз изменения природных комплексов Южного Приаралья до 2005 г.»карта 1:200 000. Материалы ТЭО «Создание искусственно-регулируемого водоема в районе города Муйнак Каракалпакской АССР». Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1988.

Проектируемые водохозяйственные сооружения в дельте Сырдарьи (карта-схема 1:100000). Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Прокопенко П.А., Копейкин Ю.В. Почвенно-мелиоративные процессы в карбонатных черноземах при орошении. // Земельные ресурсы Ставропольского края и приемы повышения производительности почв. Труды СтНИИСХ. - Ставрополь, 1985, с. 152 - 159.

Прокофьев С.М. Природа Хакассии. Абакан, 1993. 208 с.

Прокофьев С.М. Климатическая карта Хакасии // Природа Хакасии. Абакан, 1993. С. 20.

Прокофьев С.М. Почвенная карта Хакасии // Природа Хакасии. Абакан, 1993. С. 41.

Прокофьев С.М. Растительные пояса Хакасии // Природа Хакасии. Абакан, 1993. С. 59.

Процко М.Т., Джинджиков В.Н. Почвы центральной зоны Калмыцкой АССР.- Элиста: Калмиздат, 1965.- 30 с.

Птичников А.В. Динамика опустынивания ландшафтов Приаралья за последние 15 лет (с исползованием космических методов иследований). Дисс. на соиск. уч. степ. канд. геогрфических наук. Москва, 1991. 130 с.

Птичников А.В. Физико-географические последствия антропогенного опустынивания в Приаралье // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 28.

Рабочев И.С., Иммалиев А.И. Мелиорация и плодородие орошаемых почв Средней Азии // Доклады симпозиума 7 делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Т. 46. Ташкент, 1985.

Разаков Р.М. Изменение природных комплексов Приаралья под влиянием опустынивания. Выступление на совещании по проекту СЕПАР (СССР-ЮНЕП). Фонды кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ. Москва, 1991. 14 с.

Районирование территории СССР по основным факторам эрозии. Отв. ред. Арманд Д.Л. - М.: Наука, 1965. 235 с.

Распределение земельного фонда сельскохозяйственных угодий РСФСР по группам почв. (Справочник). - М., 1980. 184 с.

Растительность СССР. М-б 1:4000000. Под ред. Рулькевич Е.И., Вешняковой Г.В. - Минск: ГУГК, 1990.Растительный покров Башкирской АССР // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 50.

Рациональное использование почв Саратовской области.- Саратов, 1987.- 184 с.

Рафиков А.А. Природные условия осушающегося южного побережья Аральского моря. Ташкент, 1982.

Рафиков А.А. Факторы и причины опустынивания // Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним. 1988.

Рафиков А.А., Бахритдинов Б.А. Особенности засоления почв Южного Приаралья в связи со снижением уровня Аральского моря // Почвоведение. 1982. № 10.

Рафиков А.А., Тетюхин Г.Ф. Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий в низовьях Амударьи. Ташкент: Фан, 1981. 199 с.

Региональная геоморфология Кавказа. Отв. ред. Думитрашко Н.В. - М.: Наука, 1979. 196 с.

Рейнгард Я.Р. Почвенно-эрозионное районирование Омской области // Защита почвы от эрозии в Омской области. Омск, 1975. С. 18.

Ресурсы биосферы пустынь Средней Азии и Казахстана. М.: Наука, 1984. 192 с.

Рещиков М.А. Карта растительности Бурят-монгольской АССР (1:2000000) // Краткий очерк растительности Бурят-монгольской АССР. Улан-Удэ, 1958. 94 с.

Рещиков М.А. Схематическая карта зон увлажнения Бурят-монгольской АССР (1:4000000) // Краткий очерк растительности Бурят-монгольской АССР. Улан-Удэ, 1958. 94 с.

Рогов М.М. Гидрология дельты Амударьи. Л.: Гидрометеоиздат, 1957.

Родин Л.Е. Влияние человеческой деятельности на образование такыров // Такыры западной Туркмении. М.: АН СССР, 1956.

Родин Л.Е. Динамика растительности пустынь. М.-Л.: Наука,1961. 277 с.

Родин Л.Е. Растительность пустынь Западной Туркмении. М.-Л.: Наука, 1963. 309 с.

Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.-Л., 1965.

Розанов А.Н. Фазы, стадии и типы вторичного засоления почв при орошении // Тр. почв. ин-та им. В.А.Докучаева. Сб. 14.1946.

Розанов А.Н. Зональные почвы равнин и предгорий Кура-Араксинской низменности // Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорации. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева. Т. XLIV. М., АН СССР, 1954. С. 79.

Розанов Б.Г. Проблемы деградации засушливых земель мира и международное сотрудничество по борьбе с опустыниванием // Почвоведение. 1977. № 8. С.5

Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: Изд-во МГУ, 1983. 320 с.

Розанов Б.Г. Опустынивание и аридизация суши // Мелиорация почв аридных территорий СССР. Фрунзе. 1985.

Розанов Б.Г. Прогноз эволюции орошаемых черноземов юга Европейской части СССР при орошении. // Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв. Ч II. Почвы степной зоны. - М.: ВАСХНИЛ, 1973, с. 67 - 75.

Розанов Б.Г. Слитогенез при орошении черноземов. // Проблемы сельскохозяйственной науки в Московском университете. - М.: МГУ, 1975, с. 112 - 116.

Розанов Б.Г., Андреев Г.И., Буйлов В.В. и др. Эволюция черноземов при орошении. // Русский чернозем 100 лет после Докучаева. М.: Наука. 1983. стр.241-257.

Розанов Б.Г., Андреев Г.И., Буйлов В.В., Моргун Е.Г., Николаева С.А., Пачепский Я.А. Эволюция черноземов при орошении. // Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. - М.: Наука, 1983, с. 241 - 253.

Розанов Б.Г., Джандил А.Р., Абдель Мутталиб М.А. Влияние орошения на некоторые свойства южных черноземов. // Научн. докл. ВШ, Биологические науки N 5, 1975, с. 111 - 116.

Розанов Б.Г., Зонн И.С. План действий по борьбе с опустыниванием в СССР: оценка, мониторинг, предупреждение и борьба с ним // Проблемы освоения пустынь. 1981, N 6, с.22-31.

Рубанов И.В., Ишниязов Д.П., Баскакова М.А., Чистяков П.А. Геология Аральского моря. Ташкент: Фан, 1987. 248 с.

Рысков Я.Г., Гуров А.Ф. Роль орошения в современной эволюции террасных черноземов Нижнего Дона. // Почвоведение. ном.12. стр.81-85.

Рысков Я.Г., Гуров А.Ф. Эволюция степных почв нижнего Дона при орошении. // Естественная и антропогенная эволюция почв. - Пущино, 1988, с. 164 - 171.

Садименко П.А. Почвы юго-восточных районов Ростовской области.- Ростов н/Д: Изд.РГУ, 1966.- 128 с.

Садименко П.А. Почвы юго-восточных районов Ростовской области. Ростов н/Д. 1966. стр.8-29, 105.

Садовников И.Ф. Почвы Южного Заволжья как объект орошения. - М.: АН СССР, 1952. 491 с.

Сажин А.Н. с соавт. Проблемы дефляции почв // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии. Пущино, 1992. С. 98-104.

Саидов А.К. Влияние сельскохозяйственного использования на светло-каштановые почвы Ногайской степи. // Биологическая продуктивность ландшафтов равнинной зоны Дагестана. Вып. 2. - Махачкала, 1978, с. 109 - 112.

Сакс В.Н. Карта растительности // Новосибирская область. Природа и ресурсы. Новосибирск, 1978. С. 114.

Самойлова Е.М., Сизов А.П., Яковченко В.П. Оргничесое вещество почв черноземной зоны. - Киев, Наукова думка, 1990. 120 с.

Самойлова Е.М., Толчельников Ю.С. Эволюция почв. М.: МГУ,1991. 90 с.

Саттаров Д.С. и др. Состояние почвенного покрова Приаралья в связи с усыханием Аральского моря // Почвоведение.1991. № 10.

Седельников В.П., Намзалов Б.Б., Ершова Е.А. Антропогенная трансформация растительного покрова Западной Сибири. Новосибирск, 1992. 151 с.

Седельников В.П., Намзалов Б.Б., Ершова Е.А. Картосхема хозяйственной освоенности территории степной зоны Новосибирской области // Антропогенная трансформация растительного покрова Западной Сибири. Новосибирск, 1992. С. 52.

Сектименко В.Е. Изменение фракционного состава и засоления морских песчаных отложений при эоловой обработке // Тез. докл.1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 26.

Сектименко В.Е., Таиров Т.М., Наумов А.Н. Почвенно-экологические условия западной части обсохшего дна Аральского моря // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 286.

Селезнева Н.С. К вопросу о ландшафтной структуре территории Омской области // Природное районирование Омского Прииртышья. Омск, 1977. С. 4-10.

Сенкевич Б.Н. О генезисе основных форм эолового рельефа песчаных пустынь. Ашхабад: Ылым, 1976. 184 с.

Сильченко М.И., Черкасская Л.М. Современное состояние земельных ресурсов Алтайского края и их использование // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, 1974. С. 63-68.

Система ведения сельского хозяйства в Омской области. Раздел 6. Охрана и рациональное использование природных ресурсов // Под ред. Я.Р.Рейнгарда. Новосибирск, 1981. 64 с.

Сиухина М.С., Пономарева И.В. Динамика окислительно-восстановительного потенциала и подвижных форм азота в черноземе выщелоченном под картофелем при орошении. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1987. ном.4. стр.40-44.

Скляров Г.А. Лесостепные почвы Башкирской АССР, их генезис и производственная характеристика. М., 1964. 246 с.

Сляднев А.П. Алтайский край (без Горно-Алтайской АО) (1:2000000) // Очерки климата Алтайского края. Барнаул, 1958. 140 с.

Соколов К.В. Мелиоративные особенности каштановых почв юго-востока Ставрополья в связи с орошением. Автореф. канд. дисс. - Орджоникидзе, 1970. 30 с.

Соколов И.А. Почвообразование и время: поликлимаксность и полигенетичность почв // Почвоведение. 1984. № 2. С. 102.

Соколов И.А., Караваева Н.А., Александровский А.Л., Иванов И.В. Эволюция почв: понятия и термины (опыт разработки) // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 5.

Соколова Т.А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР. Новосибирск: Наука, 1985. 250 с.

Соколовский С.П. Засоленность почвогрунтов и грунтовых вод мелиоративного фонда Калмыкии //Эксплуат. оросит. систем Поволжья.- М., 1987.

Соколовский С.П. Мелиоративное состояние орошаемых земель в различных районах Северного Кавказа. // Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв. Ч II. Почвы степной зоны. - М.: ВАСХНИЛ, 1973, с. 58 - 66.

Соколовский С.П. О воздействии орошения на некоторые свойства предкавказских черноземов и каштановых почв. // Почвоведение, 1986, N 9, с. 70 - 81.

Соляник Г.М. Почвы Краснодарского края.- Краснодар, 1976.- 64 с.

Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 190 с.

Специализация с/х производства Ростовской области. //Сб.ст. отв.ред. Борисенкова Н.П. 1969.

Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене - голоцене. М., 1991.

Справочник водного хозяйства. М.: Сельхозгиз, 1962.

Ставропольский край. Почвенная карта. М-б 1:600000. Под ред. Павловой А.В. - М.: ГУГК, 1979.

Стародубцев В.М. и др. Аридизация почв дельтовых равнин Южного Казахстана в связи с зарегулированием речного стока //

Проблемы освоения пустынь. 1978. № 5.

Стасюк Н.В., Федоров К.Н., Быкова Е.П. Эволюция структуры почвенного покрова пастбищ дельты Терека. // Весн. МГУ, сер. почвоведение, 1991, N 3, с.

Стасюк Н.В. Федоров К.Н. Динамика почвенного покрова дельты Терека // Тез. докл. Всес. совещ. «Почвенный покров пойм и дельт рек». М., 1984. С. 44.

Стафийчук И.Д., Шушканов Г.П., Бульчук П.Я. Земельный фонд и почвенный покров пашни // Качественная и экомомическая оценка земель Башкирской АССР. Уфа, 1977. С. 5-14.

Степанов И.Н. О генезисе почв Средней Азии в связи с гидротермическими условиями // Почвоведение. 1968. № 4. С. 20.

Степанов И.Н. Эколого-географический анализ почвенного покрова Средней Азии. М.: Наука, 1975. 168 с.

Степные и лесостепные почвы Бурятской АССР и их агропроизводственная характеристика // Под ред. Е.Н.Ивановой. М., 1960. 152 с.

Структура, функционироввание и эволюция систмы биогеоценозов Барабы. Т. 1. Новосибирск: Наука, 1971. 308 с.

Сугробов М.М. Почвы Ростовской области.- Ростов н/Д: Кн.из-во, 1964.- 48 с.

Сулманов А.Б., Керимханов С.У., Залибеков З.Г. и др. Классификация и диагностика почв Дагестана.- Махачкала, 1982.- 84 с.

Сумгин М.И. Распределение многолетней мерзлоты на территории Бурятской АССР. Подземные и поверхностные воды Бурятской АССР. М., 1960. 152 с.

Сушко С.Я. Генетическая сущность такырных почв // Почвоведение. 1932. № 4.

Схема агроклиматического районирования и теплообеспеченности территории // Агроклиматические ресурсы Курганской области. Л., 1977. С. 13.

Схема геоморфологического районирования Алтайского края. Почвы Алтайского края. Под ред. Базилевич Н.И., Розанова А.Н. М., 1959. С. 15.

Схема почвенно-географического районирования Западной Сибири // Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Западной Сибири. Т. 9. М., 1968. 383 с.

Схема природных провинций Башкирской АССР // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 76.

Схема распространения почвообразующих пород в Башкирской АССР // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 30.

Схематическая карта геоморфологических районов правобережной части Минусинской впадины (1:2500000) // Труды Южно-Енисейской комплексной экспедиции. Вып.3. Под ред. Горшенина К.П. М., 1954. С. 191.

Схематическая почвенная карта Башкирии // Почвы Башкирии. Том I. Уфа, 1973. С. 74.

Схематическая карта режимов подземных вод дельты Сырдарьи. 1:200000. Материалы ТЭО «Сооружения для регулирования уровня и водного режима прибрежных мелководных участков Аральского моря в районе дельты Сырдарьи». Чимкент: Союзгипрорис, 1989.

Таиров Т.М. Галогенез некоторых почв Акпеткинского массива // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 28.

Тазынбаев М.Г. Современное состояние земельных ресурсов Хакассии // Земельные ресурсы Сибири. Новосибирск, 1974. С. 52-57.

Тайчинов С.Н., Бульчук П.Я. Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР. Ульяновск, 1975. 160 с.

Тайчинов С.Н., Бульчук П.Я. Агропочвенные районы Башкирской АССР // Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР. Ульяновск, 1975. С. 7.

Тайчинов С.Н., Бульчук П.Я. Карта эрозии // Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР. Ульяновск, 1975. С. 151.

Танзыбаев М.Г. Почвы Хакасии. Новосибирск, 1993. 256 с.

Танзыбаев М.Г. Схема размещения основных оросительных систем // Почвы Хакасии. Новосибирск, 1993. С. 210.

Танзыбаев М.Г. Схема расположения районов дефляции в Хакасии // Почвы Хакасии. Новосибирск, 1993. С. 197.

Тарасенко Б.И. Повышение плодородия почв Кубани.- Краснодар, 1981.- 190 с.

Ташкузиев М.М., Шарафутдинова Н.Р. Состав гумуса древнеорошаемых гидроморфных почв дельты Амударьи // Тез. докл. 1 делегатск. съеда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 157.

Трофимов И.А. Природные кормовые угодья Черных земель // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста, 1995. С. 53-83.

Трофимов С.С. и др. Относительная доля пашни в составе сельскохозяйственных угодий юга Западно-Сибирской равнины // Основы использования и охраны почв Западной Сибири. Новосибирск, 1989. С. 70.

Трофимов С.С. и др. Пораженность территории юга Западно-Сибирской равнины эрозией и дефляцией (по материалам института "Запсибгипрозем") // Основы использования и охраны почв Западной Сибири. Новосибирск, 1989. С. 74-75.

Трофимов С.С. и др. Эрозионно- и дефляционно-опасные районы юга Западно-Сибирской равнины // Основы использования и охраны почв Западной Сибири. Новосибирск, 1989. С. 82.

Туремуратов У.Т. Растительный покров Северо-Западных Кызылкумов. Ташкент: Фан, 1978. 275 с.

Турсунов А.А. Гидрогеологическая обстановка современной дельты Амударьи и ее изменение под влиянием опустынивания // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент,1990. С. 30—.

Турсунов Х.Т. Картосхема распределения минералов тонкодисперсной фракции почв и почвообразующих пород Узбекистана // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент,1990. С. 31—.

Турсунов Х.Т. Минералогический состав основных типов почв Узбекистана. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Ташкент, 1990. 456 с.

Тюльпанов В.И., Цховребов В.С. Сравнительная характеристика физических свойств и структурного состояния целинного, неорошаемого и орошаемого карбонатного подтипа чернозема. // Орошаемые черноземы и их рациональное использование. - Новочеркасск: НПО Югмелиорация, 1990, с. 44 - 49.

Тюменцев Н.Ф., Попов А.А. Бонитет почвенного покрова административных районов Новосибирской области // Бонитировка почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1975. С. 48.

Тюрин И. Орошение земель Ростовской и Сталинградской обл. //Известия. 7 января 1951.

Умирзаков А.Х., Ахмедов А.У. Современное почвенно-мелиоративное состояние Элликкалинского массива // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 229.

Урсу А.Ф. Техногенно-преобразованные почвы и особенности их картографирования. // Изменение почв под влиянием антропогенных факторов. - Кишинев, 1987, с. 21 - 30.

Усов Н.И. Почвы Саратовской области.Ч 1,2.- Саратов: Саратовское обл. из-во, 1948.

Федоров К.Н., Можарова Н.В. Эволюция состава почвенного покрова Терско-Кумского междуречья. // Биологическая продуктивность дельтовых экосистем Прикаспийской низменности Кавказа. - Махачкала, 1978, с. 97 - 100.

Федорович Б.А. Некоторые основные положения о генезисе и развитии рельефа песков // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофизика.1940. № 6. С. 885.

Федорович Б.А. Об основных процессах рельефообразования Турана // Проблемы физической географии. 1950. Вып. 15. С. 75.

Федорович Б.А. Происхождение рельефа современных песчаных пустынь // Сборник статей для XVIII Междунар. геогр. конгр. АНСССР и Геогр. о-ва СССР. М.-Л.: АН СССР, 1956. С. 114.

Федорович Б.А. Равнины Средней Азии. Геоморфология СССР. Равнины и горы Средней Азии. М.: Наука, 1975. С. 7.

Федорович Б.А. Нерешенные проблемы динамики рельефа песков в пустынях // Актуальные вопросы освоения и преобразования пустынь СССР. Ашхабад: Ылым, 1981. С. 45.

Федюков А.П. Природа Калмыцкой АССР. Элиста, 1970. 133 с.

Феофарова И.И. Микроморфологическая характеристика такыров // Такыры Западной Туркмении и пути с/х освоения. М.: АН СССР, 1956.

Физико-географическое районирование Башкирии (1:1500000) // Физико-географическое районирование Башкирской АССР. Ученые записки. Том XVI. Уфа, 1964. 210 с.

Фольмер Н.И., Мигуцкий А.С., Рейнгард Я.Р. Система противоэрозионной дифференцированной обработки почвы и удобрений по зонам Омской области // Борьба с засухой и ветровой эрозией почвы в Омской области. Омск, 1980. С. 3-13.

Фридланд В.М. Опыт почвенно-географического разделения Кавказа. // Вопросы генезиса и географии почв. Памяти академика Прасолова.- М.: АНСССР, 1957.

Форш Л.Ф. Испарение и транспирация в дельте Амударьи // Тр. лаб. озероведения АН СССР. Т. IV. М.-Л.: АН СССР, 1957. С.35.

Хабаров А.В., Чижикова Н.П. Генетические и геохимические особенности почвообразующих пород и почв Восточного Устюрта // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино,1984. С. 71—.

Хазиев Ф.Х., Герасимов Ю.В., Мукатанов А.Х., Бульчук П.Я., Кургеев П.А. Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа, 1985. 136 с.

Хазиев Ф.Х., Герасимов Ю.В., Мукатанов А.Х., Бульчук П.Я., Кургеев П.А. Схема геоморфологического районирования Башкирской АССР // Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа, 1985. С. 6.

Хазиев Ф.Х., Герасимов Ю.В., Мукатанов А.Х., Бульчук П.Я., Кургеев П.А. Схематическая почвенная карта Башкирской АССР // Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа, 1985. С. 10.

Хазиев Ф.Х., Герасимов Ю.В., Мукатанов А.Х., Бульчук П.Я., Кургеев П.А. Схема сельскохозяйственного и агропочвенного районирования Башкирской АССР // Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа, 1985. С. 51.

Хакимов Ф.И. Почвенно-мелиоративные условия опустынивания дельт. Пущино, 1989. 218 с.

Хакимов Ф.И. К изучению почвенно-мелиоративных условий дельты Амударьи в связи со структурой ее поверхности // Тез. докл. 1 делегатск. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент,1990. С. 233—.

Хакимов Ф.И. К вопросу об изучении почв и мелиоративных условий дельты Амударьи в зависимости от структуры их поверхности // Тезисы докл. 1 респ. конф. почвоведов Узбекистана. Т. 2. Ташкент, 1990. С. 233.

Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф. Формирование почвенного покрова дельты Амударьи // Эволюция и возраст почв. Пущино, 1986.С. 208.

Харин Н.Г., Бабаев А.М., Курбанмурдов К. и др. Методические указания по изучению процессов опустынивания аридных территорий (на примере Монголии). Ашхабад, 1992. 80 с.

Харин Н.Г., Нечаева Н.Т., Николаев В.Н. и др. Методические основы изучения и картографированияя процессов опустынивания (на примере аридных территорий Туркменистана). Ашхабад, 1983. 102 с.

Харин Н.Г., Орловский Н.С., Бабаева Т.А. и др. Пояснительная записка к карте антропогенного опустынивания аридных территорий СССР. Ашхабад: Ылым, 1987. 32 с.

Хасанов И.А. Климат // Опустынивание в Узбекистане и борьба с ним. Ташкент: Фан, 1988. С. 8.

Хожанов Н.Н. Влияние агроклиматических изменений на формирование плодородия орошаемых земель Приаралья // Докл. 1 делегат. съезда почвовдов Узбеистана. Ташкент, 1990. С. 233.

Хосровянц А.Н. Проблемы водохозяйственного развития в Среднеазиатском регионе. Выступление на совещании по проекту СЕПАР (СССР-ЮНЕП). Фонды кафедры общего почвоведения факультета почвоведения МГУ. Москва, 1991. 16 с.

Хотинский Н.А. Взаимоотношение леса и степи по данным палеогеографии голоцена // Эволюция и возраст почв СССР. Пущино, 1986. С. 46-53.

Хотинский Н.А. Климат и человек в голоцене аридных и гумидных зон Северной Евразии // Аральский кризис (историко-географическая ретроспектива). М., 1991. С. 48.

Цыганов М.С. Почвы Омской области, их свойства и приемы улучшения. Омск, 1938. 88 с.

Чалидзе Ф.Н. Динамика растительности почвенных массивов древней и современной дельты Сырдарьи //Экология. 1972. № 6. С. 48.

Чалидзе Ф.Н. Динамика растительности прирусловых валов и русел древней и современной дельты реки Сырдарьи //Экология. 1973. № 3. С. 24.

Чалидзе Ф.Н. Смены растительности межрусловых пространств древней и современной дельты реки Сырдарьи //Экология. 1974. № 3. С. 29.

Чалидзе Ф.Н. Ландшафтно-генетические ряды карстовых форм в Приаралье // Землеведение. Т.11. М., 1976. С. 213.

Чарни Дж. Динамика пустынь и засуха в Сахеле // Физические основы теории климата и его моделирование. Л.: Гидрометеоиздат,1977.

Чеботарев И.И. Гидрогеология плоскостного Дагестана. // Труды Северо-Кавказского геолого-гидро-геодезического треста. Т. 7. 1934.

Чембарисов Э.И. Влияние качества оросительных вод Средней Азии на мелиоративное состояние орошаемых земель // Докл. 1 делегат. съезда почвоведов Узбекистана. Ташкент, 1990. С. 40.

Черепенин Л.М. Схематическая карта растительности Красноярского края // Природные условия Красноярского края. М., 1961. С. 160-187.

Черкашенина Е.Ф. Агроклиматические районы Омской и юга Тюменской областей // Труды Омской Гидрометеорологической обсерватории, вып. 3. Свердловск, 1968. С. 3-18.

Черкашенина Е.Ф. Агроклиматическое районирование Омской и юга Тюменской областей // Труды Омской Гидрометеорологической обсерватории, вып. 3. Свердловск, 1968. С. 3-18.

Чижикова Н.П., Градусов Б.П., Травникова Л.С. Особенности профиля глинистого материала почв Барабинской лесостепи в связи с эволюцией // Научн. докл. высш. шк. Биол. науки. 1973. № 8. С. 99.

Чиликина Л.Н. и др. Карта растительности ДагАССР. М-б1:300000. - М-Л.: АНСССР, 1962.

Черноземы СССР (Предкавказье и Кавказ). - М.: Агропромиздат, 1985. 262 с.

Чешев А.С. Интенсификация использования земельных ресурсов : Анализ, опыт, рекомендации. (На пр. Рост.обл.), Ростов н/Д. 1987. стр.22-29.

Чешев А.С. Комплексное освоение овражно-балочных земель Ростовской области. //Сб.н.тр.ВНИИ агролесомелиорации. Волгоград. вып.3 1985.

Чистяков А.А., Мирзоев Д.А. Результаты струтурно-геоморфологических исследований в Терско-Сулакской низменности. // Материалы комплексной южной геологической экспедиции АНСССР. Вып. 7. - М.: АНСССР, 1962.

Чугуева О.А. Изучение изменений свойств черноземов при орошении на примере Право-Егорлыкской обводнительно-оросительной системы. // Орошаемые черноземы и их рациональное использование. - Новочеркасск: НПО Югмелиорация, 1990, с. 39 - 44.

Шаймухаметов М.Ш., Воронина К.А. Методика фракционирования органо-глинистых комплексов почв с помощью лабораторных центрифуг // Почвоведение. 1972. № 8. С. 134.

Шахунова П.А. Обзорная карта Тувинской области (1:1000000) // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 5-10.

Шейко С.Н. Карта-схема природных условий осушения Тюменской области // Физико-географическое районирование Тюменской области. М., 1973. 248 с.

Шелаев А.Ф., Муравьева Н.Г., Фелициант И.Н. К характеристике почвенного покрова левобережной части дельты Амударьи // Почвоведение. 1953. № 9. С. 26.

Шенников А.П. Введение в геоботанику. Из-во ЛГУ,1964.447 с.

Шишов Л.Л., Яшин И.М., Кашанский А.Д., Капшук М.П., Холмецкий А.М. Опустынивание и особенности процессов почвообразования в средиземноморской зоне Ливийской Джамахирии // Изв. ТСХА. 1988. № 6. С. 95.

Шматкин В.Ф. Почвенно-мелиоративное районирование КАССР // Пути интенсификации земледелия в засушливых условиях юга России. Элиста. 1989.

Шматкин В.Ф., Сергеев Н.А. Мелиоративное состояние орошаемых земель КАССР // Мелиорация и орошение почв равнинного Кавказа (под ред. Ковды В.А. и Зонна С.В.). М., 1986. С. 90-96.

Шретер А.И. Карта растительности Тувы (1:2500000) // Природные условия Тувинской АО. М., 1957. С. 190-191.

Шубин В.Ф. Освоение каштановых почв Поволжья. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. 136 с.

Шульгин А.М. Климатические зоны и почвенно-климатические районы Алтайского края // Климатические и почвенные особенности Алтайского края и задачи подъема сельского хозяйства. Барнаул, 1947. 32 с.

Шумаков Б.А. Шумаков Б.Б. Поляков Ю.Н. Освоение плавней Кубани. М.: Колос, 1976. 143 с.

Шумов В.А., Новик Н.А. Влияние орошения на плодородие почв. // Природоохранные мероприятия при мелиорация земель. Краснодар. 1985. стр.45-52.

Щеглов И.Л. Почвы Калмыцкой области. Часть II - Низменная степь. Саратов, 1930.

Щепкин С.В. Гидрогеологические условия орошаемых земель .

Элементарные почвообразовательные процессы: опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. Отв. ред. Караваева Н.А., Зонн С.В. - М.: Наука, 1992. 184 с.

Эффективно использовать земельные ресурсы : Опыт хозяйств Дона. // Сб.н.тр. 1984.

Юшко П.А., Березин Л.В. Районирование солонцовых комплексов Омской области // Особенности возделывания зерновых. Новосибирск, 1980. С. 25-31.

Юшко П.А., Березин Л.В. Почвенно-мелиоративные районы солонцовых комплексов Омской области // Особенности возделывания зерновых. Новосибирск, 1980. С. 25-31.

Яворский О.В. Мелиорация в Хакассии. Красноярск, 1968. 80 с.

Ягодин В.Н. К истории заселения и освоения плато Устюрт по данным археологии // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. Пущино, 1984. С. 189.

Якупова Н.Я. и др. Почвы Казалинского массива и перспективы их использования. Алма-Ата: Наука, 1973.

Яковлев А., Шептухов В., Матвеев Ю., Платонов И., Решетина Т. Современное состояние почвенного покрова России и причины его деградации // Международный сельскохозяйственный журнал. 1994. N 2. С. 13-21.

Яковлев Н.Н. Агроклиматическая характеристика и районирование Тюменской области // Вопросы сельскохозяйственных мелиораций Тюменской области. Тюмень, 1968. С. 35-51.

Яковлев Н.Н. Агроклиматические районы южной части Тюменской области // Вопросы сельскохозяйственных мелиораций Тюменской области. Тюмень, 1968. С. 37.

A Brief on Various Desert Conditions in Saudi Arabia. NSSCLP, Riyadh. Natural Soil Survey & Land Classification Project. Land Management Dept., Ministry of Agriculture & Water. Kingdom of Saudi Arabia. 1989.

Agenda-21, Chapter 12. anaging Fragile Ecosystems: Combating Desertification and Drought // Desertification Control Bulletin. 1993. No 22. P. 9.

Andreeva O.V., Kust G.S. Application of desertification assessment methodology for soil degradation mapping in Kalmyk Republic (Russian Federation)// Desertification Control Bulletin, v31, 1998, Nairobi, UNEP

Aubreville A. Climats, forets et desertificationde l`Afrique tropicale // Societe d`editions geographiques, maritimes et coloniales. Paris. 1949. 255 p.

Cardy F. Desertification —A Fresh Approach // Desertification Control Bulletin. 1993. No 22. P. 4.

Compendium of Legislative Authority. 1972—. UNEP. Nairobi. Kenya. 1978. 124 p.

Darkoh M.B.K. Combating desertification in the southern arfican region: An Updated regional assessment. UNEP. Nairobi.1989.

Desertification Control Bulletin. 1991. No 20. 62 p.

Desertification Control Bulletin. 1993. No 22. 86 p.

Desertification / Land Degradation (a working concept for the purpose of its assessment). Approved by Ad-Hoc Cons. Meeting of Global Desertification: Status and Methodologies». UNEP. Nairobi. Kenya. 16 Feb., 1990.

Dracup J.A., Lee K.S., Paulson E.G. On the definition of droughts // Water Resources Research, 16(2), 1980. P. 297.

Dregne H.E. Desertification: symptom of a crisis // Desertification: process, problems, perspectives. Univ. of Arizona. Tuscon. 1976.

Dregne H.E. Soils of Arid Regions. Developments in Soil Science. Elsevier Pub. Com. 1976.

Dregne H.E. Extension and Distribution of desertification Processes // Reclamation of arid territories and combating desertification. A Comprehensive Approach. CIP. Moscow. 1986. P. 10.

Dregne H.E. Reflections on the PACD // Desertification Control Bulletin. 1987. No 5. P. 8.

Dregne H.E., Tucker C.J. Desert encroachment.// Desertification Control Bulletin. 1988. No 16. P. 16.

General Assessment of Progress in the Implementation of the Plan of Action to Combat Desertification, 1978—. UNEP/GC. 12/9. UNEP. Nairobi. Kenya. 1984.

Glantz M.H. Climate and water modification in and around arid lands in Africa // Desertification Environmental Degradation in and around arid lands, ed. M.H.Glantz. Boulder. Colorado: Westview Press. 1977. P. 307.

Glantz M.H., Katz R.W., Magalhaes A.R., Odallo L. Drought follows the plow. Boulder, CO: National Centre for Atmospheric Research. Draft Mimeo. 1986.

Hare K. Drought and Desiccation, twin hazards of a variable climate // Wilhite D.A. et al. (Eds.). Planning for Droughts: towards a reduction of societal vulnerability. Boulder and London. Westview Press. 1987.

Kassas M. Ecology and management of desertification //Earth 1988: Changing Geografic Perspectives. 1988.

Kassas M., Ahmad Y.J., Rozanov B.G. Desertification and drought: an ecological and economic analysis // Desertification Control Bulletin. 1991. No 20. P. 19.

Kharin N.G. Explanatory note on the map of arid areas in Mongolian People Republic // Desertification revisited. Proc.of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the assessment of desertification. UNEP-DC/PAC. Nairobi. 1990. P. 267.

Kharin N.G. Recommendations on the application in the Sahelian zone of FAO/UNEP Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification // Desertification revisited. Proc. of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the assessment of desertification. UNEP-DC/PAC. Nairobi. 1990. P. 179.

Lamb P. Subsaharan rainfall update for 1982. Continueddrought // J. of Climatology. 1983. V. 3. P. 419.

Letey J., Dinar A. Simulated crop - natur production functions for several crops when irrigated with saline waters // Hilgardia. 1986. Vol. 54. N 1. p. 1 -32.

Le Houerou H.N. In National Seminar on Desertification. Tunis. 1972 (цитируется по Odingo, 1990).

Mabbutt J.A. A new global assessment of the status and trends of desertification // Environmental Conservation.1989. V.11. P. 103.

Odingo R.S. The management of environmental degradation, particularly drought and desertification aspects, in the implementation of the African priority programme for economic recovery [APPER]. Report for Economic Comission for Africa. Addis-Ababa. Ethiopia. 1989. 128 p.

Odingo R.S. The definition of desertification: Its programmatic consequences for UNEP and the International Community // Desertification Control Bulletin. UNEP. Kenya.1990. No. 18. P. 31—.

Odingo R.S. The definition of desertification: Its programmatic consequences the International Community // Desertification revisited. Proc. of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the assessment of desertification. UNEP-DC/PAC. Nairobi. 1990. P. 7.

Orlovsky N.S. Desertification: Its Mechanism and Implications // Combating desertification in the USSR: problems and experience. CIP GKNT. Moscow. 1981. P. 30.

Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO/UNEP. 1982.

Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO. Rome. 1984.

Rapp A., Le Houerou H.N., Lundholm B. (Eds.). Can Desert encroachment be stopped? Stockholm. SIES, 1976.

Report of the Kenya pilot Study Using the FAO/UNEP Methodology for Assessment and Mapping of Desertification //Desertification revisited. Proc. of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the assessment of desertification. UNEP-DC/PAC. Nairobi. 1990. P. 123.

Report on Ad-Hoc Consultation meeting: Assessment of Global Desertification: Status and Methodologies. DC/PAC UNEP. Nairobi. Kenya. February 1990. 32 p.

Rozanov B.G. Global assessment of desertification: status and methodologies —Addendum // Desertification revisited. Proc. of an Ad-Hoc Consultative Meeting on the assessment of desertification. UNEP-DC/PAC. Nairobi. 1990. P. 95.

Schnell R.C. Biogenic ice nucleus removal by overgrazing: A factor in the Sahelian drought. Final report to Directors, Rockfeller Foundation. MS. NCAR. Boulder. Colorado. 1975.

Somavanshi R. B. Patil A. H. Effect of irrigation and location of canal on the salinity of soil and undergraund water from different soil series // Journal Maharashtra agriculture university. 1986. Vol. 11 N 1. p. 1 - 3.

Status of Desertification and Implementation of the UN Plan of Action to Combat Desertification. Report of the executive director. UNEP/GCSS. 111/3. October 1991. Nairobi. February 1992.

Szabolcs J. Agronomicaland ecological impact of irrigation on soil and watersalinity // Advances in Soil Science. 1986. Vol. 4. p. 189 - 218.

UNCOD (United Nations Conference on Desertification). Round-up, Plan of Action and Reselutions. 1977. UN. New-York. 1978. 44 p.

UNCOD. World Desertification map. A/CONF. 74/2. 1977.

UNCOD. Overview Document of UNCOD (A/CONF. 74/1/Rev.1). UN. New-York. 1978.

UNEP, ISRIC. SOTER Report 4-e: Proceedings of the second workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database and Global Assessment of soil degradation. ISSS. Wageningen. 1989.

Verstraete M.M. Defining desertification: a review // Climatological change. 1986. V. 9. No. 1. P. 1.

Warren A., Agnew C. An assessment of desertification and land degradation in arid and semi-arid areas. IIED Issue Paper. November 1988. No 2.

Wilhite D.A. and Glanz M. Definitions of Drought //Wilhite D.A. et al. (Eds.). Planning for Droughts: towards a reduction of societal vulnerability. Boulder and London. Westview Press. 1987.

World Bank. Dryland management: the desertification problem . By Ridley, Nelson. Working paper No 8. 1988.

World Desertification Bibliography. UNEP-DC/PAC and Office of Arid Land Studies. Univ. of Arizona. 1991. 293 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Краткая объяснительная записка к карте опустынивания Южного и Восточного Приаралья 1:500.000.

1. Назначение карты.

Карта составлена как результат развития методов оценки опустынивания на базе нового определения опустынивания/деградации земель, принятого в Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО, 1993).

2. Методология.

Использовались два основных методологических принципа, вытекающих из определения. Эти принципы дали возможность использовать определение опустынивания/деградации земель КБО для целей среднемасштабной оценки и картирования деградации земель, наблюдаемой в результате современного интенсивного опустынивания в Приаралье.

Первый прием состоит в разделении понятий *опустынивание* и *аридность*. Это разделение подразумевает, что аридность территорий или ее увеличивающаяся засушливость (аридизация) сами по себе не приводят к опустыниванию, равно как и разнообразные деградационные процессы (эрозия, засоление, снижение количества и разнообразия растительности и т.п.). Опустынивание наступает только тогда, когда те или иные разнообразные антропогенные воздействия дают возможность существующей или усиливающейся засушливости макро-, мезо- и микроклимата (соответственно аридности и аридизации) активно и направленно воздействовать на такие компоненты ландшафтов как почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, растительность.

Существо второго методологического приема, вытекающего из определения, состоит в раздельном рассмотрении изменений состояния почвенного покрова, рельефа, растительного покрова и гидрологии территории. Оценка изменения каждого компонента опустынивающихся ландшафтов (почвы, растительности и т.д.) через их специфические свойства-индикаторы позволяет рассматривать опустынивание как комплексное сочетание относительно независимых поступательных явлений (серий растительных смен, эволюционных рядов почв и т.п.) с разработкой для каждого из них диагностических показателей направления, степени, скорости и глубины изменений. Например, сравнение изменений в почвенном покрове и почвах как относительно более стабильного компонента с соответствующими изменениями растительности как менее устойчивого компонента ландшафтов дает возможность устанавливать скорость и глубину опустынивания земель путем использования только актуальных признаков, не прибегая к мониторингу явления опустынивания в целом.

Принципы выделения контуров и составления карты.

Карта составлена на основании дешифрирования космических снимков с уточнением деталей путем проведения специальных наземных исследований на ключевых участках. В качестве первичной контурной основы послужила ландшафтная карта региона, специально подготовленная для этих целей.

Выделенные ландшафтные контуры сгруппированы по типам территорий:

1) территории современных опустынивающихся дельт Амударьи и Сырдарьи;

2) территории современных орошаемых массивов;

3) территории древних опустыненных дельт и орошаемых оазисов;

4) территории современных пустынь, а также структурных плато, цокольных и наклонных подгорных равнин и низкогорий в пределах других типов территорий;

5) территория обсыхающего дна Аральского моря.

Уточнение границ контуров и насыщение контурной основы составленной ландшафтной карты тематической нагрузкой проводилось после специального почвенного, геоботанического и геоморфологического дешифрирования выделенных контуров с привлечением материалов наземных наблюдений, аэровизуальных наблюдений, различных картографических материалов (топографических, почвенных, гидрогеологических карт, карт растительности, литологии поверхностных отложений и т.п.) и аэрофотоснимков разных лет, а также с привлечением данных разных авторов, опубликованных в открытой печати.

Результаты проделанной работы были представлены в виде комплексной таблицы индикаторов опустынивания, в которой для каждого из выделенных ландшафтных контуров приводится характеристика наблюдаемых в пределах его границ а) форм рельефа, б) литологии поверхностных отложений, в) преобладающего уровня залегания, химизма и степени засоления грунтовых вод, г) основных почвенных разностей, перечисленных в поряде убывания их доли в данном контуре, д) основных растительных сообществ и группировок. Полученная таблица также может быть использована как информационная база для составления серии тематических карт по природным условиям Приаралья.

Таблица индикаторов опустынивания использовалась для идентификации и диагностики следующих параметров опустынивания:

(1) Класс опустынивания; (2) Тип опустынивания; (3) Подтип опустынивания; (4) Степень опустынивания; (5) Скорость опустынивания; (6) Глубина опустынивания.

Класс опустынивания представляет собой высший таксономический уровень принятой классификации главных тенденций опустынивания. Факт отнесения территории к тому или иному классу опустынивания означает не состояние конкретной территории в данный момент времени, а именно тенденцию , возможный путь развития территории при существующих условиях. В Приаралье четко выделяется всего два таких крупных направления изменения природных систем:

Класс А —Абиогенный путь опустынивания; соответствует формированию **А**биогенных ландшафтов (бедлендов).

Класс Б —Биогенный путь опустынивания; соответствует формированию **Б**иогенных ландшафтов пустынь в условиях глубокого залегания грунтовых вод.

Тип опустынивания представляет собой следующий подуровень таксона “класс опустынивания”и определяется как устойчиво встречающаяся последовательность направленных эволюционных изменений природных комплексов, на конечных стадиях приводящая к формированию одного из нескольких возможных состояний равновесных природных систем. Этот термин также означает не современное состояние территории, а тенденцию ее изменения при сохранении существующих условий.

В Приаралье выделяются следующие типы опустынивания:

Биогенное отакыривание (Бот) - развитие природных комплексов по пути формирования пустынных такырных равнин с ксерофитной растительностью на развитых такыровидных почвах и такырах.

Биогенное опесчанивание (Бп) - развитие природных комплексов по пути формирования песчаных пустынь с закрепленными песками, с псаммофитной растительностью на развитых пустынных песчаных почвах.

Абиогенное засоление (Ас) - развитие природных комплексов по пути формирования солончаков, лишенных высшей растительности.

Абиогенное опесчанивание (Ап) - развитие природных комплексов по пути формирования песчаных пустынь с развеваемыми песками.

Абиогенные нарушения ("бедлендизация") (Аб) - формирование абиотических природных комплексов глинистых и щебнистых пустынь, как правило, в результате локального, чаще антропогенного воздействия, направленного на механическое уничтожение почвенного и/или растительного покрова (пожары, варварская вырубка, сгребание верхнего биогенного слоя почв, водная эрозия на крутых склонах и т.п).

Подтипы опустынивания (представлены в легенде к карте в порядке их преобладания в том или ином контуре) представляют собой подуровни таксона "тип опустынивания", которые определяются по характеру развития того или иного типа опустынивания. Как правило, подтипы опустынивания диагностируются по остаточным признакам первичных стадий опустынивания, наблюдаемым в почвенном и растительном покрове, формах рельефа.

На карте и в легенде к ней выделяется 13 подтипов опустынивания в соответствии с характером развития территории:

Биогенное отакыривание постгаломорфное (Бот-пс) - данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания и отакыривания гидроморфных солончаков и сильнозасоленных почв межрусловых понижений, озерных котловин и постаквальной морской поверхности) .

Биогенное отакыривание постгидроморфное (Бот-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов, не сопровождавшаяся формированием солончаков или сильнозасоленных почв с галофитной растительностью (соответствует природному процессу обсыхания и отакыривания незасоленных или слабозасоленных почв межрусловых понижений или орошаемых массивов).

Биогенное опесчанивание постгаломорфное (Бп-пс) - данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания и рассоления (в т.ч. эолового) солончаков и засоленных почв легкого гранулометрического состава, как правило, формирующихся на прирусловых валах или постаквальной морской поверхности).

Биогенное опесчанивание постгидроморфное (Бп-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов, не сопровождавшаяся формированием солончаков или сильнозасоленных почв с галофитной растительностью (соответствует природному процессу обсыхания незасоленных и слабозасоленных почв легкого гранулометрического состава, как правило, формирующихся на прирусловых валах).

Биогенное опесчанивание посттакырное (Бп-пт) - данному подтипу опустынивания предшествовала стадия отакыривания природных комплексов (соответствует природному процессу опесчанивания такыров и такыровидных поверхностей).

Абиогенное засоление постгидроморфное (Ас-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая или болотная стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу интенсивного засоления орошаемых массивов, межрусловых понижений, озерных котловин и постаквальной морской поверхности в результате их обсыхания и повышения минерализации поверхностных и залегающих близко к поверхности грунтовых вод, как правило, в условиях их слабой естественной отточности).

Абиогенное засоление антропогенное (Ас-ан) - данный подтип опустынивания , отмечающийся, как правило, на территории орошаемых оазисов, по их периферии или вдоль русел и каналов, по которым производится сброс КДВ, может развиваться на фоне любого из предшествующих состояний природных комплексов; поэтому антропогенное засоление может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Абиогенное опесчанивание постгидроморфное (Ап-пг) - данному подтипу опустынивания предшествовала луговая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу обсыхания прирусловых валов, осложненному воздействием перевыпаса сельскохозяйственных животных или вырубкой древесной тугайной растительности).

Абиогенное опесчанивание посттакырное (Ап-пт) - данному подтипу опустынивания предшествовала стадия постгаломорфного или постгидроморфного отакыривания природных комплексов (соответствует природному процессу опесчанивания такыров, осложненному воздействием перевыпаса, вырубкой деревьев и кустарников, явлениями суффозии или техногенными воздействиями).

Абиогенное опесчанивание постгаломорфное (Ап-пс) —данному подтипу опустынивания предшествовала солончаковая стадия развития природных комплексов (соответствует природному процессу формирования эолового песчаного чехла на поверхности солончаков и/или (последующего) рассоления нижележащей засоленной толщи почво-грунтов, осложненному воздействием перевыпаса, вырубкой деревьев и кустарников или техногенным воздействием).

Абиогенное опесчанивание поставтоморфное (Ап-па) —соответствует процессу эолового развевания закрепленных песков в результате перевыпаса, вырубки деревьев и кустарников или техногенного воздействия.

Абиогенные нарушения глинистых пустынь (Аб-гп) - данный подтип опустынивания, отмечающийся, как правило, на территориях подгорных пролювиальных равнин и, реже, такырных поверхностей, развивается обычно в автоморфных условиях на фоне природных комплексов со слабосформированным и хрупким растительным покровом; абиогенная “бедлендизация”может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Абиогенные нарушения щебнистых пустынь (Аб-щп) - данный подтип опустынивания отмечается, как правило, на территориях останцов, подгорных пролювиальных склонов с щебнистой поверхностью и в местах выходов коренных пород с изреженным слабосформированным хрупким растительным покровом; абиогенная “бедлендизация”может охватить территорию в любой момент в зависимости от условий землепользования.

Степень опустынивания.

Степень опустынивания рельефа (указана в легенде к карте для каждого контура в порядке преобладания той или иной степени опустынивания). Основные тенденции трансформации или развития рельефа в Приаралье были представлены в виде рядов изменения. Каждый ряд описывает трансформации или развитие рельефа на различных типах территорий Южного и Восточного Приаралья. Указанные ряды подразделяются на несколько стадий, описанные как стадии опустынивания рельефа. Выделяются следующие шесть стадий: 0 —нет опустынивания;
1 —очень слабое; 2 —слабое; 3 —среднее; 4 —сильное; 5 —очень сильное опустынивание.

Степень опустынивания почв и растительности (указаны в легенде к карте для каждого подтипа опустынивания в порядке преобладания той или иной степени

опустынивания почв и растительности в описываемом контуре). Основные тенденции изменений почв и растительности в направлении того или иного подтипа опустынивания также были представлены в виде рядов с подразделением их на стадии опустынивания. Аналогично рассматриваются шесть стадий опустынивания:
0 — нет опустынивания; 1 —очень слабое; 2 —слабое; 3 —среднее;
4 —сильное; 5 —очень сильное опустынивание.

Скорость опустынивания почв, растительности и рельефа (указаны в легенде к карте в порядке их преобладания в контуре). Этот параметр характеризует относительную быстроту достижения различными компонентами опустынивающихся природных комплексов (почвы, растительность, рельеф) динамического равновесия с изменившимися природными условиями, ведущими к опустыниванию территории.

Относительная скорость того или иного типа опустынивания, охватывающего некоторую территорию, тем выше, чем сильнее выражена гетерогенность этой территории по степени проявления этого типа опустынивания. Рассматривается шесть градаций скорости опустынивания: 0 —нет опустынивания; 1 —очень медленное ; 2- медленное; 3 —умеренное; 4 —быстрое; 5 —очень быстрое опустынивание. Например, если в каком-либо контуре степень опустынивания почв изменяется от 1 до 4, то относительную скорость опустынивания почв здесь можно определить как умеренную.

Глубина опустынивания. Этот параметр характеризует степень достижения природной системой в целом состояния динамического равновесия с изменившимися природными условиями, ведущими к опустыниванию территории. Иначе говоря, чем большее соответствие в пределах данной территории наблюдается между различными компонентами опустынивающихся природных систем, имеющих разную степень отклика на изменение внешних условий, тем глубже данная территория затронута опустыниванием, тем больше устойчивость данной территории к обратным преобразованиям. В отличие от относительной скорости опустынивания, которая определяется для каждого компонента опустынивающихся природных систем, относительная глубина опустынивания характеризует всю природную систему в целом.

Рассматривается также шесть градаций глубины опустынивания: 0
— нет опустынивания; 1 —весьма незначительная; 2 —незначительная; 3 —средняя; 4 —значительная; 5 —весьма значительная глубина опустынивания. Диагностика глубины опустынивания для каждого контура проводится в соответствии со специальными шкалами, основанными на анализе разнообразия представленных в данном контуре типов опустынивания и степеней опустынивания. Согласно этим шкалам, территории с большим разнообразием типов опустынивания и соответствующим им степеней опустынивания характеризуются незначительной и весьма незначительной глубиной опустынивания. Территории со стабильным рельефом, почвенным и растительным покровом и малым разнообразием типов опустынивания характеризуются значительной или даже весьма значительной глубиной опустынивания.

Все перечисленные выше параметры опустынивания были сведены в специальную таблицу. Каждый контур в этой таблице характеризуется подтипом, степенью, скоростью и глубиной опустынивания. Также для каждого контура показано разнообразие этих параметров.

Дополнительно в таблице параметров опустынивания приводится колонка с указанием на доминирующие в том или ином контуре причины опустынивания.

Причины опустынивания (указаны в легенде специальными индексами). Все разнообразие природных и антропогенных причин опустынивания в Приаралье было сведено к 7 комплексным схемам причинно-следственных связей. В каждой схеме различаются:

1) *антропогенные агенты и естественные процессы* опустынивания;
2) *бассейновые, региональные и локальные причины* опустынивания;
3) *первичные (основные) и вторичные (инициируемые) причины* опустынивания.

В легенде к карте отражены только первичные звенья основных 16 цепей причинно-следственных связей:

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных забором воды из рек: Развитие ирригации -> Зарегулирование водного стока рек (водозабор) -> Забор воды из рек на орошение (Ир-Вдз-ЗВ).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сбросом коллекторно-дренажных вод в реки: Развитие ирригации -> Зарегулирование водного стока рек (водозабор) -> Сброс отработанных коллекторно-дренажных вод в реки (Ир-Вдз-СбКДВ).

Цепь причинно-следственных связей при вторично-инициированных изменениях природных систем в результате зарегулирования водного стока рек в верхнем и среднем течениях: Развитие ирригации -> Зарегулирование водного стока рек (водозабор) -> Вторичные изменения в природных комплексах (Ир-Вдз-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сбросом коллекторно-дренажных вод в бессточные впадины: Развитие ирригации -> Развитие орошаемого земледелия -> Сброс коллекторно-дренажных вод в бессточные впадины (Ир-Ор-СбКДВ).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных просачиванием фильтрующихся вод с поливных территорий и из коллекторно-дренажной сети : Развитие ирригации -> Развитие орошаемого земледелия -> Просачивание фильтрующихся вод с поливных территорий и из коллекторно-дренажной сети (Ир-Ор-Фильт.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных дополнительным дренированием территорий после прекращения их орошения : Развитие ирригации -> Развитие орошаемого земледелия -> Дренирование территорий (Ир-Ор-Дрен.).

Цепь причинно-следственных связей при вторично -инициированных изменениях природных систем в результате орошения : Развитие ирригации -> Развитие орошаемого земледелия -> Вторичные изменения в природных комплексах (Ир-Ор-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях природных систем, вызванных обводнением и затоплением : Развитие ирригации -> Обводнительные мероприятия -> Затопление территорий (Ир-Об-Затоп.).

Цепь причинно-следственных связей при вторично-инициированных изменениях природных систем в результате обводнения : Развитие ирригации -> Обводнительные мероприятия -> Вторичные изменения в природных комплексах (Ир-Об-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей в изменениях почв и растительности при перегрузке пастбищ: Развитие отгонного животноводства -> Перевыпас -> Изменения почвенного и растительного покрова (ОЖ-ПерП-ПР).

Цепь причинно-следственных связей в изменениях растительности при недогрузке пастбищ : Развитие отгонного животноводства -> Недовыпас -> Изменения в растительном покрове (ОЖ-НедП-Р).

Цепь причинно-следственных связей при вторично-инициированных изменениях природных систем при отгонном животноводстве : Развитие отгонного животноводства -> Вторичные изменения в природных комплексах (ОЖ-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных бурением артезианских скважин: Техногенное воздействие -> Проведение буровых работ -> Изменения в природных комплексах, вызванные косвенным воздействием образующихся озер и подтопленных территорий на природные комплексы (Тех-БР-Бур.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямыми воздействиями буровых работ на почвенный и растительный покров : Техногенное воздействие -> Проведение буровых работ -> Уничтожение почв и растительности, формирование бедлендов (Тех-БР-ПР).

Цепь причинно-следственных связей при вторичных изменениях природных систем, вызванных буровыми работами: Техногенное воздействие -> Проведение буровых работ -> Вторичные изменения в природных комплексах (Тех-БР-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных прямым воздействием прокладки линейных сооружений на почвы и растительность : Техногенное воздействие -> Прокладка дорог и каналов -> Уничтожение почв и растительности, формирование бедлендов (Тех-ЛС-ПР).

Цепь причинно-следственных связей при вторичных изменениях природных систем, вызванных прокладкой линейных сооружений : Техногенное воздействие -> Прокладка дорог и каналов -> Вторичные изменения в природных комплексах (Тех-ЛС-Втор.).

Цепь причинно-следственных связей при изменениях, вызванных сведением древесно-кустарниковой растительности (СДКР).

Полная легенда к карте сформирована путем объединения таблицы индикаторов опустынивания и таблицы параметров опустынивания.

Приложение 2. Список основных положений, определений, терминов и методологических принципов.

Опустыниванием (деградацией земель) называется деградация земель в аридных, семиаридных и засушливых субгумидных регионах в результате неблагоприятных антропогенных или природных воздействий . В свете этой концепции понятие **земли** включает почвенные и местные водные ресурсы, поверхность земли и растительность (или сельскохозяйственные культуры); под понятием **деградация** подразумевается снижение ресурсного потенциала в результате воздействия на земли одного или комплекса процессов (водной и ветровой эрозии и последующего переотложения переносимого материала, постепенного уменьшения количества или разнообразия естественной растительности, а также засоления и содообразования).

Под **факторами опустынивания** понимаются необходимые природные обстоятельства, при которых неблагоприятное антропогенное воздействие может вызвать опустынивание. Опустынивание наступает только тогда, когда те или иные разнообразные антропогенные воздействия дают возможность существующей или усиливающейся засушливости макро-, мезо- и микроклимата (соответственно аридности и аридизации) активно и направленно воздействовать на почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, растительность **(принцип разделения понятий "опустынивание"и "аридность")**. В качестве факторов опустынивания (как следует из определения опустынивания ЮНЕП) рассматриваются только климатическая аридность или аридизация (макро-, мезо- или микро-) климата. Аридность климата территории или его возрастающая засушливость (аридизация) сами по себе не ведут к опустыниванию.

Агенты опустынивания. Это понятие используется для обозначения различных отдельных видов человеческой деятельности, которые, действуя в совокупности как неблагоприятное антропогенное воздействие, могут привести к опустыниванию. Как и факторы опустынивания, агенты опустынивания сами по себе не ведут к опустыниванию.

Природные процессы опустынивания. Это понятие используется для обозначения различных процессов, происходящих при изменениях отдельных компонентов природных комплексов (или "земель") и вызванных агентами опустынивания (например, ветровая и водная эрозия и последующее переотложение переносимого материала, постепенное уменьшение количества или разнообразия естественной растительности, засоление и содообразование).

Причины опустынивания. Это понятие используется для обозначения совокупного действия агентов опустынивания и инициированных ими природных процессов.

Целесообразно рассматривать три позиции для описания различных причин опустынивания в дельтах рек замкнутых бассейнов соленых озер:

1) антропогенные агенты и естественные процессы опустынивания;

2) бассейновые, региональные и локальные причины опустынивания;

3) основные и инициируемые причины опустынивания.

Опустынивание наступает только в том случае, если те или иные разнообразные антропогенные агенты (или действующие в совокупности) дают возможность существующей или усиливающейся засушливости (макро-, мезо- и

микро-) климата (соответственно аридности и аридизации) активно и направленно воздействовать на почвы, грунтовые и поверхностные воды, рельеф, растительность; при этом изменяя формирующие их природные процессы или инициируя новые.

Природные условия опустынивания. Это понятие используется для обозначения изменяющихся при опустынивании компонентов природных систем (почв, поверхностных и грунтовых вод, рельефа, биоты), которые выступают с одной стороны —в качестве *объектов опустынивания*, а с другой —в качестве *регуляторов воздействия* на природные комплексы факторов и причин опустынивания.

Результаты (следствия) опустынивания. Это понятие используется для обозначения отдельных изменений в состоянии отдельных компонентов природных систем, которые являются следствием влияния факторов и причин опустынивания на условия опустынивания.

Принцип раздельного рассмотрения отдельных составляющих явление опустынивания. Опустынивание как явление представляет собой комплекс взаимосвязанных изменений в факторах, причинах и условиях опустынивания. Для целей его оценки целесообразно изучать эти изменения относительно самостоятельно, в соответствии с изменениями в различных компонентах изменяющихся природных комплексов (почвах, рельефе, и т.д.). Целесообразно рассматривать следующие *составляющие опустынивания*: *климатическая составляющая* , выступающая в качестве фактора опустынивания и результата опустынивания, а также *почвенная*, *геоморфологическая, биологическая и гидрологическая составляющие*, выступающие в роли условий и результата опустынивания.

Принципы подготовки контурной основы к карте базируются на толковании ЮНЕП определения “земли”. В соответствии с концепцией ЮНЕП, понятие “земли”весьма близко соответствует понятию “ландшафт”, используемому в физической географии и ландшафтоведении. Соответственно, контурной основой к карте опустынивания служит ландшафтная карта, которую целесообразно составлять как результат ландшафтного дешифрирования данных дистанционного зондирования (космических и аэрофото- снимков).

Цепи причинно-следственных связей (ПСС).

Причины и результаты (следствия) опустынивания, несмотря на все их разнообразие, весьма тесно взаимосвязаны. Как правило, при том или ином антропогенном воздействии, выводящем хрупкие природные комплексы аридных территорий из состояния равновесия, возникает ряд последовательных взаимосвязанных изменений в различных компонентах дестабилизированных ландшафтов, осложненных различными прямыми и опосредованными связями. Для того, чтобы представить всю сложную совокупность возникающих при этом прямых и опосредованных отношений между различными компонентами изменяющихся природных комплексов, а также начальных, промежуточных и заключительных результатов опустынивания, равно как и приводящих к ним причин (включая антропогенные агенты и природные процессы опустынивания), целесообразно провести систематизацию указанных причин и следствий опустынивания путем организации их в цепи причинно-следственных связей.

В схемах причинно-следственных связей отражаются изменения, вызываемые антропогенными агентами, но не учитываются скорости протекания процессов, а также степень и глубина производимых ими изменений.

В каждой из построенных схем специально различаются: исходный антропогенный агент опустынивания; компоненты природных систем, включенные в цепь причинно-следственных связей; воздействующие агенты или природные процессы, вызванные или усиленные в ходе цепи происходящих изменений , т.е. прямые и опосредованные воздействия; последствия прямого или опосредованного влияния агентов опустынивания; участки цепей ПСС, имеющих монотипное или политипное подчинение; уровни (бассейновый, региональный, локальный или комбинированный) негативных антропогенных воздействий и изменений.

Под **эколого-генетическими рядами опустынивания растительности, почв, рельефа** понимаются генерализованные последовательности многообразных промежуточных и конечных результатов преобразований соответствующих компонентов опустынивающихся природных систем. В соответствующих специальных науках (геоботанике, почвоведении, геоморфологии) эти устойчиво встречающиеся последовательности хорошо известны под названиями: для растительности —динамических эволюционных (или эколого-генетических) рядов, для почв —рядов эволюции, для рельефа — рядов развития и нарушения.

Применение такого подхода позволяет рассматривать в качестве индикаторов опустынивания не столько специфические собственные свойства разных компонентов опустынивающихся природных систем, сколько их самую общую характеристику, выражающуюся в названиях растительных сообществ, почв, форм рельефа, а также использовать признаки разнообразия в пределах какой-либо территории почвенного и растительного покрова, рельефа для диагностики относительной скорости и глубины опустынивания, охватывающего данную территорию.

Принципы классификации тенденций опустынивания.

Анализ главных закономерностей изменения основных компонентов ландшафтов Приаралья при опустынивании, представленных в виде эколого-генетических рядов опустынивания растительности, почв, рельефа, дает возможность, в свою очередь, генерализовать устойчиво наблюдающиеся тенденции в несколько типичных вариантов , и представить их в виде иерархизированной классификационной структуры.

Анализ иерархии основных тенденций опустынивания в Приаралье позволил выявить 3 таксономических уровня для целей классификации этого явления в низовьях рек замкнутых бассейнов соленых озер:

1. Класс опустынивания.
2. Тип опустынивания.
3. Подтип опустынивания.

Класс опустынивания представляет собой высший таксономический уровень принятой классификации тенденций опустынивания. Факт отнесения территории к тому или иному классу опустынивания означает не состояние конкретной территории в данный момент времени,а именно тенденцию , возможный путь развития территории при существующих условиях.

В Приаралье четко выделяется всего два таких крупных направления изменения природных систем:

1. Формирование абиогенных ландшафтов (бедлендов).

2. Формирование биогенных пустынных экосистем в условиях глубокого залегания грунтовых вод.

В соответствии с этими направлениями выделяются два класса опустынивания: **абиогенное и биогенное**.

Тип опустынивания определяется как устойчиво встречающаяся последовательность направленных изменений природных комплексов (или эколого-генетический ряд), на конечных стадиях приводящая к формированию одного из нескольких возможных состояний равновесных природных систем.

Тип опустынивания диагностируется по конечной (как правило, прогнозной) стадии развития опустынивающихся систем, соответствующей состоянию нового динамического равновесия природной системы с действующими факторами и причинами опустынивания. Другими словами, отнесение территории к тому или иному типу опустынивания также означает не современное состояние этой территории, а именно тенденцию, возможный путь ее развития при существующих условиях.

Подтип опустынивания определяется по характеру развития того или иного типа опустынивания. Иначе говоря,отнесение территории к тому или иному подтипу опустынивания имеет целью охарактеризовать путь эволюции опустынивающихся природных комплексов. В большинстве случаев подтипы опустынивания диагностируются по стадиям опустынивания, предшествующим современному наблюдаемому состоянию природных комплексов.

Степень опустынивания.

Термин “степень опустынивания”используется для обозначения стадии трансформации какого-либо из компонентов природной системы в направлении развития того или иного типа опустынивания.

При диагностики степени опустынивания принцип расчленения явления опустынивания на составляющие проявляется наиболее ярко. Также этот принцип является основным при диагностике скорости и глубины опустынивания.

Для реализации этого принципа при диагностике степени опустынивания потребовалось определение понятий *опустынивание почв, опустынивание почвенного покрова, опустынивание растительности, опустынивание рельефа.*

Опустынивание почв - это сложный комплекс процессов, приводящих к формированию равновесных автоморфных почв в условиях аридного климата или к исчезновению почв как природных тел в результате абсолютного преобладания литогенеза над педогенезом.

Под ***опустыниванием растительного покрова*** понимается сложная совокупность серийных или трансформационных рядов растительных сообществ, приводящая к формированию равновесных климаксовых фитоценозов в автоморфных условиях аридного климата или к снижению продуктивности (и в конечном счете —исчезновению растительности) растительных сообществ в результате абиогенных экзогенных процессов.

Под ***опустыниванием рельефа*** понимается сложная совокупность экзогенных эволюционных геоморфологических процессов, приводящая к формированию равновесных форм рельефа в автоморфных условиях аридного

климата или к появлению произвольных антропогенных форм рельефа в условиях техногенного воздействия.

Диагностика степени опустынивания почвенного покрова, растительности, рельефа проводится по положению наблюдаемого состояния почв, растительности или рельефа в соответствующем эколого-генетическом ряду опустынивания.

Скорость и глубина опустынивания.
Общие принципы оценки относительной скорости и относительной глубины опустынивания.

В основе этих принципов лежит идея о развитии природных систем в направлении достижения динамического равновесия с факторами и агентами опустынивания.

Поскольку природные системы многокомпонентны, то для равномерного преобразования их в сторону достижения равновесия с изменившимися (или изменяющимися) условиями, необходимо, чтобы скорость изменения этих условий соответствовала характерным временам преобразования всех компонентов трансформирующихся природных систем, т. е. происходила достаточно медленно, поскольку характерные времена преобразования природных систем дельт в пустынные системы измеряются сотнями и тысячами лет. В случае соблюдения условия соответствия скорости изменения экологических условий характерным временам преобразования природных систем дельт в пределах той или иной территории, эта территория будет в значительной степени однородна на всем своем протяжении по всем компонентам сложившейся на этой территории природной системы. В этом случае на каждом этапе своей эволюции данная территория будет находиться в квазиравновесном состоянии, а скорость происходящих здесь изменений можно охарактеризовать как очень медленную.

В случае же быстрых изменений экологических условий, какие мы наблюдаем в настоящее время в Приаралье, разнообразие характерных времен иэменения разных компонентов дельтовых систем приводит к резкому возрастанию разнообразия систем в пределах территории, подверженной изменению экологических условий. При этом, в силу исходной неоднородности территорий по литологическим, геоморфологическим и др. параметрам, некоторые участки исходно трансформирующейся территории будут достигать состояния динамического равновесия с новыми условиями среды быстрее, чем другие. Кроме того, по степени достижения состояния динамического равновесия будут отличаться и различные компоненты эволюционирующих природных систем. Эти теоретические соображения имеют хорошее эмпирическое подтверждение на территории Приаралья.

Относительная скорость опустынивания.

Под *скоростью опустынивания* понимается быстрота достижения различными компонентами опустынивающихся природных комплексов (почвы, растительность, рельеф) динамического равновесия с факторами и агентами опустынивания.

Общий принцип, лежащий в основе оценки относительной скорости опустынивания, и основанный на указанных выше предпосылках, может быть сформулирован следующим образом: относительная скорость того или иного

типа опустынивания, охватывающего некоторую территорию, тем выше, чем сильнее выражена гетерогенность этой территории по степени проявления этого типа опустынивания.

Относительная глубина опустынивания.

Под *глубиной опустынивания* понимается степень достижения природной системой в целом состояния динамического равновесия с факторами и агентами опустынивания, иначе говоря, чем большее соответствие в пределах данной территории наблюдается между различными компонентами опустынивающихся природных систем, обладающих разными характерными временами, тем глубже данная территория затронута опустыниванием, тем больше устойчивость данной территории к обратным преобразованиям.

В отличие от относительной скорости опустынивания, которая определяется для каждого компонента опустынивающихся природных систем, относительная глубина опустынивания характеризует всю природную систему в целом.

Как правило, при высоких скоростях опустынивания глубина опустынивания незначительна,так как в силу различия характерных времен трансформации разных компонентов опустынивающихся природных систем, одни из них, обладающие меньшими характерными временами, например, растительность, успевают продвинуться до состояния, соответствующего большим степеням опустынивания, чем другие компоненты, имеющие большие характерные времена, в частности, почвы и рельеф. Значительной глубины опустынивание достигает, как правило, на последних стадиях, когда относительно медленно изменяющиеся компоненты природных систем как бы “подтягиваются”к тем, которые уже достигли последних стадий трансформации. Вместе с тем, значительная глубина опустынивания характерна также и для территорий, не достигших конечных стадий опустынивания, но подверженных весьма медленным изменениям экологических условий, в связи с чем каждый этап опустынивания в этих условиях может рассматриваться как квазиравновесное состояние природной системы, для которого характерна небольшая степень , малая скорость и, одновременно, значительная глубина опустынивания.

Приложение 3. Руководство по оценке и картографированию опустынивания в низовьях рек замкнутых бассейнов соленых озер (последовательность проведения работ с помощью разработанных методологических принципов)

Работа по оценке и среднемасштабному картированию опустынивания в низовьях рек замкнутых бассейнов соленых озер должна проводиться в несколько этапов.

Этап 1. Сбор и систематизация информации по природным условиям исследуемого региона.

1. Сбор первичной информации. Составление контурной основы к карте.

Наиболее полезной на данной стадии является следующая информация: 1) климат региона (включая мезо- и микроклиматические особенности); 2) растительность; 3) почвы; 4) геоморфологические особенности; 5) гидрологические особенности; 6) гидрогеологические особенности; 7) литология поверхностных отложений; 8) естественная история региона; 9) история хозяйственного развития и освоения территории человеком; 10) современная антропогенная деятельность.

2. Сбор и анализ информации об изменениях природной среды исследуемого региона за анализируемый период времени деградации.

По литературным источникам устанавливается условное время, прошедшее с начала деградации природной среды региона.

Проводится анализ фактического материала, собранного в разные сроки с момента начала деградации природной среды. Наиболее важными являются исследования, проведенные в разное время на ключевых участках, т.е. динамические исследования. Весьма полезной является информация, получаемая путем дешифрирования материалов дистанционного зондирования, сделанных в разные сроки.

3. Построение контурной основы будущей карты опустынивания. Наиболее удобной базой для контурной основы является карта ландшафтов, поскольку на ней отражаются естественные границы природных комплексов. Для ускорения работ над контурной основой удобно использовать космические снимки и космофотокарты, составленные в проекции и масштабе будущей карты. Границы контуров уточняются по имеющимся в собранном архиве тематическим картам: растительности, почв, рельефа, грунтовых вод, четвертичных отложений и т.п.

Далее на основе собранного фактического материала о природных условиях и истории территории строится таблица индикаторов опустынивания, в которой для каждого из выделенных контуров приводится подробная информация о представленных в данном контуре почвах, растительности, формах рельефа, а также информация об уровне залегания и составе грунтовых вод и о литологии поверхностных отложений.

При необходимости для уточнения информации об индикаторах опустынивания приводятся рекогносцировочные полевые исследования на ключевых участках.

Результаты этих исследований могут быть положены в основу эталонирования фотоизображений, что облегчает дешифрирование космофотоснимков, особенно для труднодоступных для наземных наблюдений участков.

Этап 2. Системное исследование причин опустынивания.

При системном исследовании причин опустынивания первоочередное внимание уделяют следующим аспектам:

а) разделение антропогенных агентов и естественных процессов опустынивания;

б) выявление уровня действия причин опустынивания (бассейновый, региональный, локальный);

в) выявление основных и инициированных причин опустынивания и выяснение причинно-следственных связей в системе взаимодействия разнообразных причин опустынивания.

Для территорий низовий рек замкнутых бассейнов соленых озер важно особое внимание обращать на исходные причины опустынивания, которые зачастую связаны с природными явлениями или антропогенными воздействиями, находящимися на значительном удалении от исследуемых регионов, как правило, в верхних и средних течениях рек.

Как итог работ этого этапа строятся разветвленные схемы причинно-следственных связей, относящиеся к основным исходным (как правило антропогенным) причинам опустынивания. В этих схемах должны быть специально выделены:

а) исходный антропогенный (как правило) агент опустынивания;

б) компоненты природных систем, включенные в цепь причинно-следственных связей;

в) воздействующие агенты или природные процессы, вызванные или усиленные в ходе цепи происходящих изменений, то есть прямые и опосредованные воздействия;

г) участки цепей причинно-следственных связей, имеющих монотипное или политипное подчинение.

На этом этапе в итоге построения схем причинно-следственных связей в первом приближении вычленяются основные тенденции трансформации природных систем и их отдельных компонентов, анализ которых и является главной задачей третьего этапа работы.

Этап 3. Выявление и формализация тенденций опустынивания. Составление эколого-генетических рядов опустынивания. Классификация тенденций опустынивания.

Проводится анализ полученной информации об индикаторах опустынивания (в первую очередь —о рельефе, почвах, растительности) с целью выявления закономерностей их трансформации (эволюции в условиях современного опустынивания.

Этот анализ проводится как с использованием сравнительно-географического метода, так и с использование данных динамических наблюдений за состоянием природных комплексов. При этом важно помнить, что многообразие наблюдаемых на исследуемой территории природных комплексов обусловлено сложным сочетанием форм рельефа, почв и растительности, опустынивающихся с разной скоростью. Итогом последовательной генерализации выявленных закономерностей служат: (а) схемы эколого-генетических рядов растительных смен; (б) схемы эволюции почв; (в) схемы развития-нарушений рельефа, составленные для разных генетически однородных типов территорий и/или их генетически однородных отдельных участков.

Для иллюстрации природных процессов, сопровождающих соответствующие изменения тех или иных компонентов трансформируемых природных комплексов, а также для понимания генетической сущности

происходящих изменений, могут быть построены схемы изменения степени проявления частных процессов опустынивания.

На основании анализа построенных эколого-генетических рядов опустынивания почв, растительности и рельефа выявляются главные тенденции опустынивания в регионе. Для этого сначала необходимо оценить тенденции опустынивания с точки зрения возможной конечной стадии развития территории, занимаемой конкретным контуром. В зависимости от того, стремится ли эта территория к развитию равновесных с пустынным климатом естественных природных систем или же она скорее тяготеет к формированию бедлендов, на самом высоком уровне определяется класс опустынивания (соответственно биогенное и абиогенное опустынивание).

На следующем уровне определяются конкретные формы возможного пути развития территории при существующих условиях, или Тип Опустынивания. При этом следует помнить, что в пределах кокого-либо одного эколого-генетического ряда может отмечаться несколько форм частных тенденций опустынивания. Так, например, в Приаралье в пределах эколого-генетического ряда опустынивания почв межрусловых понижений выявляются как минимум две тенденции, ведущие к снижению биологической ценности природных систем —отакыривание и засоление.

Учитывая, что на конечных этапах опустынивания исходно разнообразные и даже генетические неоднородные природные комплексы стремятся к конвергенции, для целей поиска наиболее приемлемых методов борьбы с опустыниванием на данном этапе эволюции территории полезной может оказаться информация о характере развития того или иного типа опустынивания. Для этого определяется подтип опустынивания, диагностируемый по стадиям опустынивания, предшествующим современному наблюдаемому состоянию природных комплексов. Например, в Приаралье четко различаются *биогенное отакыривание постгидроморфное*, т.е. развитие природных комплексов на такырных и такыровидных почвах без прохождения стадии засоления, и *биогенное отакыривание постгаломорфное* — т.е. развитие аналогичных природных систем по солончакам в результате их постепенного рассоления.

Важно помнить, что в пределах одного ландшафтного контура могут отмечаться несколько подтипов и даже типов и классов опустынивания. В этих случаях нужно выявить преобладающие и сопутствующие подтипы и типы и характеризовать контур в порядке убывания доли их участия.

Этап 4. Оценка степени, скорости и глубины опустынивания.

На основе эколого-генетических рядов опустынивания разрабатываются диагностические шкалы для оценки степени опустынивания.

Диагностические шкалы строятся, с одной стороны, для всех выявленных для исследуемой территории подтипов опустынивания, и, с другой стороны — для каждого из компонентов опустынивающихся природных систем: почв, растительности, рельефа.

Диагностические шкалы удобно подразделить на 6 градаций:

0 —нет опустынивания;
1 —очень слабое опустынивание;
2 —слабое;
3 —умеренное;
4 —сильное;
5 —очень сильное опустынивание.

Диагностика степени опустынивания почвенного покрова, растительности, рельефа проводится по положению наблюдаемого состояния почв, растительности или рельефа в соответствующем диагностическом ряду.

Важно помнить, что в пределах одного контура для одного и того же подтипа опустынивания могут отмечаться участки, соответствующие разным степеням его развития. В этих случаях нужно выявить преобладающие и сопутствующие степени и характеризовать контур в порядке убывания доли их участия.

Диагностические ряды для определения степени опустынивания почв, растительности и рельефа служат также для диагностики скорости и глубины опустынивания.

В основе способа использования этих рядов для оценки скорости и глубины опустынивания лежит идея о неравномерности преобразований разных компонентов природных систем при быстро меняющихся внешних условиях, что связано с разными характерными (собственными) временами развития этих компонентов, а также их отдельных составных частей и отдельных свойств.

Для таких природных систем, находящихся в состоянии возбуждения, характерным является механизм реакций, вызывающих одновременное развитие разнонаправленных процессов, нарушенных ритмов функционирования, совмещение и выпадение фаз развития экосистем, появление новых экологических феноменов на основе развития синергетических аппликативных процессов.

В общем виде можно заключить, что чем сильнее выражена гетерогенность оцениваемой территории по степени проявления того или иного типа опустынивания, тем относительная скорость этого типа опустынивания в пределах данной территории выше.

Поэтому для каждого типа опустынивания, определенного в конкретном выделенном контуре, можно, сопоставляя состояние присутствующих в этом контуре компонентов природных систем и соответствующие им степени опустынивания, оценить относительную скорость опустынивания в следующих терминах:

5 —очень быстрое опустынивание —разница между степенями опустынивания равна 5;

4 —быстрое опустынивание —разница между степенями опустынивания равна 4;

3 —умеренное —разница равна 3;

2 —медленное —разница равна 2;

1 —очень медленное —разница равна 1;

0 —нет опустынивания или крайне медленное опустынивание —разница равна 0.

В отличие от относительной скорости опустынивания, которая определяется для каждого компонента опустынивающихся природных систем, относительная глубина опустынивания характеризует всю природную систему в целом.

Наиболее четко глубина опустынивания диагностируется для территорий, с сильной и очень сильной степенью опустынивания. Для таких территорий нами использована следующая шкала:

5 —весьма значительная глубина опустынивания —разница между степенями опустынивания растительности, почв, и рельефа в пределах преобладающего на данной территории типа опустынивания равна 0;

4 —значительная глубина опустынивания —разница между степенями опустынивания растительности, почв, и рельефа в пределах преобладающего на данной территории типа опустынивания равна 1;

3 —средняя глубина опустынивания —разница равна 2;

2 —незначительная глубина опустынивания —разница равна 3;

1 —весьма незначительная глубина опустынивания —разница не менее 4.

Для тех же территорий, где опустынивание еще не достигло сильной и очень сильной степени, использована иная шкала, в которой, помимо принципа соответствия степеней опустынивания разных компонентов природных систем, использован также и принцип гомогенности территории в отношении типа опустынивания.

5 —весьма значительная глубина опустынивания —территория гомогенна в отношении типа опустынивания, в пределах которого разница между степенью опустынивания растительности, почв и рельефа равна 0;

4 —значительная глубина опустынивания —территория гомогенна в отношении типа опустынивания,в пределах которого разница между сте пенью опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

3 —средняя глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания: как правило, встречается не более 2 характерно сочетающихся типов опустынивания (в Приаралье, например, Бот и Ас), в пределах любого из которых (каждого или какого-либо из них) разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

2 —незначительная глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания; возможны два варианта:
а) встречается не более 2 характерно сочетающихся типов опустынивания (в Приаралье, например, Бот и Ас), в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа превышает 1; б) встречается более 2 типов опустынивания, в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа не превышает 1;

1 —весьма незначительная глубина опустынивания —территория гетерогенна в отношении типов опустынивания: встречается 3 и более типов опустынивания, в пределах любого из которых разница между степенями опустынивания растительности, почв и рельефа превышает 1.

Этап 5. Составление расширенной легенды к карте опустынивания.

Расширенная легенда к карте опустынивания составляется из двух таблиц:
1) комплексная таблица индикаторов опустынивания [каждый выделенный на карте ландшафтный контур в этой таблице характеризуется по рельефу, литологии поверхностных отложений, грунтовым водам, почвам и растительности; таблица также может быть использована как информационная база для разработки серии тематических карт природных условий региона];
2) комплексная таблица параметров опустынивания [каждый контур характеризуется в этой таблице указанием на встречающиеся в его границах типы и подтипы опустынивания, на степень и скорость опустынивания почв, растительности и рельефа, на глубину опустынивания]; также в этой таблице в специальной колонке следует привести информацию о причинах опустынивания.

Приложение 4. Список необходимых специалистов и экспертов для проведения работ по оценке опустынивания с помощью разработанной методологии.

Специалисты, необходимые в первую очередь:

— почвовед,
— геоботаник,
— геоморфолог,
— гидрогеолог.

Специалисты и консультанты, необходимые во вторую очередь:

— климатолог,
— ландшафтовед,
— специалист в области дешифрирования космических и аэрофотоснимков,
— агроном,
— специалист в области мелиорации почв и орошаемого земледелия,
— специалист в области ветровой и водной эрозии,
— специалист по естественной истории региона (включая историю его хозяйственного освоения),
— специалист по общей экологии,
— специалист по общей и физической географии,
— гидролог.

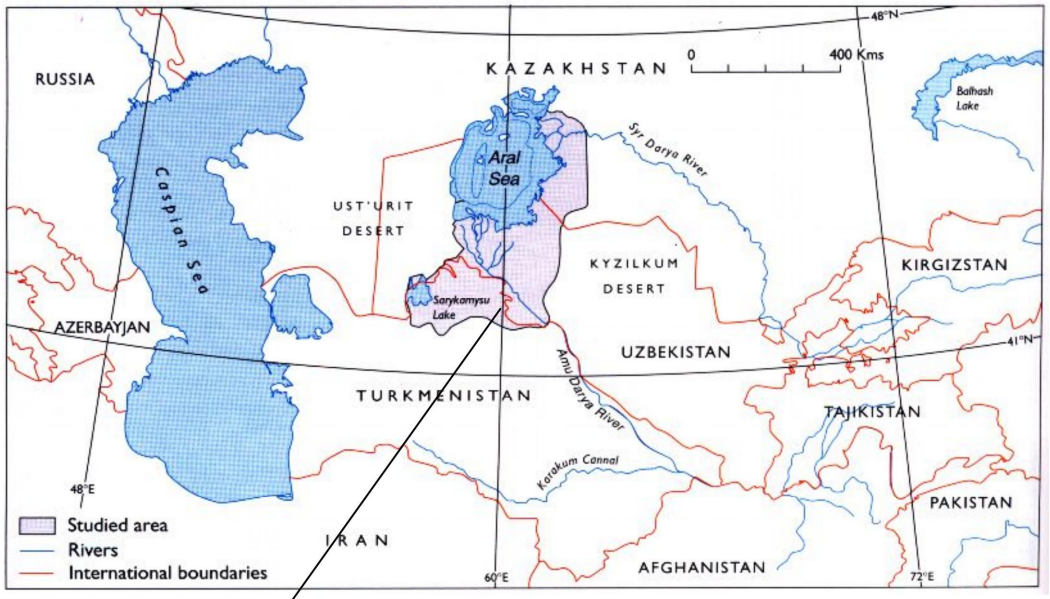
Специалисты и консультанты, участие которых желательно:

— экономист,
— социолог.

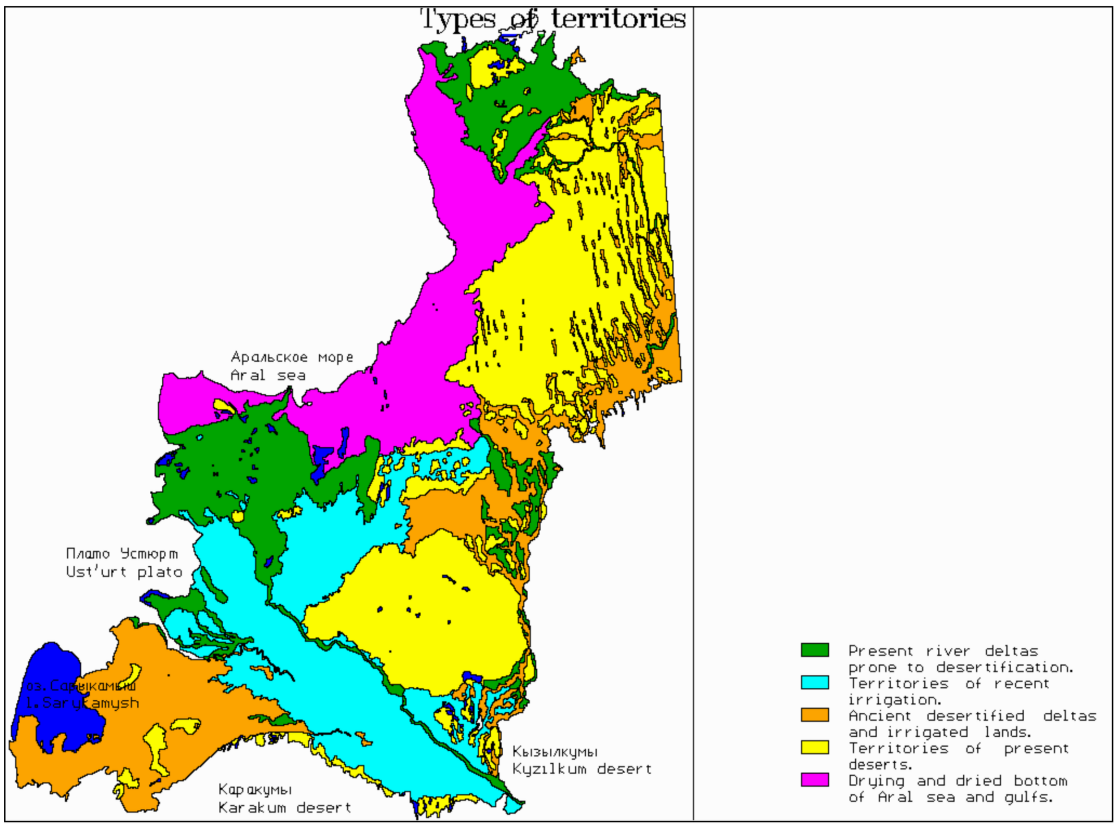
Приложение 5

Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации земель Южного и Восточного Приаралья"

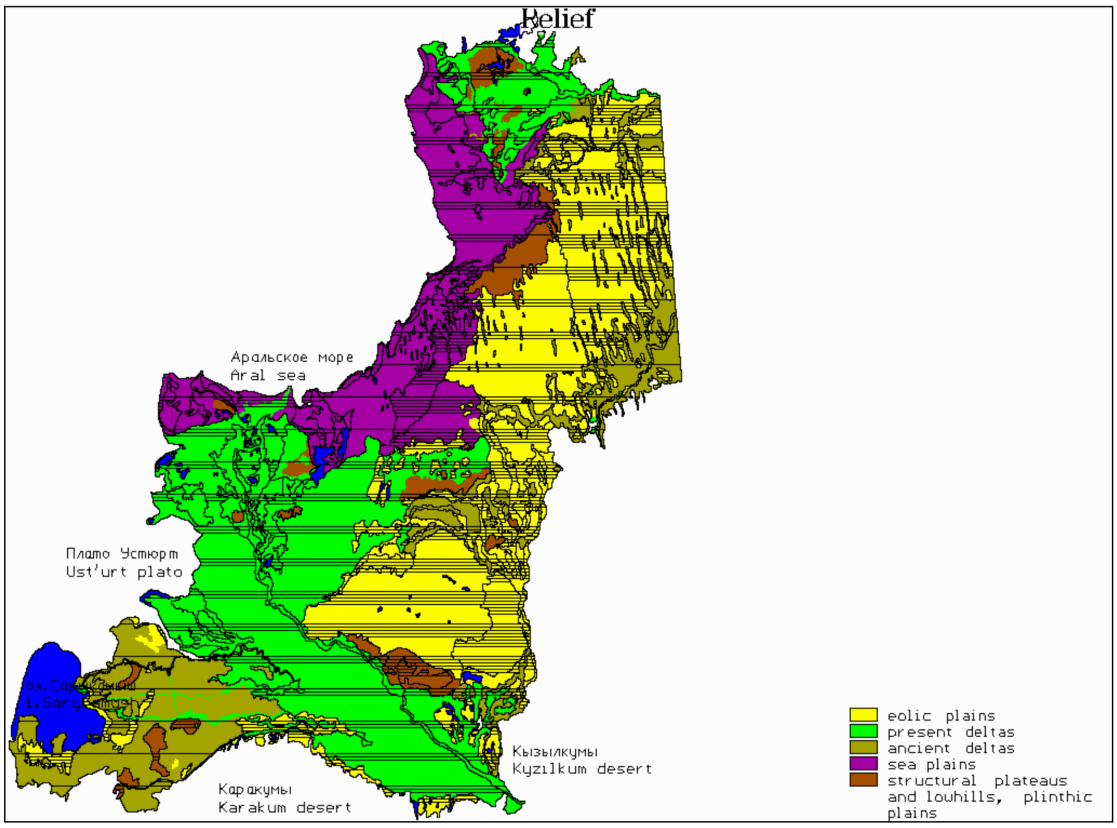
(уменьшенные копии карт и карто-схем масштаба 1:500000)



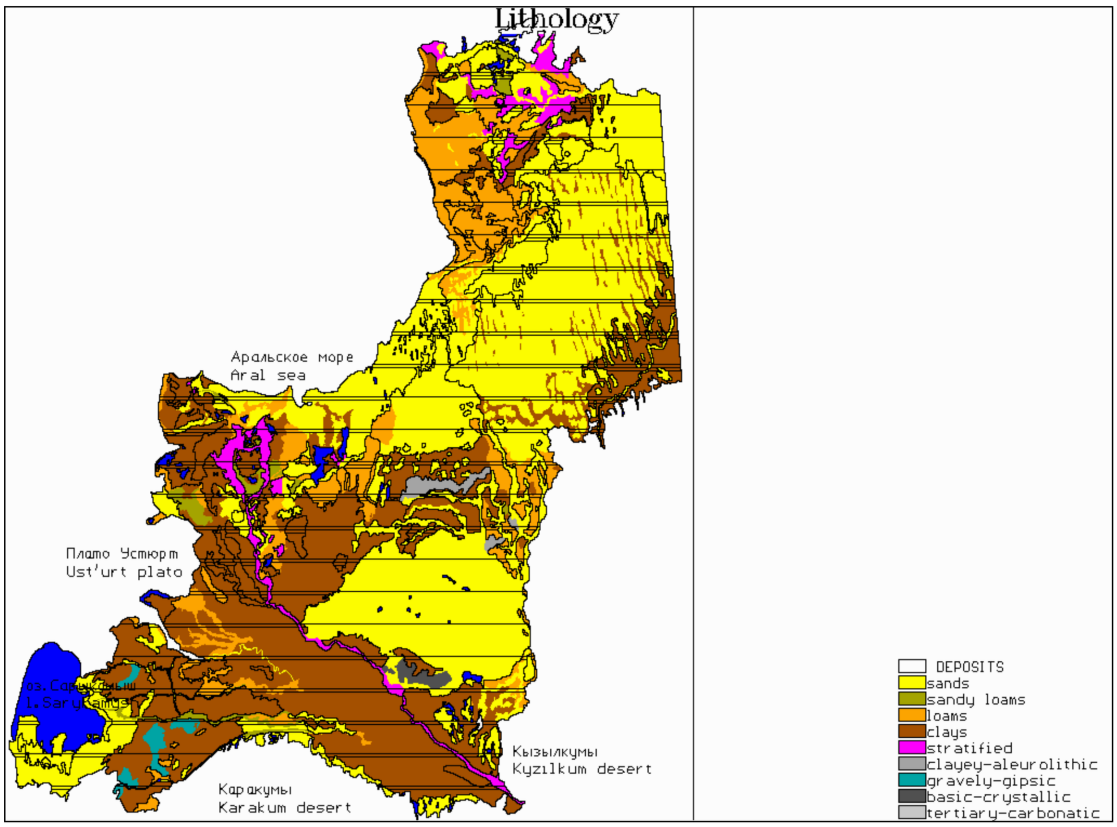
картографируемая территория



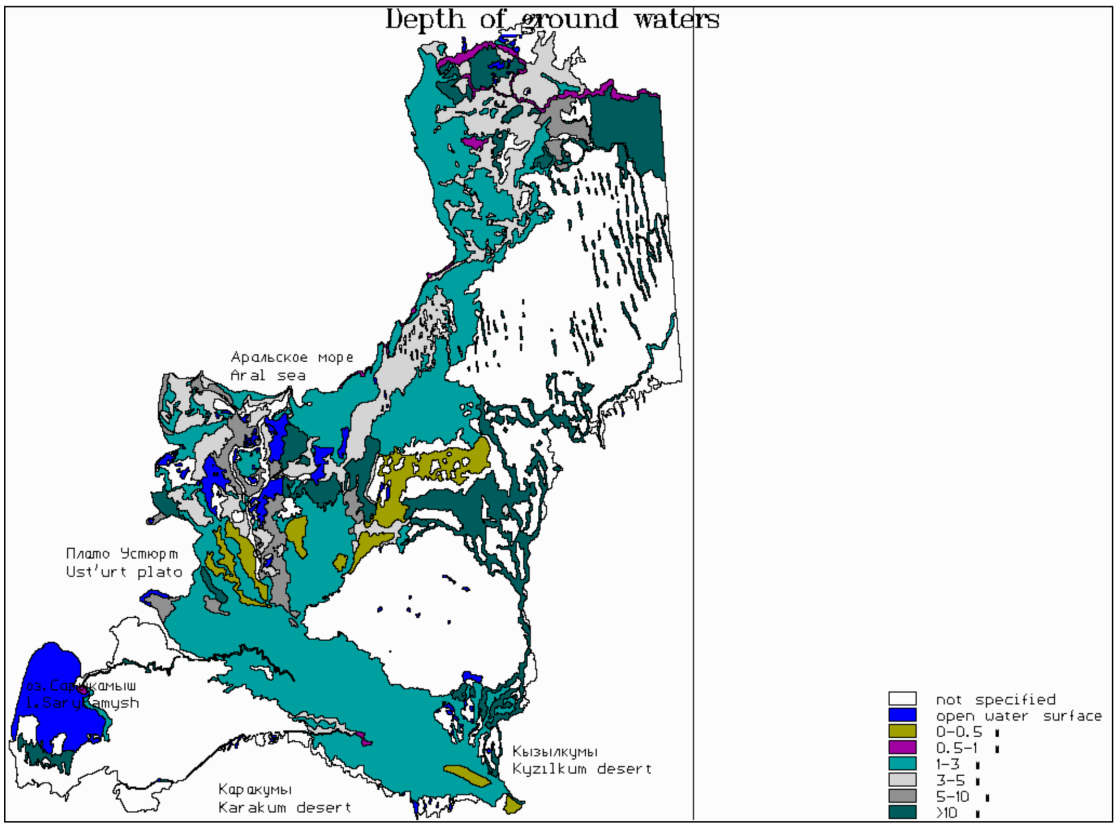
Карта 1. Генетически однородные типы территорий



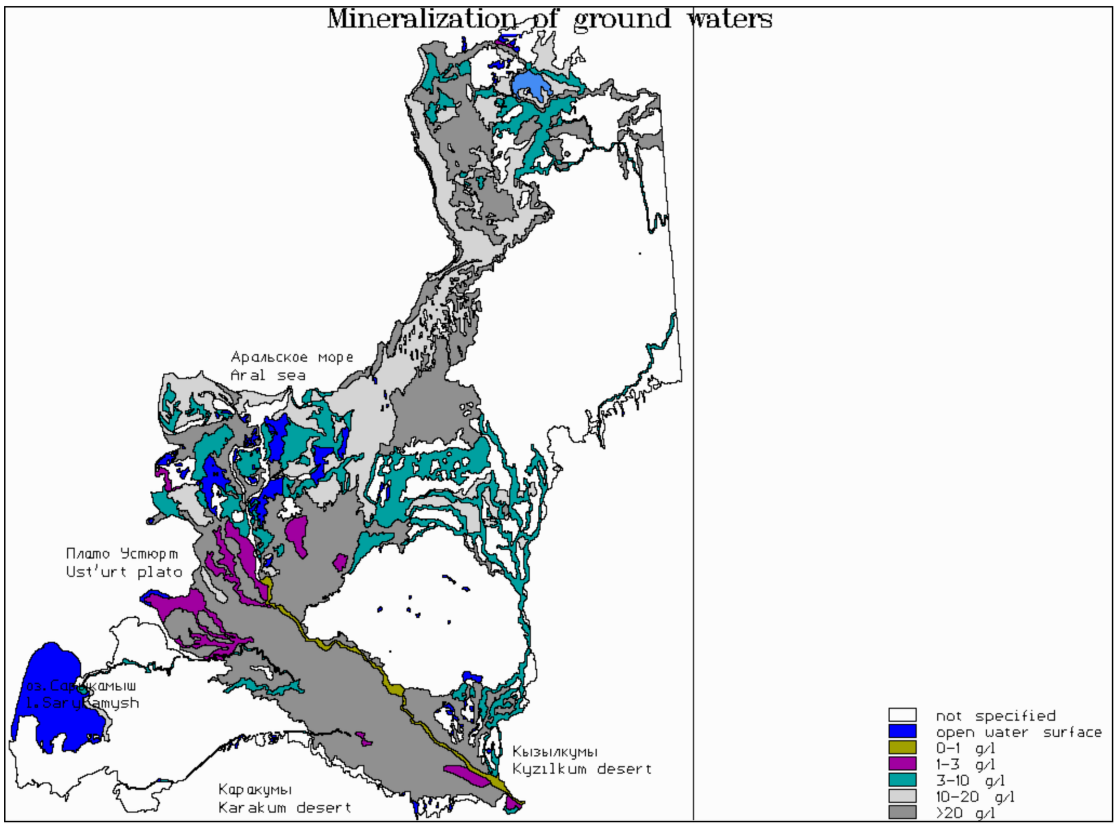
Карта 2. Рельеф.



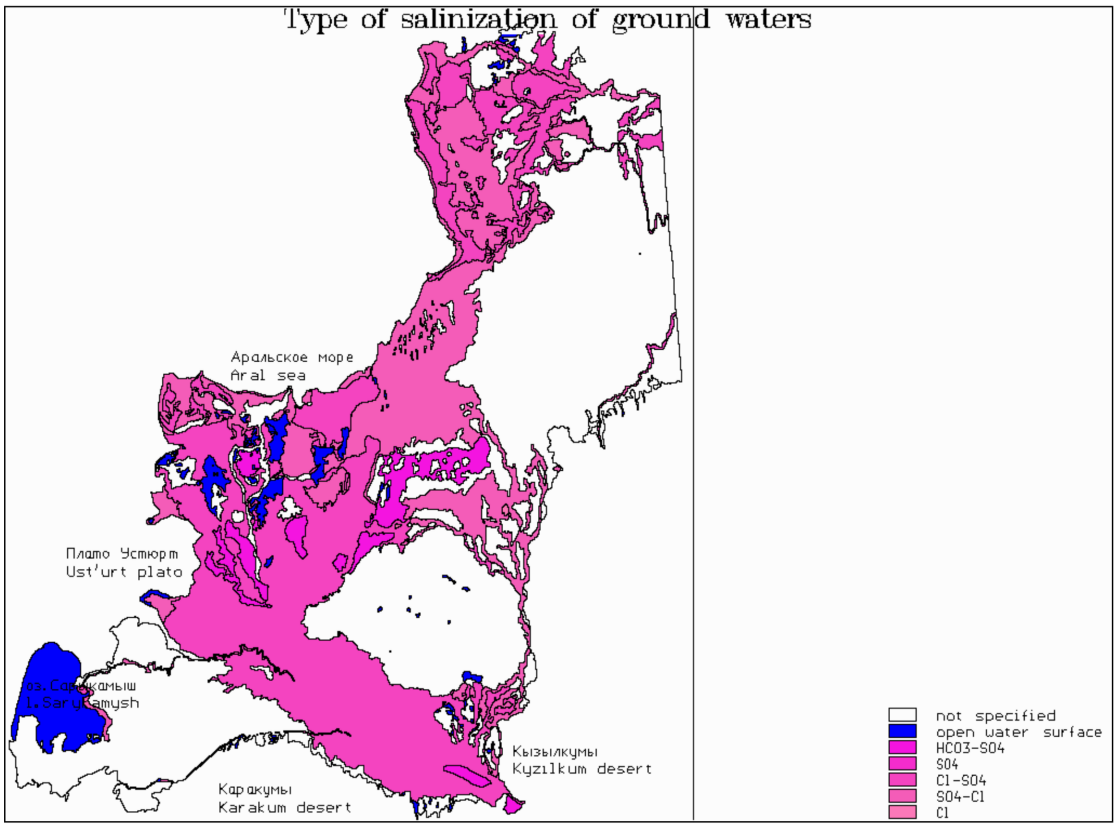
Карта 3. Литология.



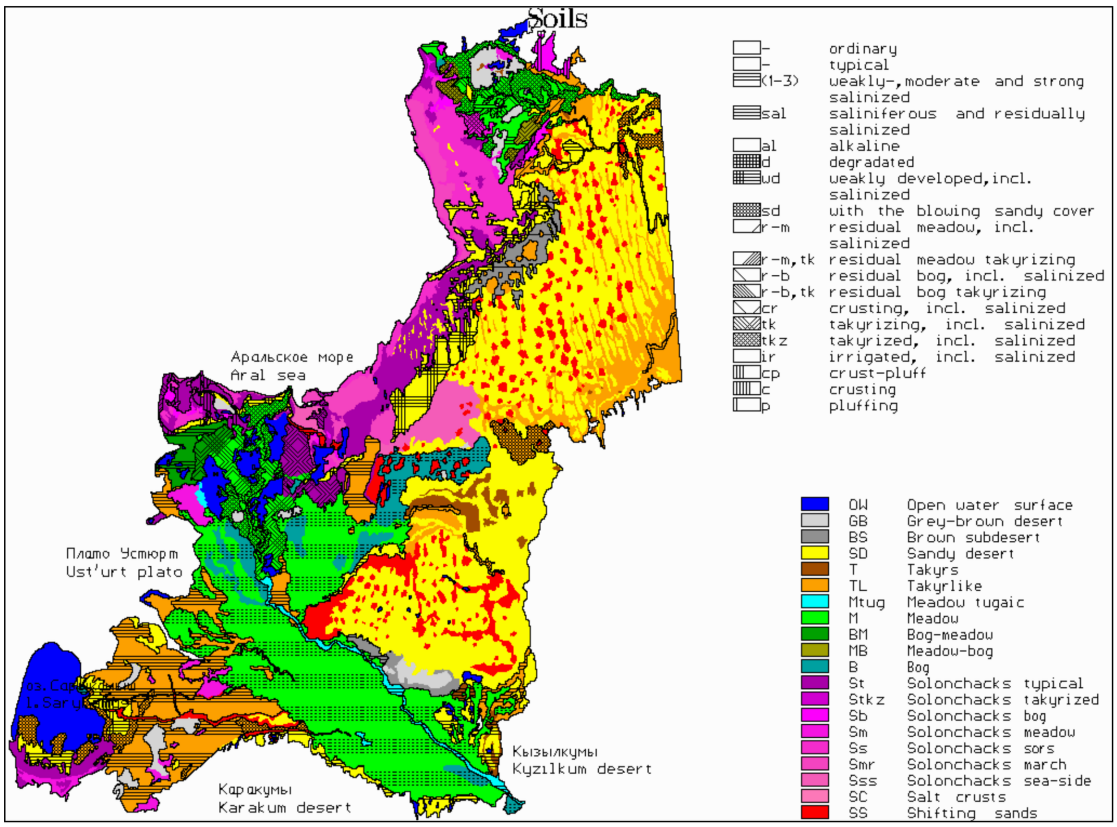
Карта 4. Глубина залегания грунтовых вод.



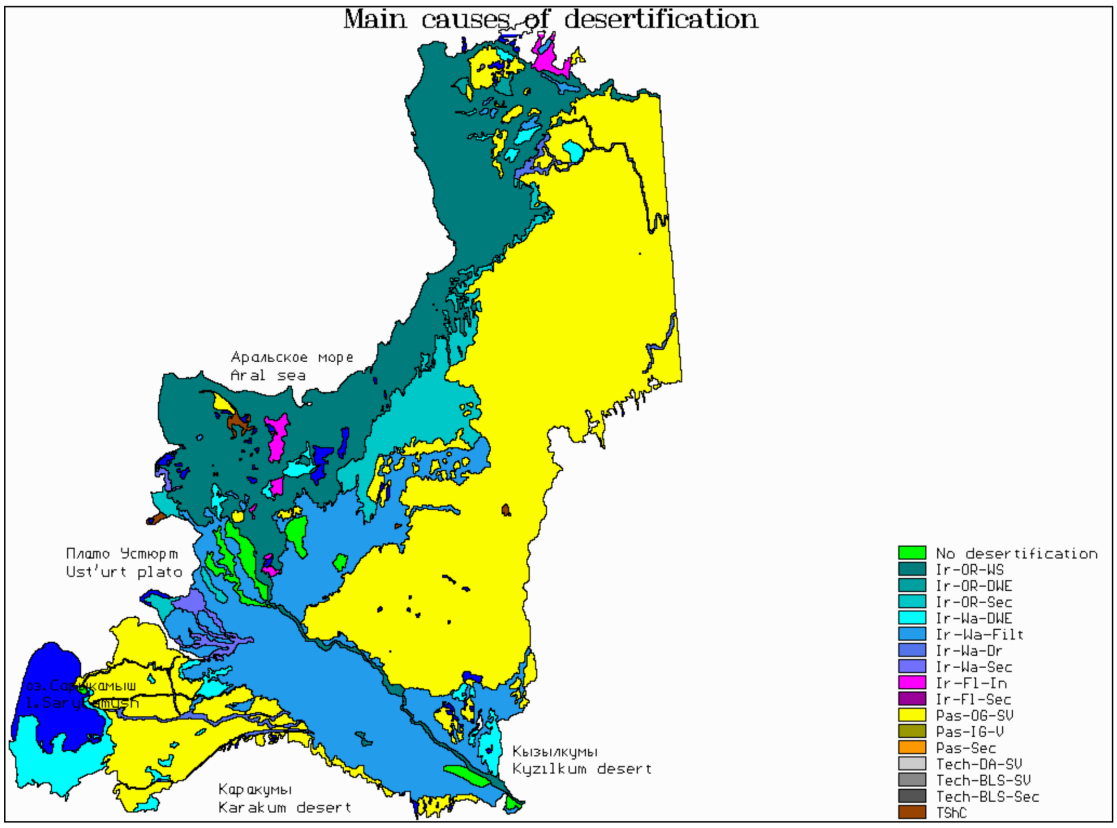
Карта 5. Минерализация грунтовых вод



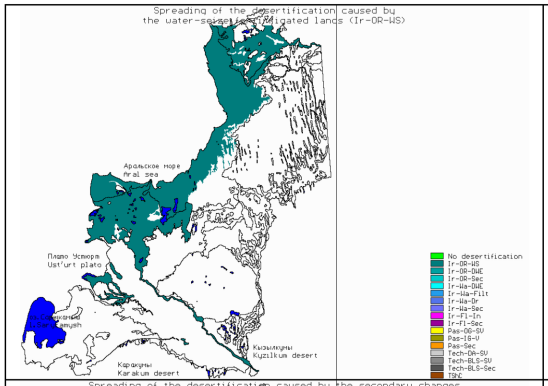
Карта 6. Тип засоления грунтовых вод.



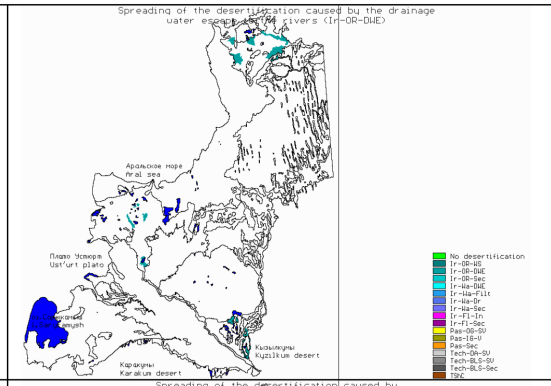
Карта 7. Почвы.



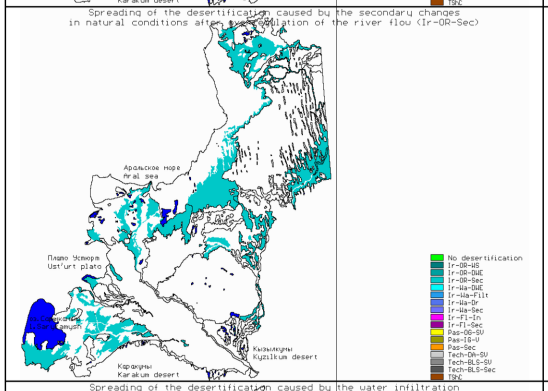
Карта 8. Основные причины опустынивания



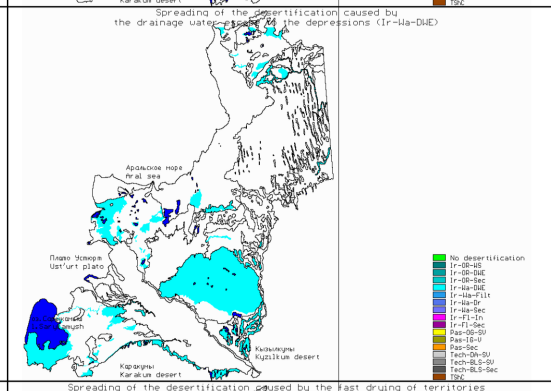
Карта-схема 9.



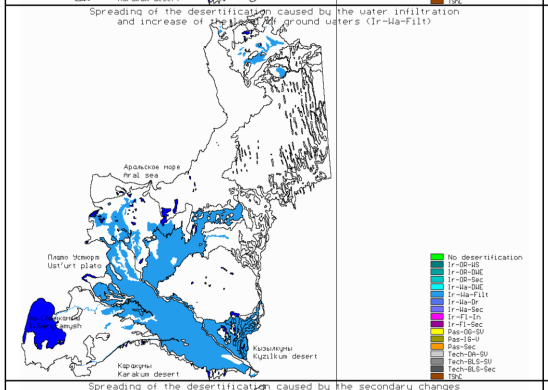
Карта-схема 10.



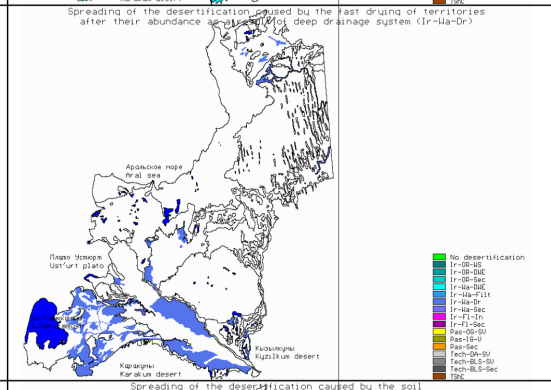
Карта-схема 11.



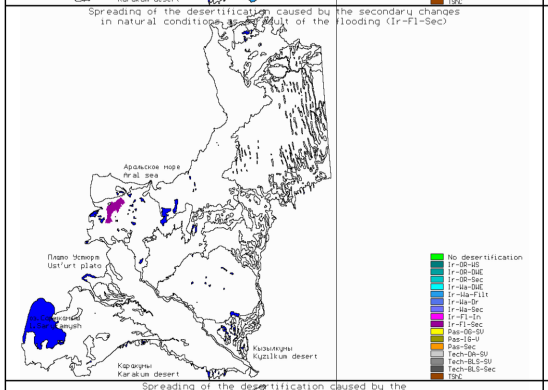
Карта-схема 12.



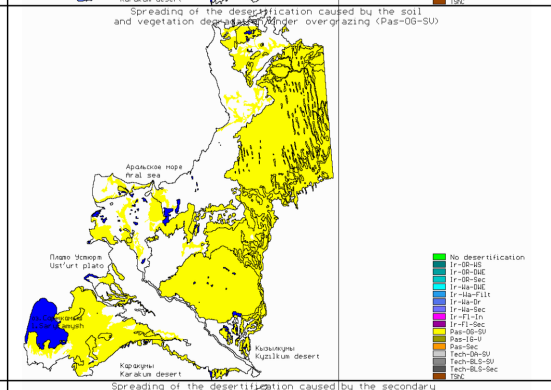
Карта-схема 13.



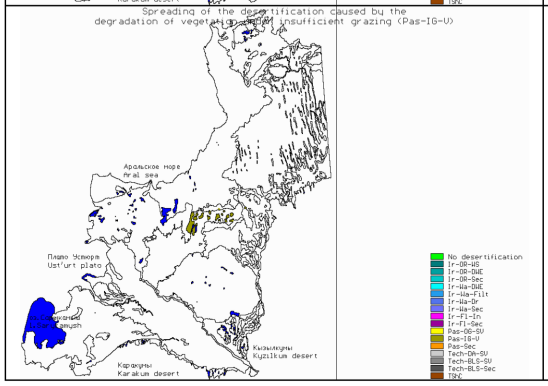
Карта-схема 14.



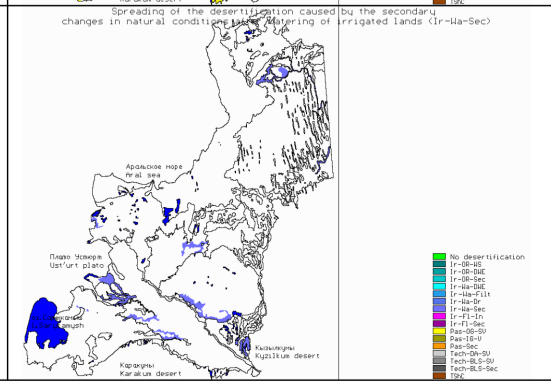
Карта-схема 15.



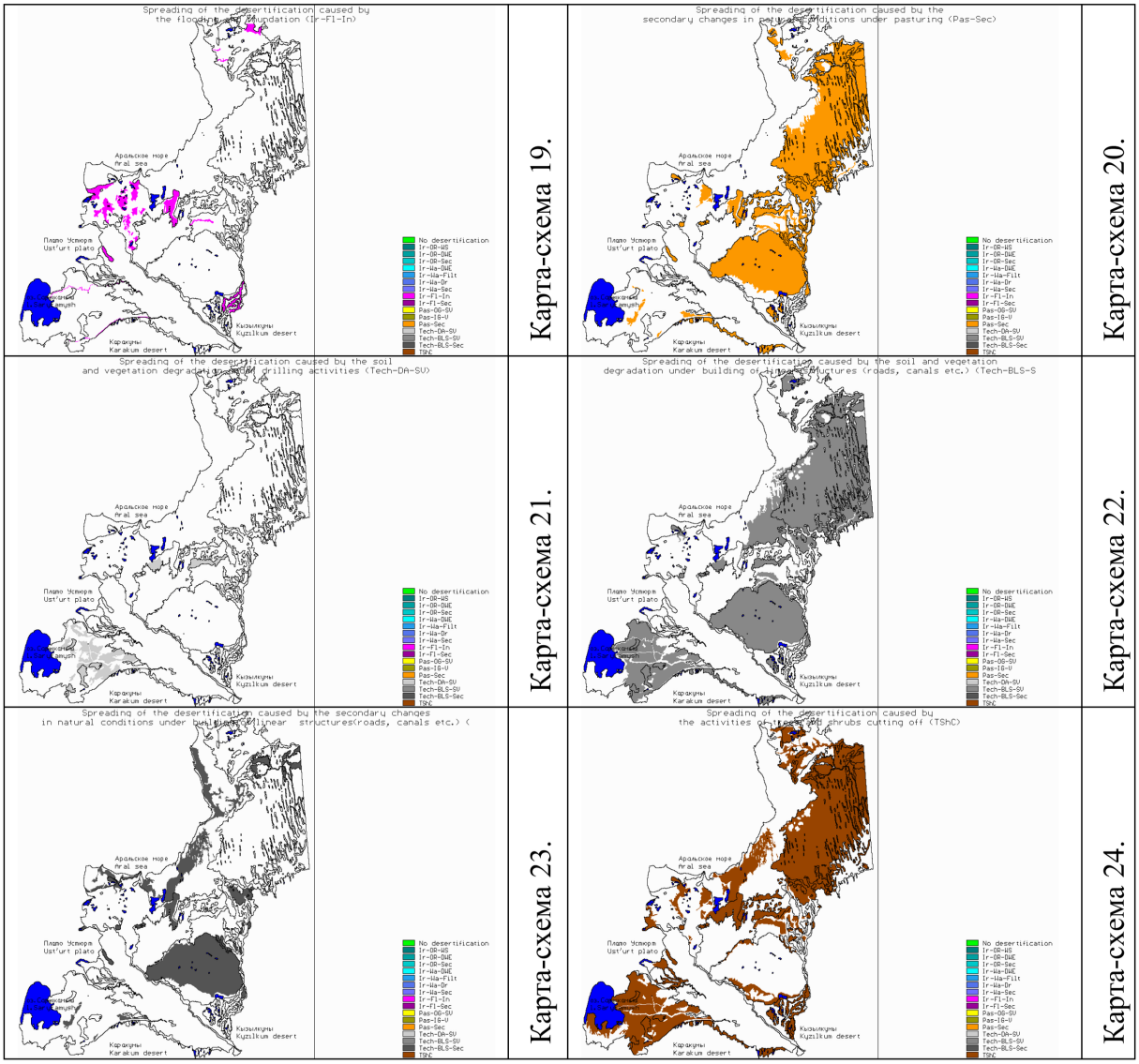
Карта-схема 16.



Карта-схема 17.

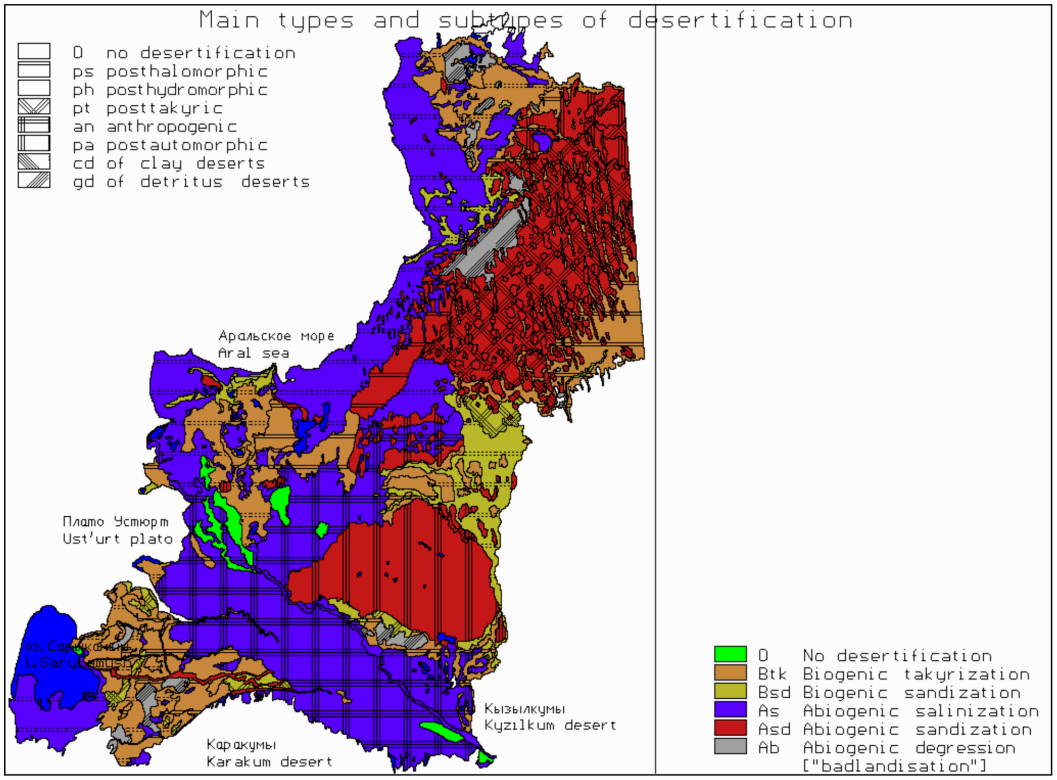


Карта-схема 18.

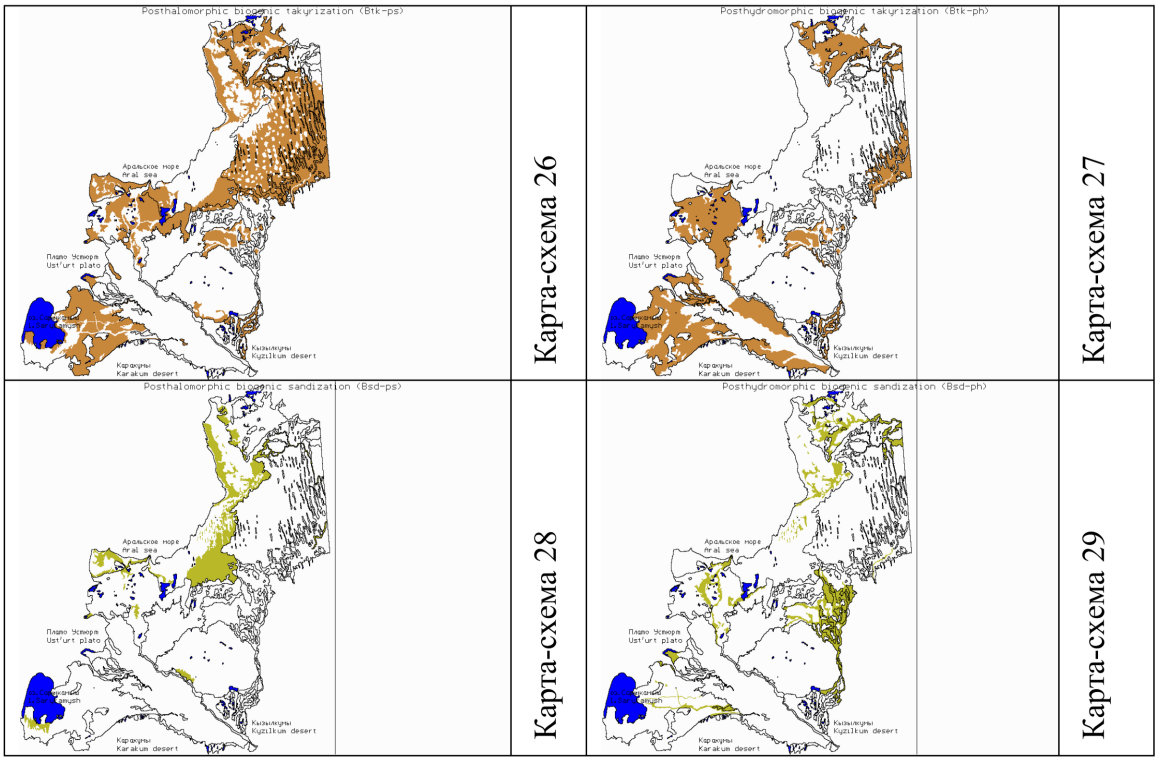


Карты 9-24. Бинарные карто-схемы, иллюстрирующие распространение в Приаралье следующих причин опустынивания:

9) забор воды из рек (Ir-OR-WS)
10) сброс коллекторно-дренажных вод в реки (Ir-Or-DWE)
11) вторично инициированные изменения экосистем в результате водозабора (Ir-Or-Sec)
12) сброс коллекторно-дренажных вод в бессточные впадины (Ir-Wa-DWE)
13)просачивание фильтрующихся вод с поливных территорий и из коллекторно-дренажной сети (Ir-Wa-Filt)
14) дополнительное дренирование территорий после прекращения орошения (Ir-Wa-Dr)
15) вторично-инициированные изменения экосистем в результате орошения (Ir-Wa-Sec)
16) обводнение и затопление (Ir-Fl-In)
17) вторично-инициированные изменения экосистем в результате обводнения (Ir-Fl-Sec)
18) изменения почв и растительности при перегрузке пастбищ (Pas-OG-SV)
19) изменения растительности при недогрузке пастбищ (Pas-IG-V)
20) вторично-инициированные изменения природных систем при отгонном животноводстве (Pas-Sec)
21) прямые воздействия буровых работ на почвы и растительный покров (Tech-DA-SV)
22) прямые воздействия прокладки линейных сооружений на почвы и растительный покров (Tech-BLS-SV)
23) вторично-инициированные изменения экосистем при прокладке линейных сооружений (Tech-BLS-Sec)
24) сведение древесно-кустарниковой растительности на топливо и хозяйственные нужды (TShC).



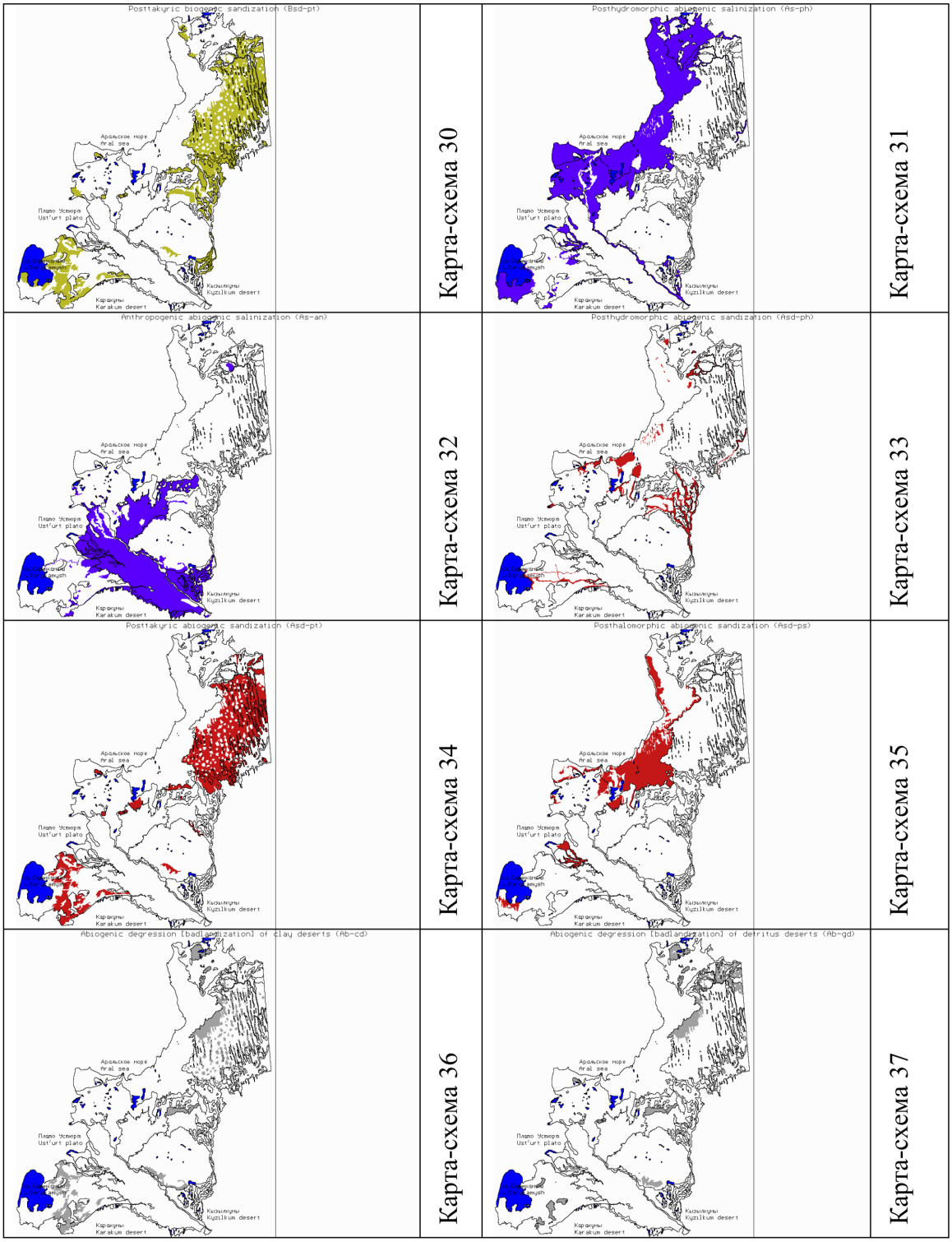
Карта 25. Типы и подтипы (направления) опустынивания.



Карты 26-37. Бинарные карто-схемы, иллюстрирующие распространение в Приаралье следующих подтипов (направлений) опустынивания:

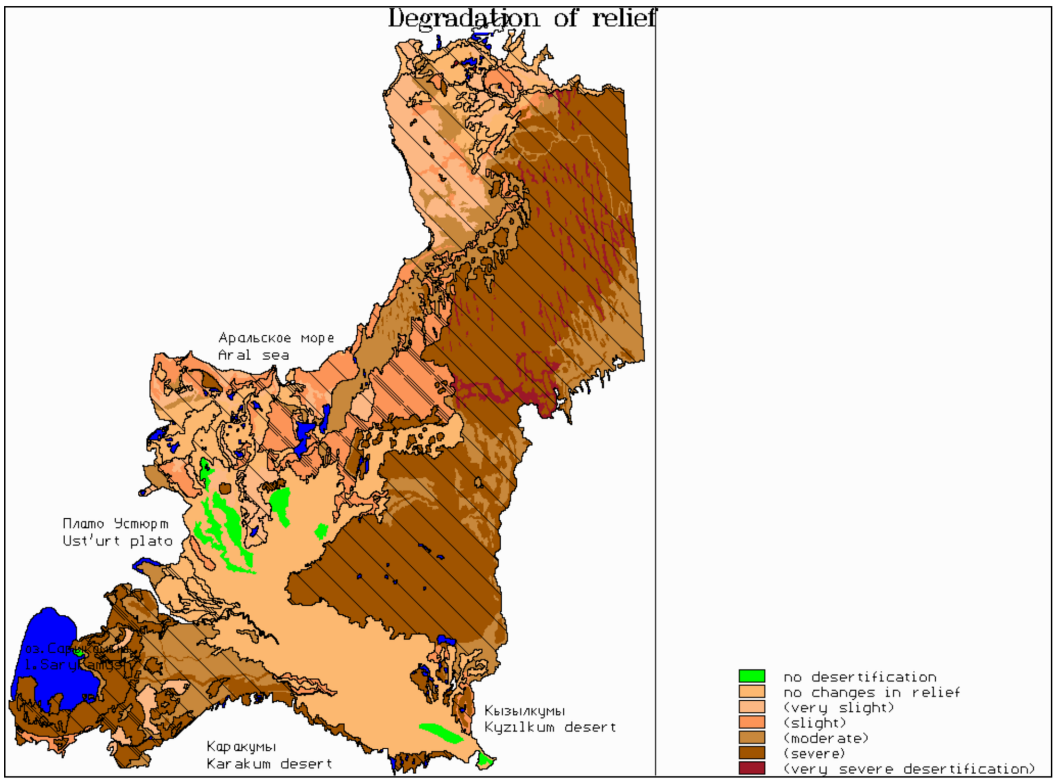
26) биогенного отакыривания постгаломорфного (Btk-ps);
27) биогенного отакыривания постгидроморфного (Btk-ph);
28) биогенного опесчанивания постгаломорфного (Bsd-ps);
29) биогенного опесчанивания постгидроморфного (Bsd-ph);

см след. страницу

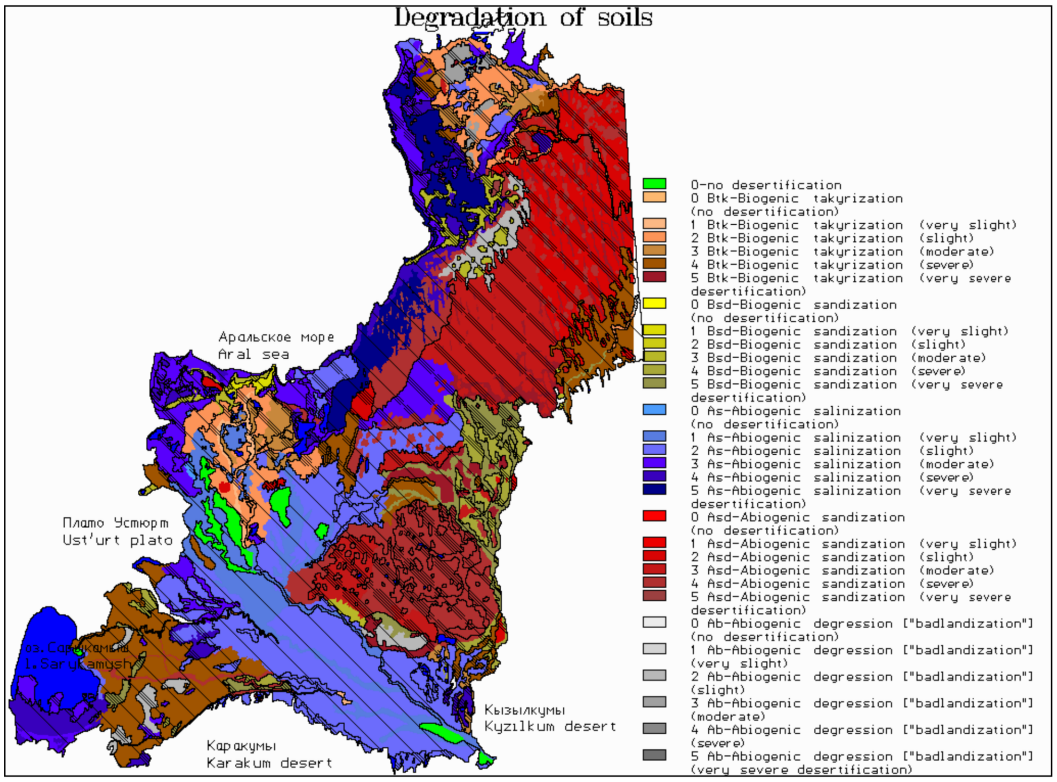


Карты 26-37. (продолжение)

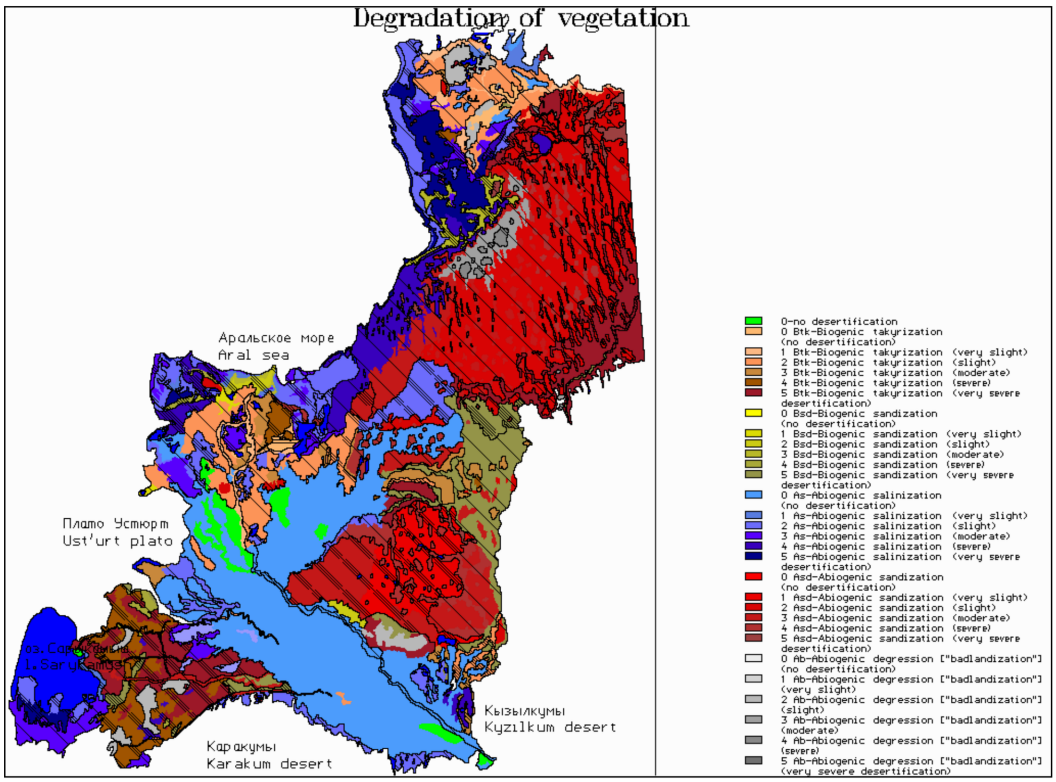
30) биогенного опесчанивания посттакырного (Bsd-pt);
31) абиогенного засоления постгидроморфного (As-ph);
32) абиогенного засоления антропогенного (As-an);
33) абиогенного опесчанивания постгидроморфного (Asd-ph);
34) абиогенного опесчанивания посттакырного (Asd-pt);
35) абиогенного опесчанивания постгаломорфного (Asd-ps);
36) абиогенного нарушения глинистых пустынь (Ab-cd);
37) абиогенного нарушения щебнистых пустынь (Ab-gd);



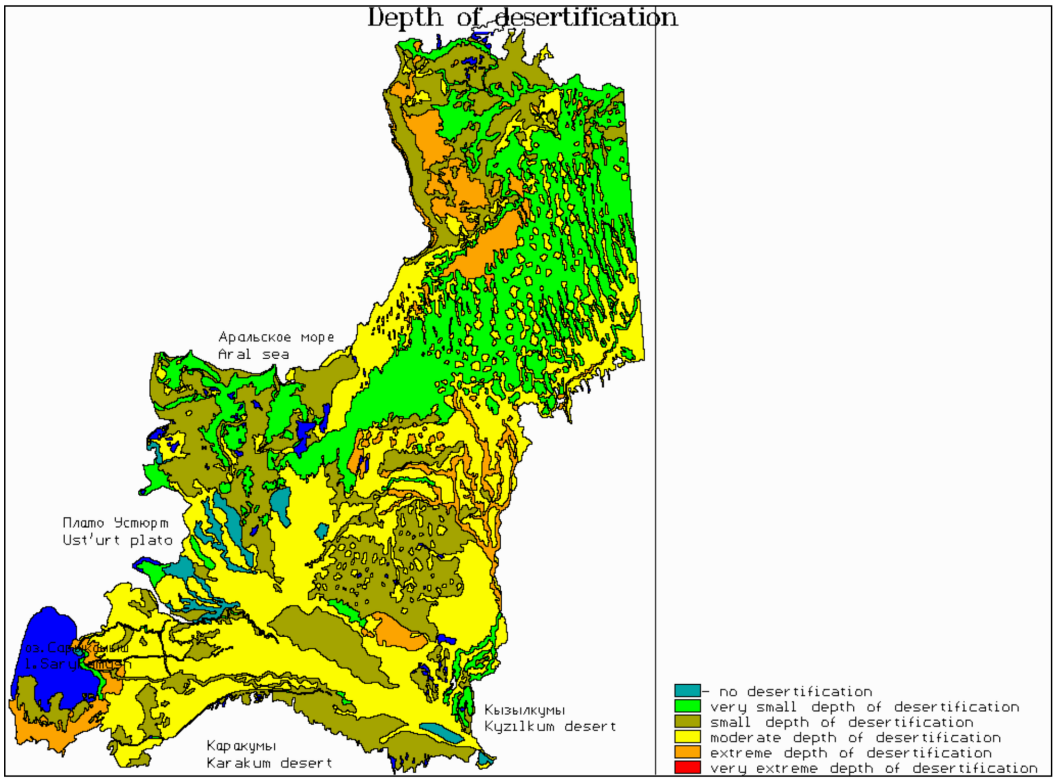
Карта 38. Опустынивание рельефа.



Карта 39. Опустынивание почв.



Карта 40. Опустынивание растительности.



Карта 41. Глубина опустынивания.

Приложение 6.

Приаралье в фотографиях.

Фото 1. Сохранившийся древесный тугай в дельте Амударьи



Фото 2. Сохранившиеся тростниковые тугаи в низовьях Амударьи



Фото 3. Река Сырдарья в нижнем течении



Фото 4. Обсыхающее дно залива Сарышаганак

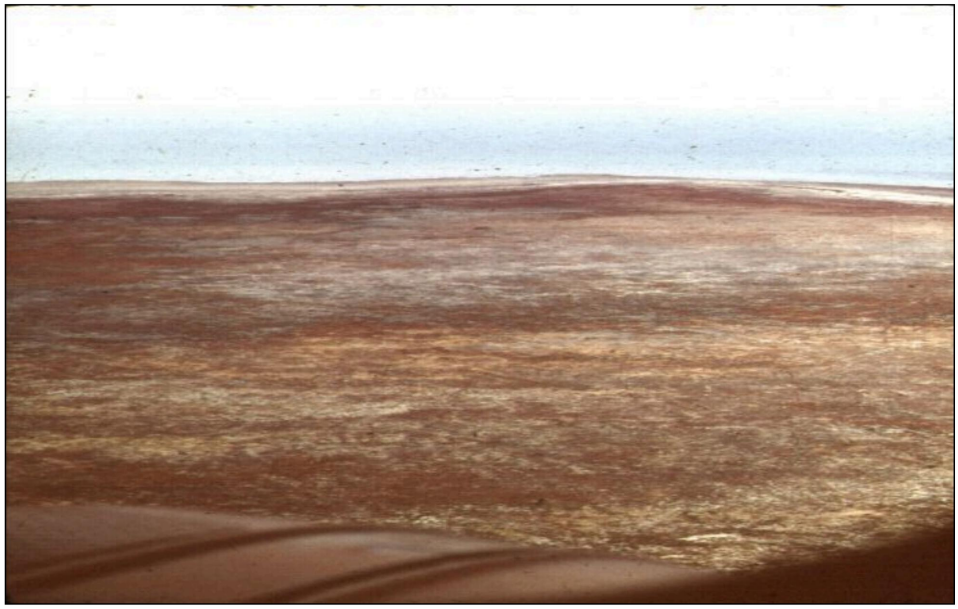


Фото 5. Полигональная трещиноватость на первичной стадии обсыхания дна Аральского моря (вид с вертолета). Видны выцветы солей по трещинам.



Фото 6. Начальная стадия развевания песков на обсохшем морском дне



Фото 7. Поверхность такыровидного солончака

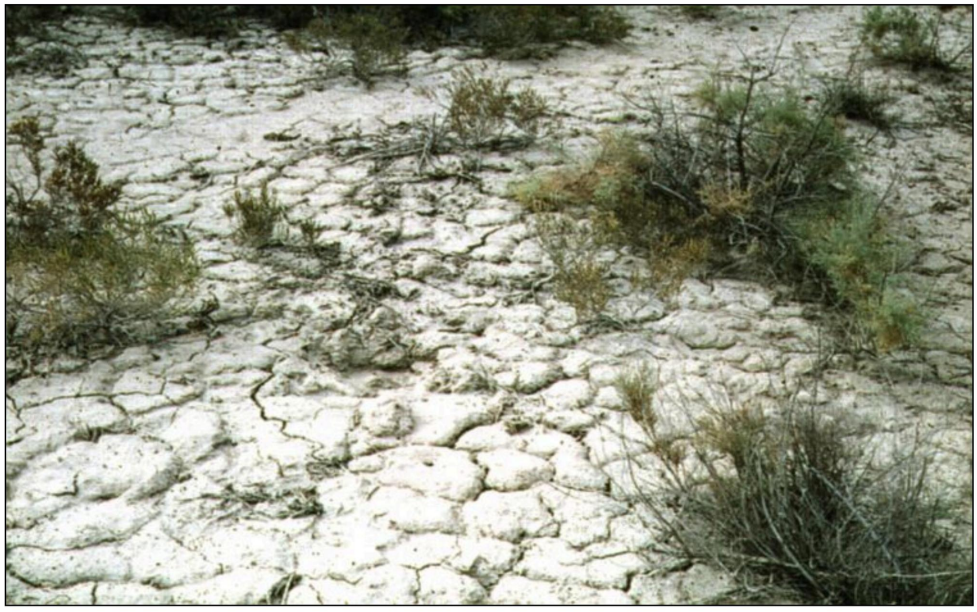


Фото 8. Поверхность сорового солончака



Фото 9. Эрозия по берегам высохшего русла



Фото 10. Высохшее озеро в межрусловом понижении с минерализующимися торфяными почвами



Фото 11. Сухие минерализующиеся купаки (тростниковые кочки). Видны остатки корневищ тростника. Мощность минерализованной толщи – полтора метра



Фото 12. Высохшее озеро с уже минерализовавшейся толщей торфа. В настоящее время – соровый солончак



Фото 13. На наветренных солепылепереносу с обнажившегося дна моря поверхностях деградирует и без того бедная пустынная растительность бывшего морского побережья

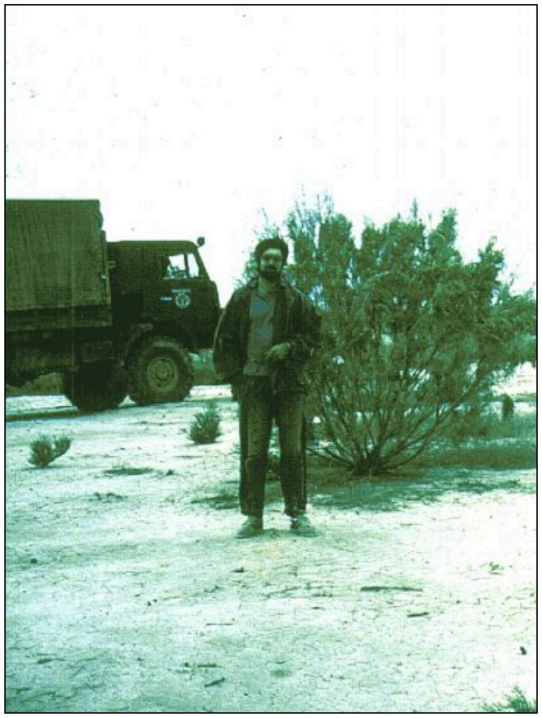


Фото 14. Бугры, образовавшиеся в результате солепылепереноса и засыпания саксаульников на бывшем морском побережье

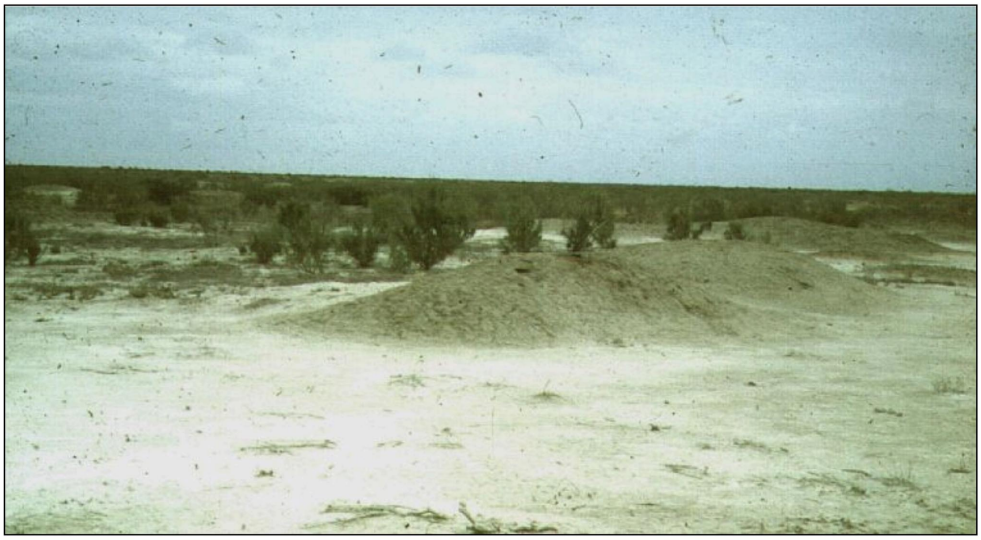


Фото 15. Деградирующий древесный тугай (30 лет с момента прекращения обводнения)



Так выглядят территории древних опустыненных дельт:

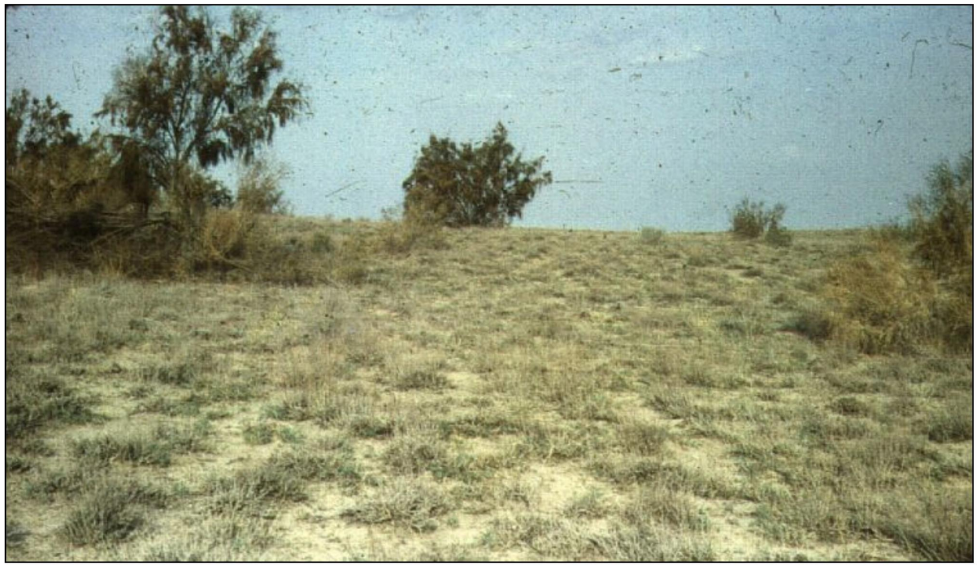


Фото 16. Бугристые зарастающие пески



Фото 17. Остатки древних поселений (крепость Замухшир)



Фото 18. Начинающаяся пастбищная дигрессия

Некоторые почвы:



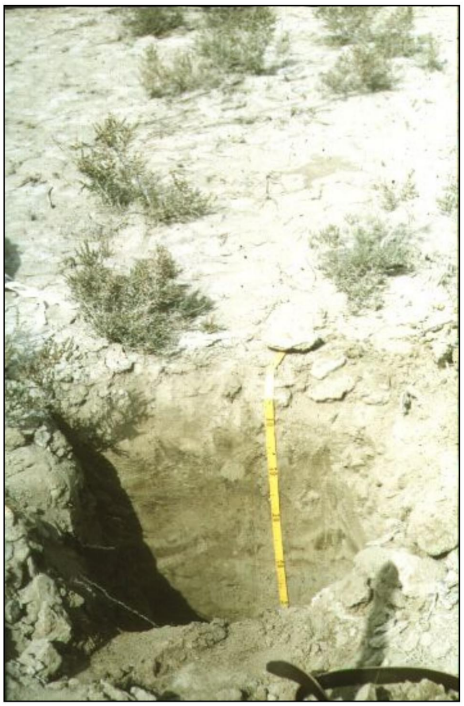


Фото 19. Корково-пухлый солончак. Под непрочной такыровидной коркой залегает пухлый солевой горизонт. Поступление солей – от близко расположенных грунтовых вод (1,5 метра)

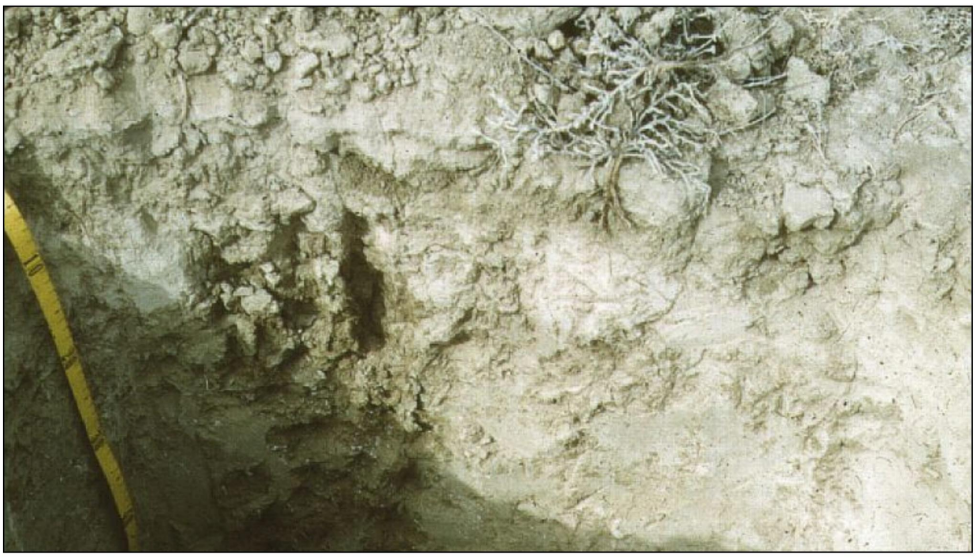


Фото 20 Лугово-тугайная коркующаяся почва в деградированном древесном тугае

Фото 21. Такыровидная не засоленная почва в древней дельте. Хорошо виден осветленный элювиальный и темный иллювиальный горизонт с глинистыми пленками



Фото 22. Такыровидная остаточно-солончаковая почва на обсохшем дне моря

Некоторые особенности микроморфологического строения почв:

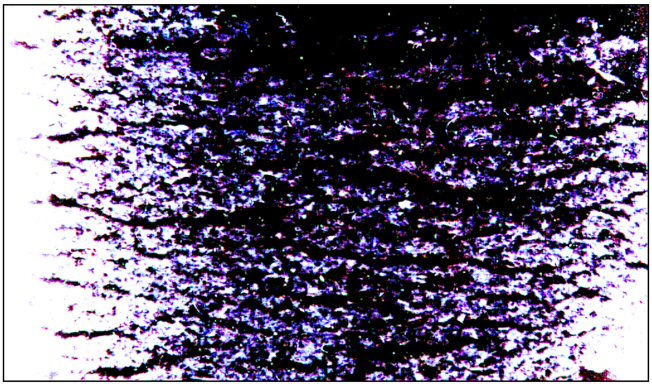


Фото 23. Горизонтальная порозность (чешуйчатость) подкоркового горизонта такыровидной почвы

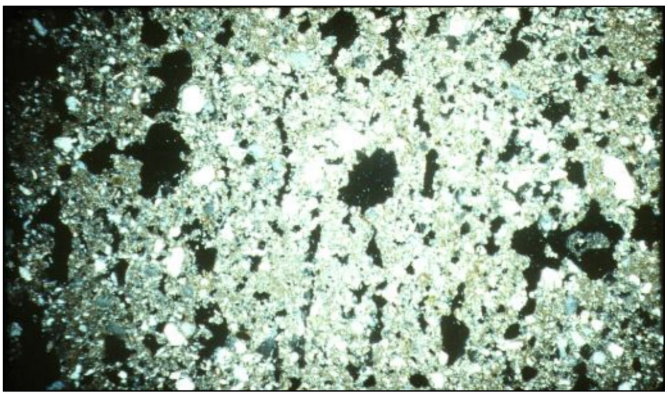


Фото 24. Вертикальная канальная порозность такыровидной почвы

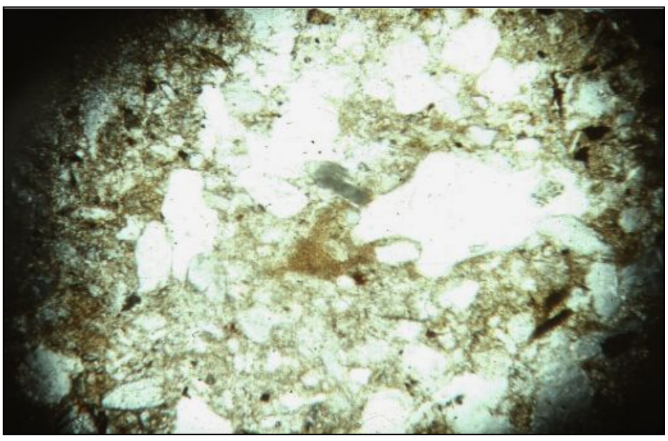
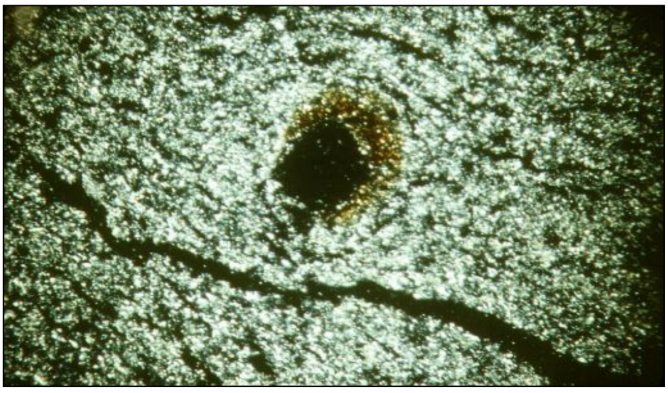


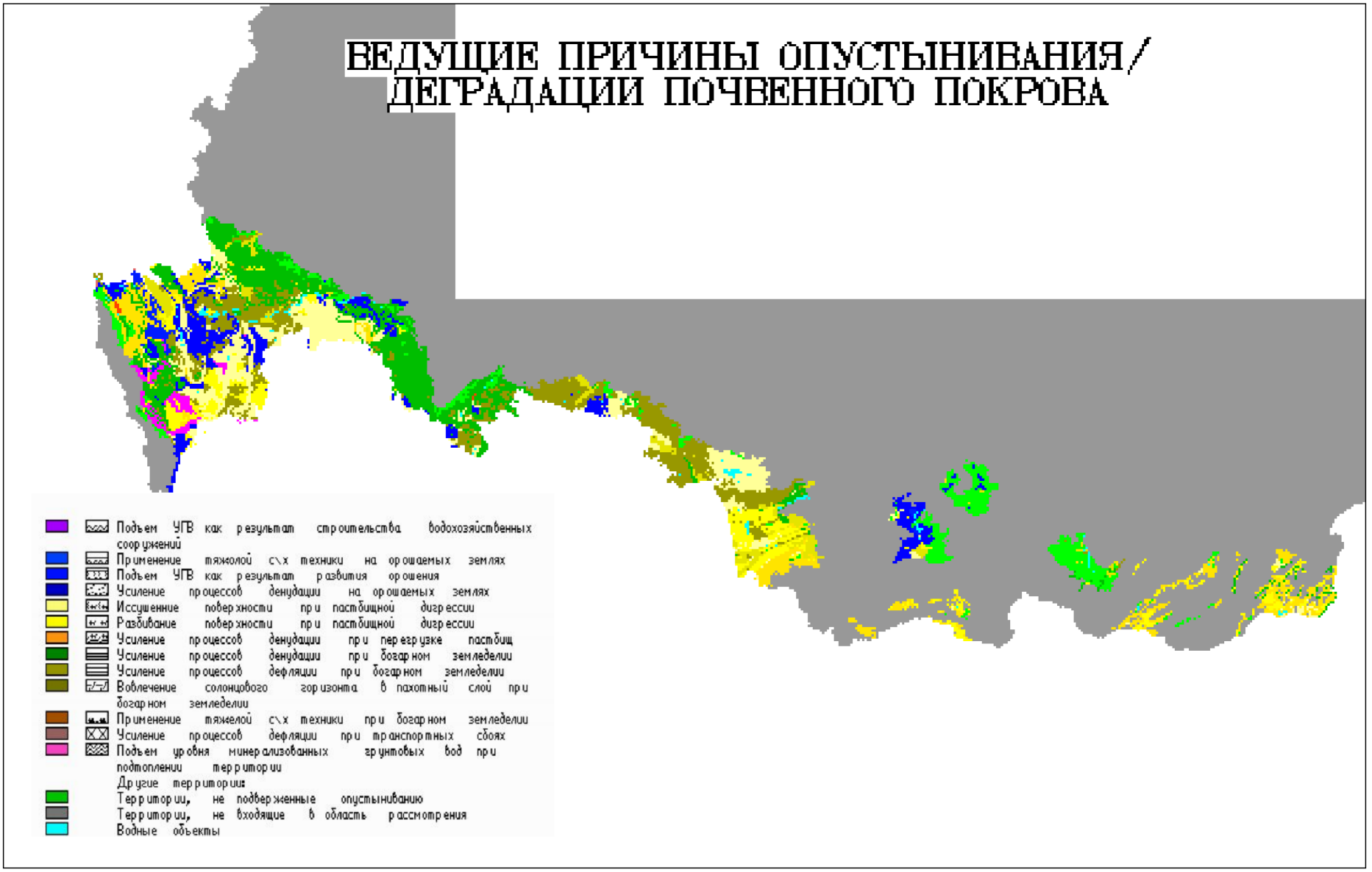
Фото 25 и 26. Натеки ориентированной глины в почвах древних опустыненных дельт отмечаются как в подкорковых чешуйчатых горизонтах, так и ниже по профилю

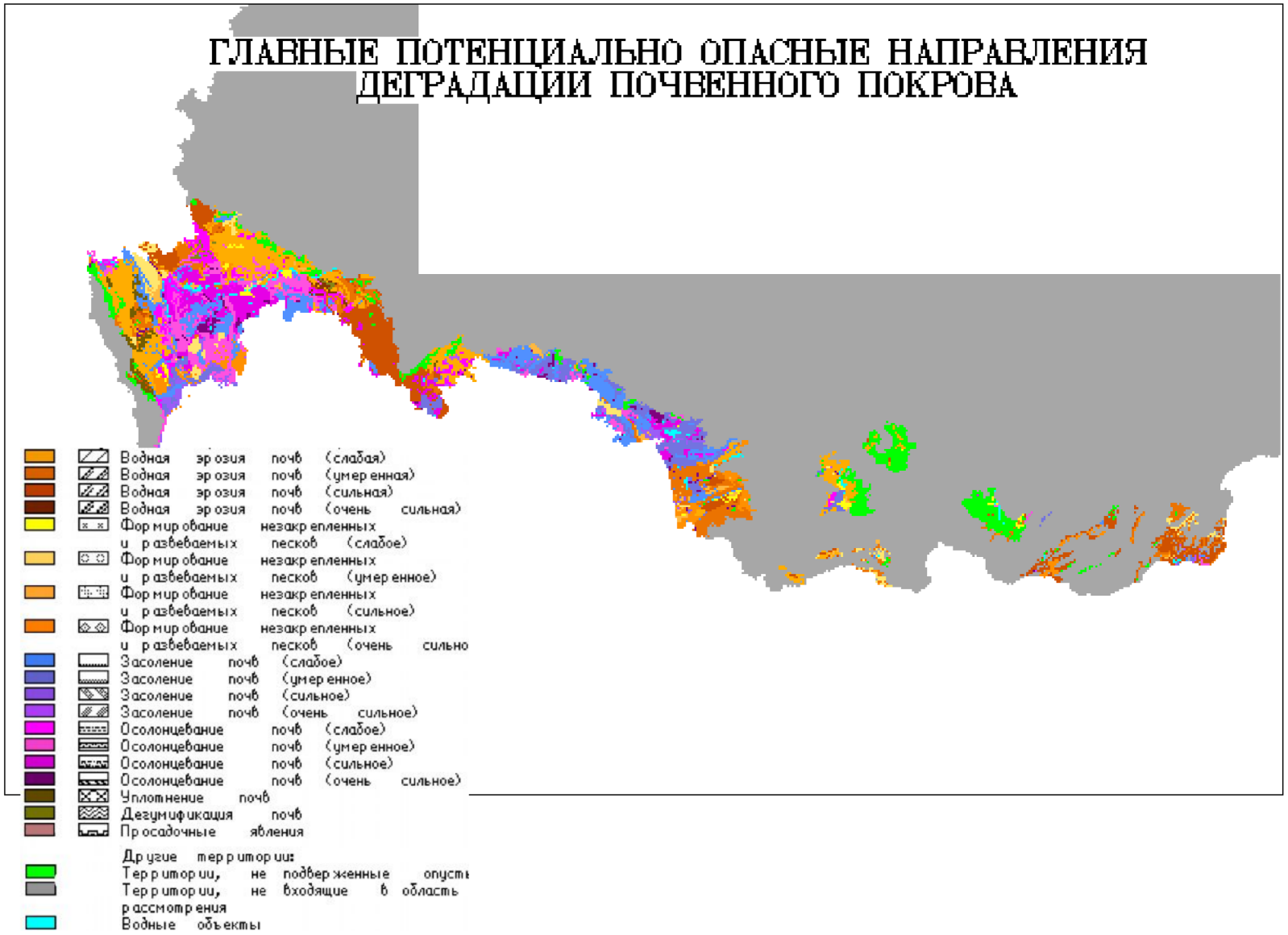


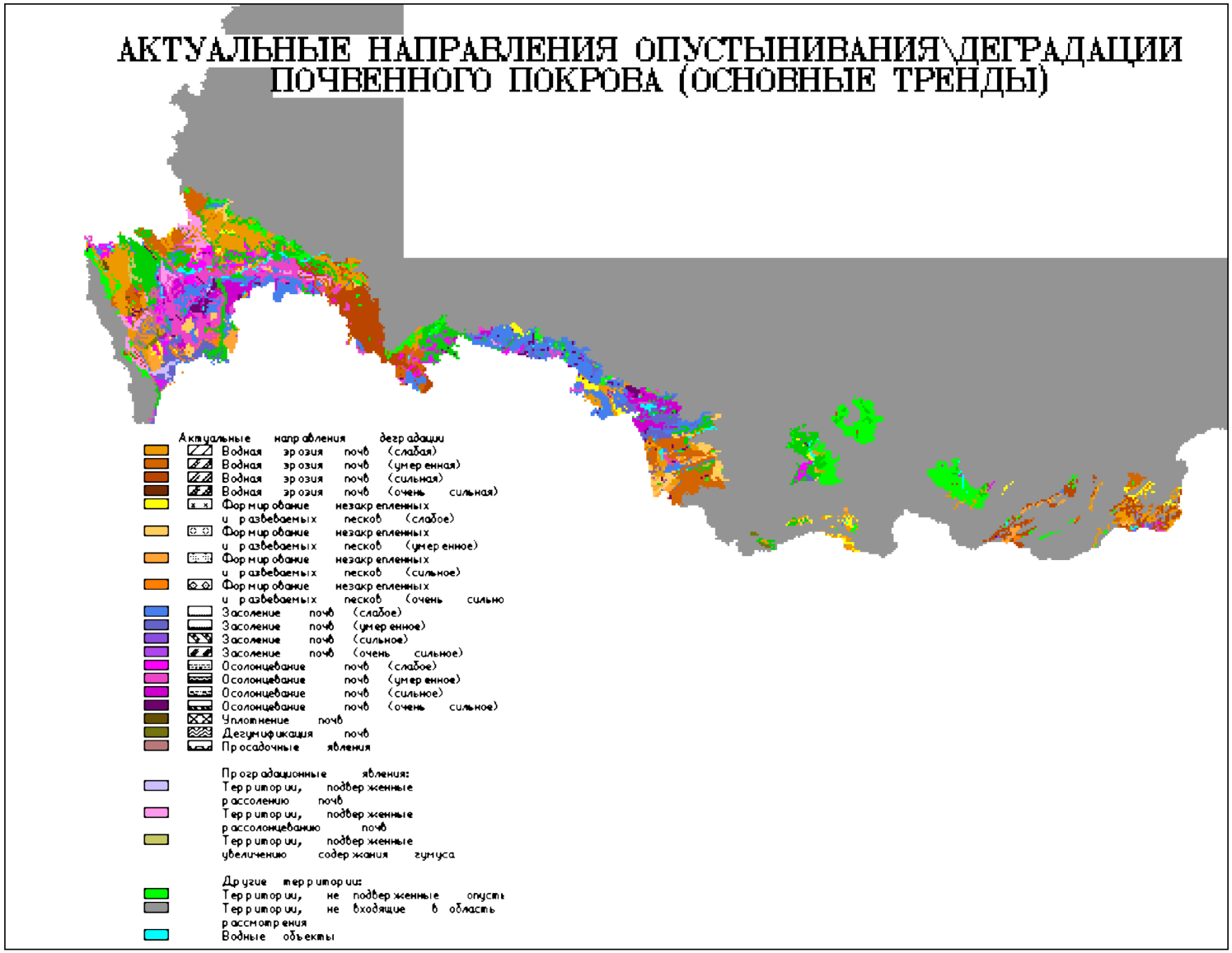
Приложение 7.

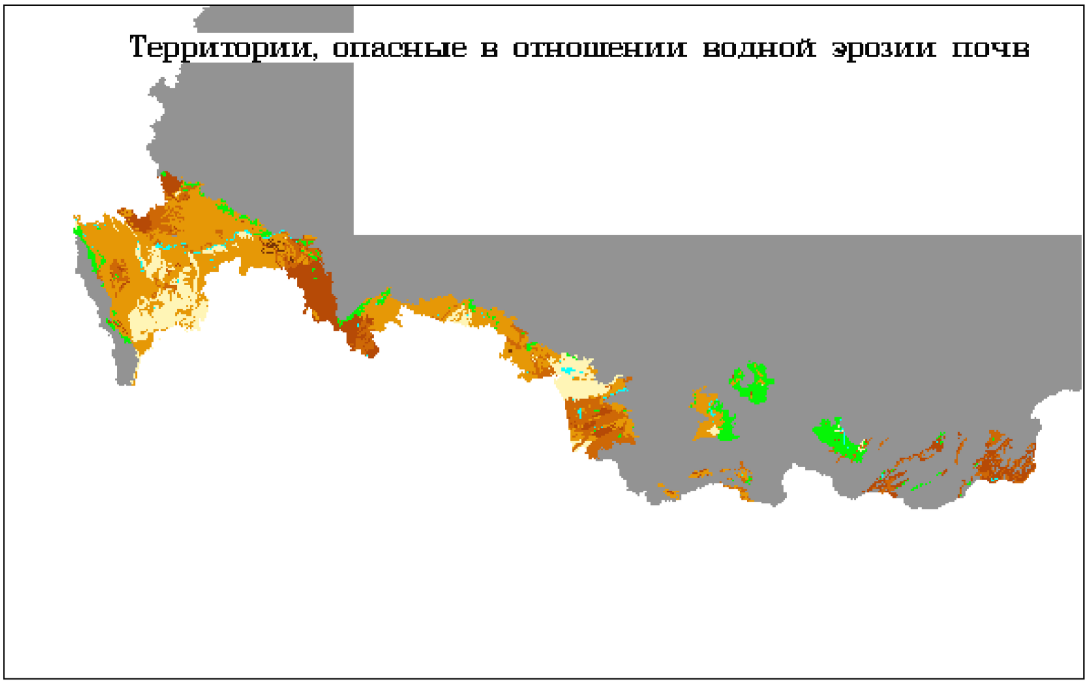
Геоинформационная система "Атлас опустынивания/деградации почвенного покрова Российской Федерации"

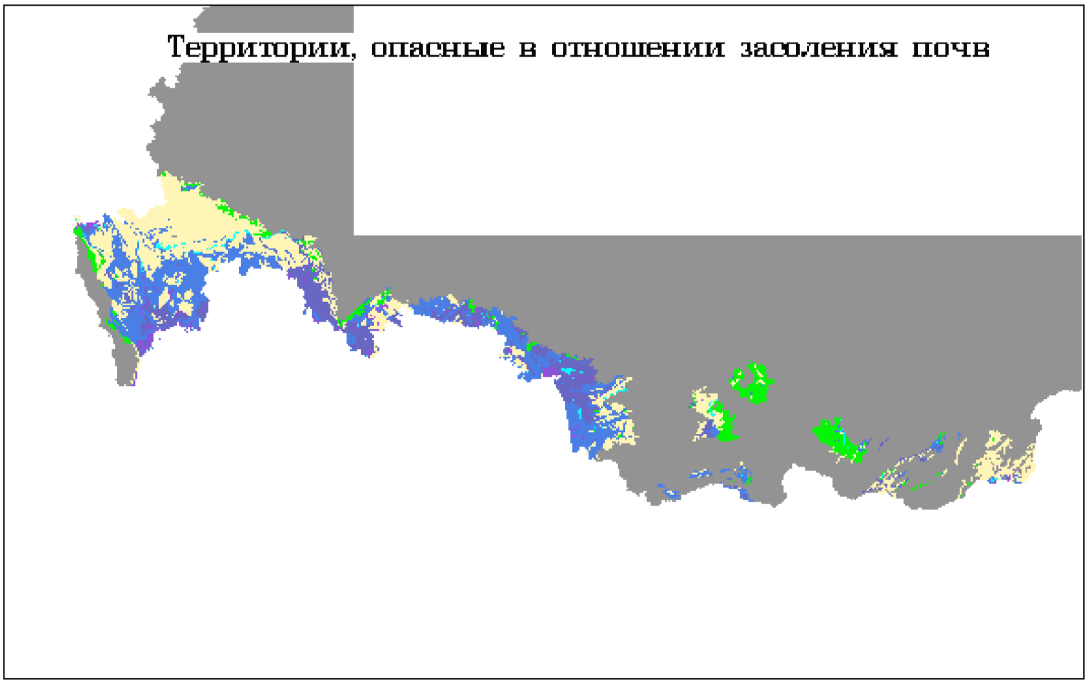
(уменьшенные копии и фрагменты некоторых карт масштаба 1:2500000)

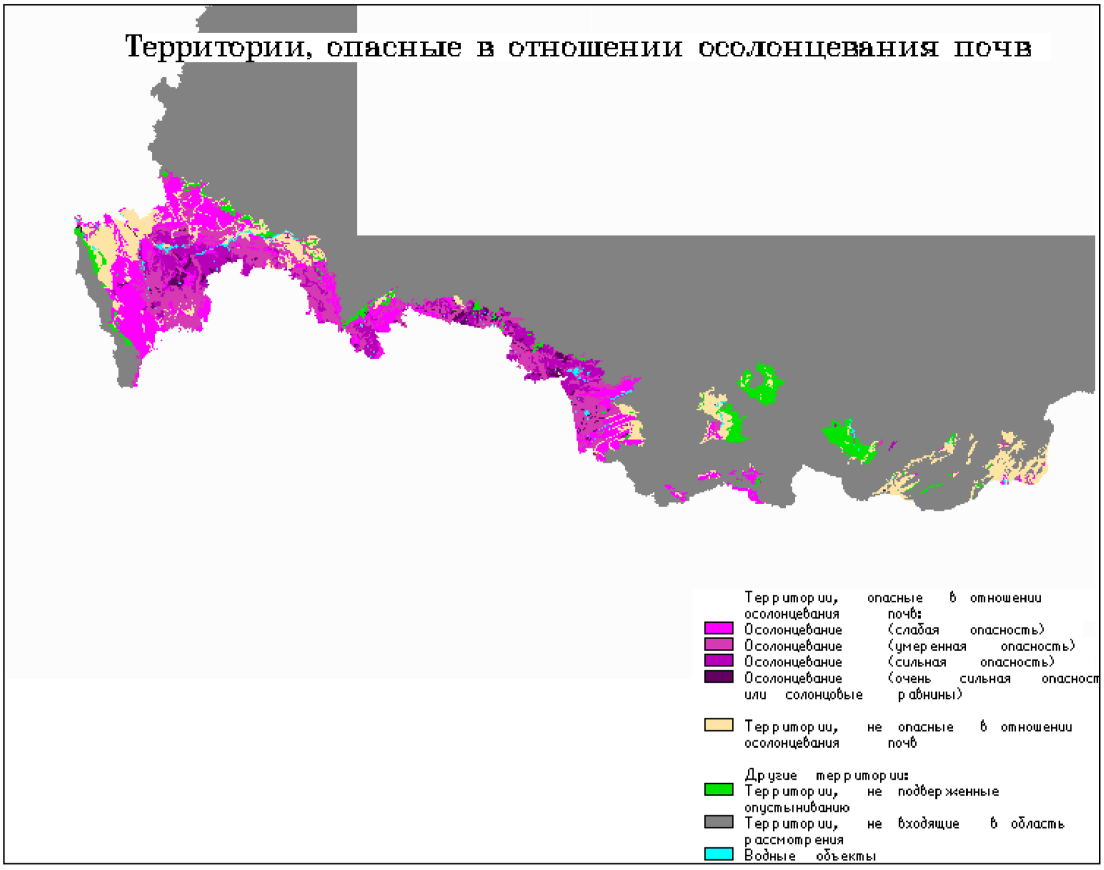

ВЕДУЩИЕ ПРИЧИНЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ/
ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений
Применение тяжелой с\х техники на орошаемых землях
Подъем УГВ как результат развития орошения
Усиление процессов денудации на орошаемых землях
Иссушенные поверхности при пастбищной дигрессии
Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии
Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ
Усиление процессов денудации при богарном земледелии
Усиление процессов дефляции при богарном земледелии
Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии
Применение тяжелой с\х техники при богарном земледелии
Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях
Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории
Другие территории:
Территории, не подверженные опустыниванию
Территории, не входящие в область рассмотрения
Водные объекты

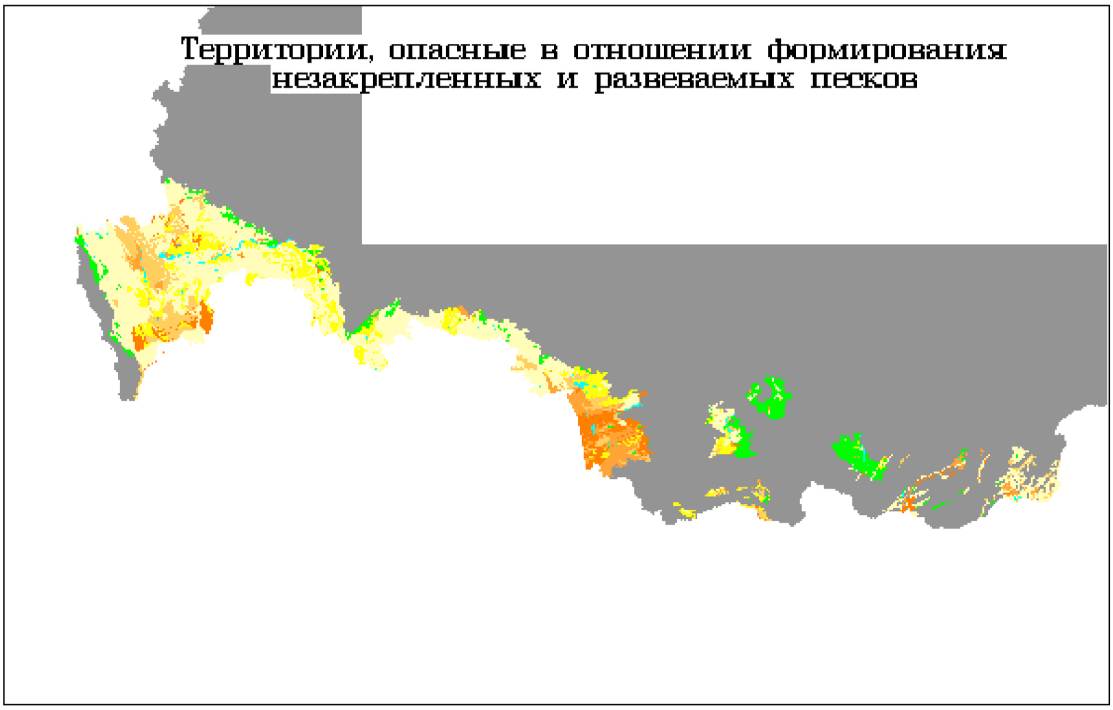

ГЛАВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
Водная эрозия почв (слабая)
Водная эрозия почв (умеренная)
Водная эрозия почв (сильная)
Водная эрозия почв (очень сильная)
Формирование незакрепленных и развеваемых песков (слабое)
Формирование незакрепленных и развеваемых песков (умеренное)
Формирование незакрепленных и развеваемых песков (сильное)
Формирование незакрепленных и развеваемых песков (очень сильно
Засоление почв (слабое)
Засоление почв (умеренное)
Засоление почв (сильное)
Засоление почв (очень сильное)
Осолонцевание почв (слабое)
Осолонцевание почв (умеренное)
Осолонцевание почв (сильное)
Осолонцевание почв (очень сильное)
Уплотнение почв
Дегумификация почв
Просадочные явления
Другие территории:
Территории, не подверженные опусты
Территории, не входящие в область рассмотрения
Водные объекты

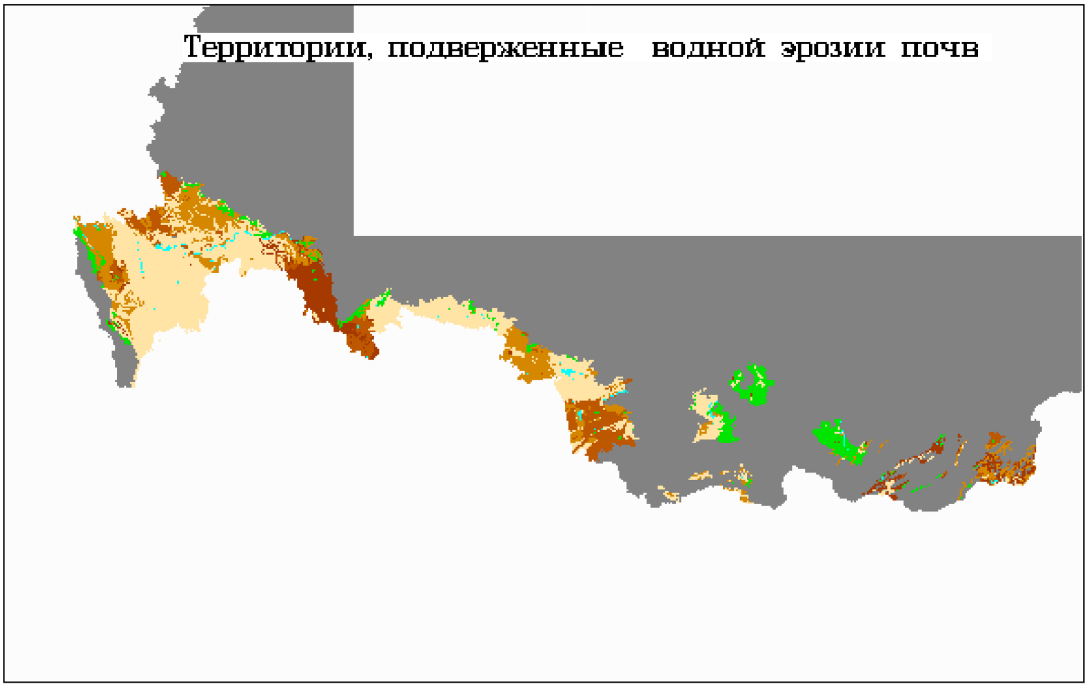

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ\ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ)
Актуальные направления деградации
Водная эрозия почв (слабая)
Водная эрозия почв (умеренная)
Водная эрозия почв (сильная)
Водная эрозия почв (очень сильная)
Формирование незакрепленных и разбеваемых песков (слабое)
Формирование незакрепленных и разбеваемых песков (умеренное)
Формирование незакрепленных и разбеваемых песков (сильное)
Формирование незакрепленных и разбеваемых песков (очень сильно
Засоление почв (слабое)
Засоление почв (умеренное)
Засоление почв (сильное)
Засоление почв (очень сильное)
Осолонцевание почв (слабое)
Осолонцевание почв (умеренное)
Осолонцевание почв (сильное)
Осолонцевание почв (очень сильное)
Уплотнение почв
Дегумификация почв
Просадочные явления
Прогрдационные явления:
Территории, подверженные рассолению почв
Территории, подверженные рассолонцеванию почв
Территории, подверженные увеличению содержания гумуса
Другие территории:
Территории, не подверженные опусты
Территории, не входящие в область рассмотрения
Водные объекты

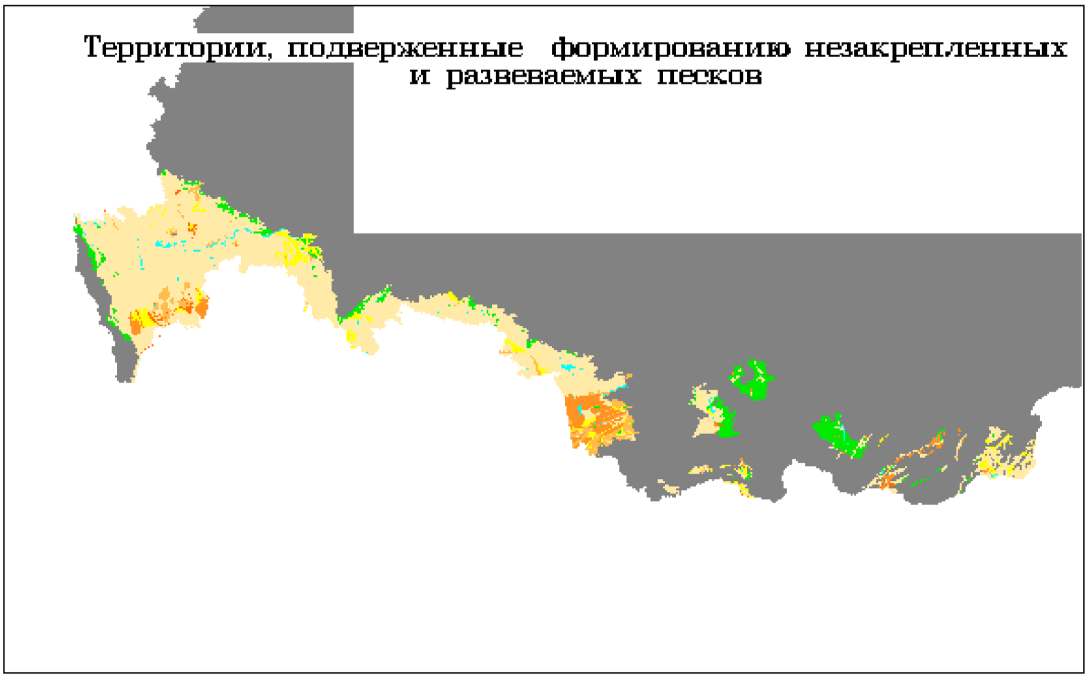

Территории, опасные в отношении водной эрозии почв

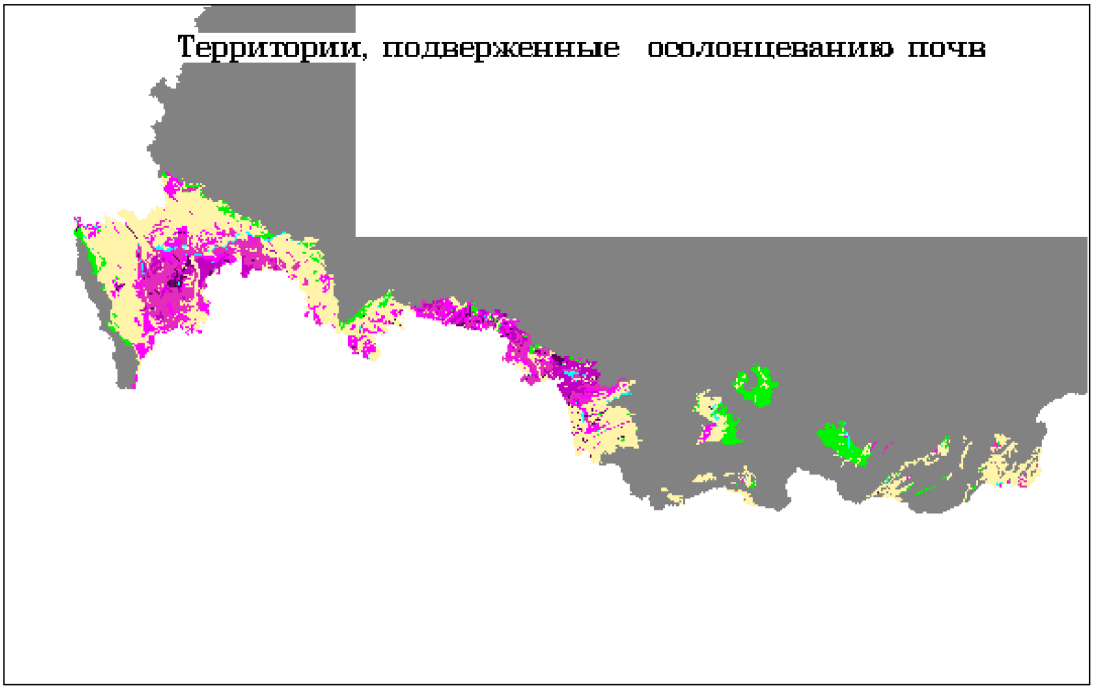

Территории, опасные в отношении засоления почв

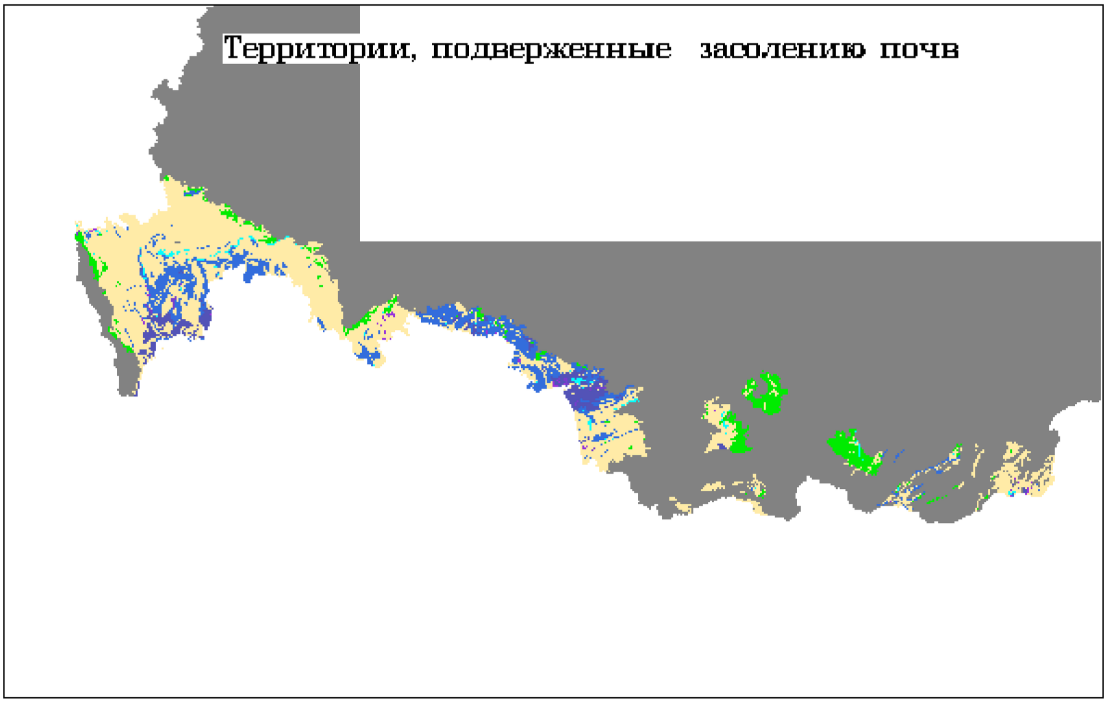

Территории, опасные в отношении осолонцевания почв
Территории, опасные в отношении осолонцевания почв:
Осолонцевание (слабая опасность)
Осолонцевание (умеренная опасность)
Осолонцевание (сильная опасность)
Осолонцевание (очень сильная опасност
или солонцовые равнины)
Территории, не опасные в отношении осолонцевания почв
Другие территории:
Территории, не подверженные опустыниванию
Территории, не входящие в область рассмотрения
Водные объекты

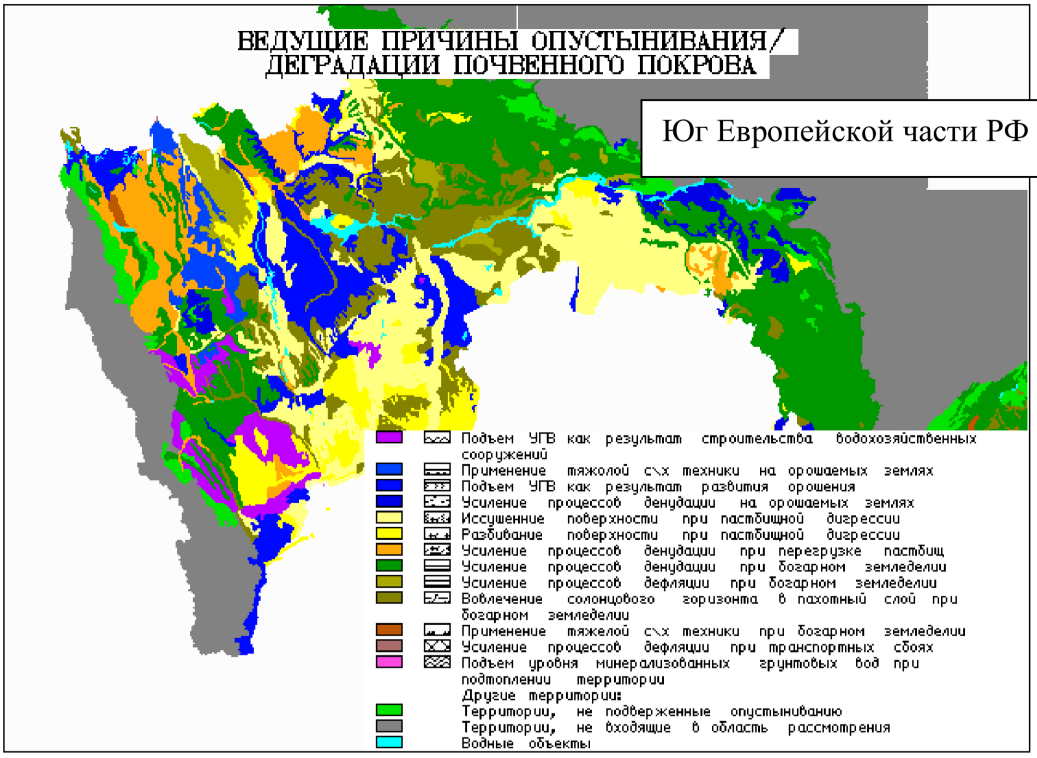

Территории, опасные в отношении формирования незакрепленных и развеваемых песков

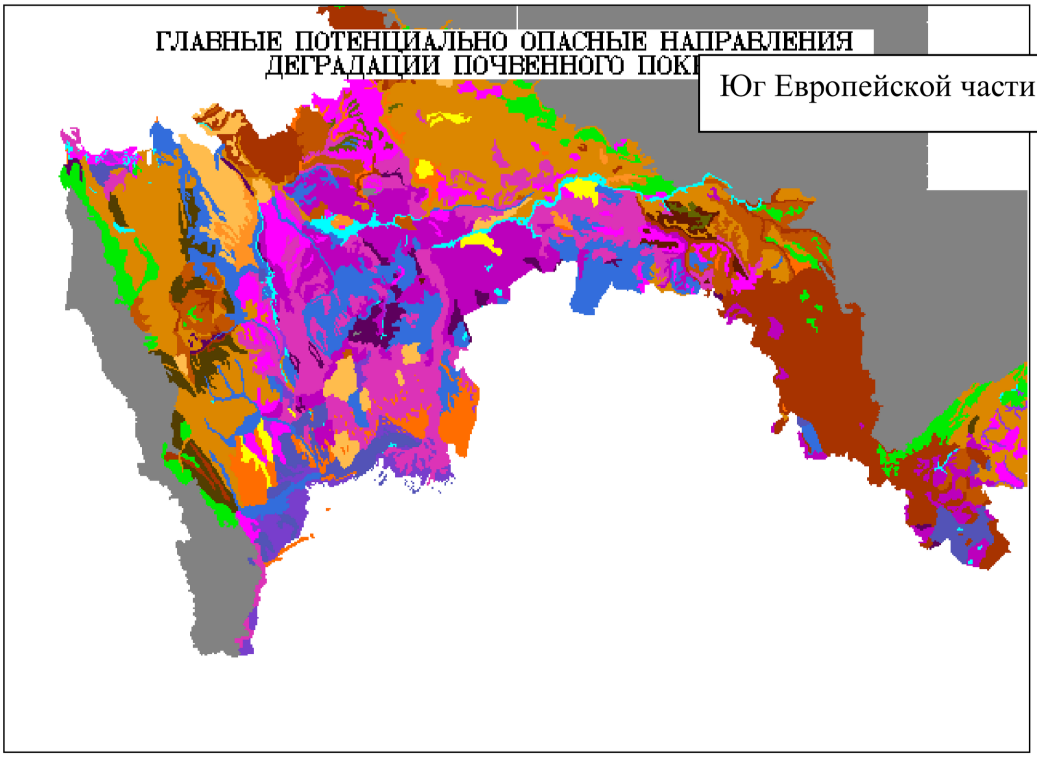

Территории, подверженные водной эрозии почв

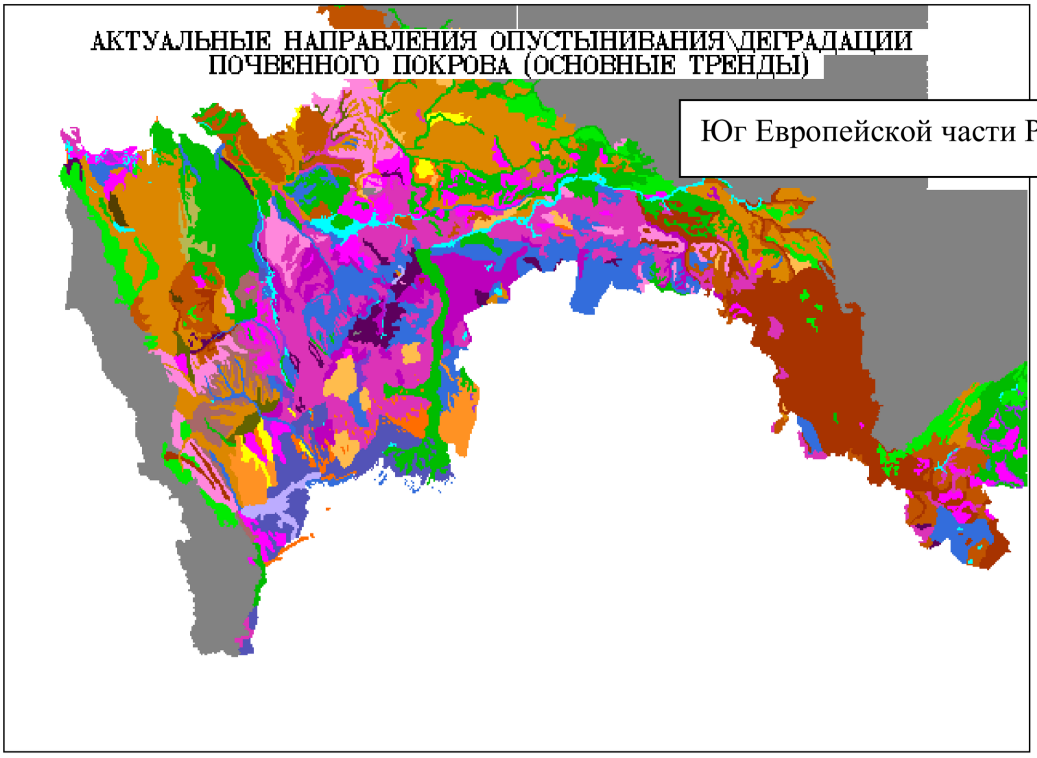

Территории, подверженные формированию незакрепленных
и развеваемых песков

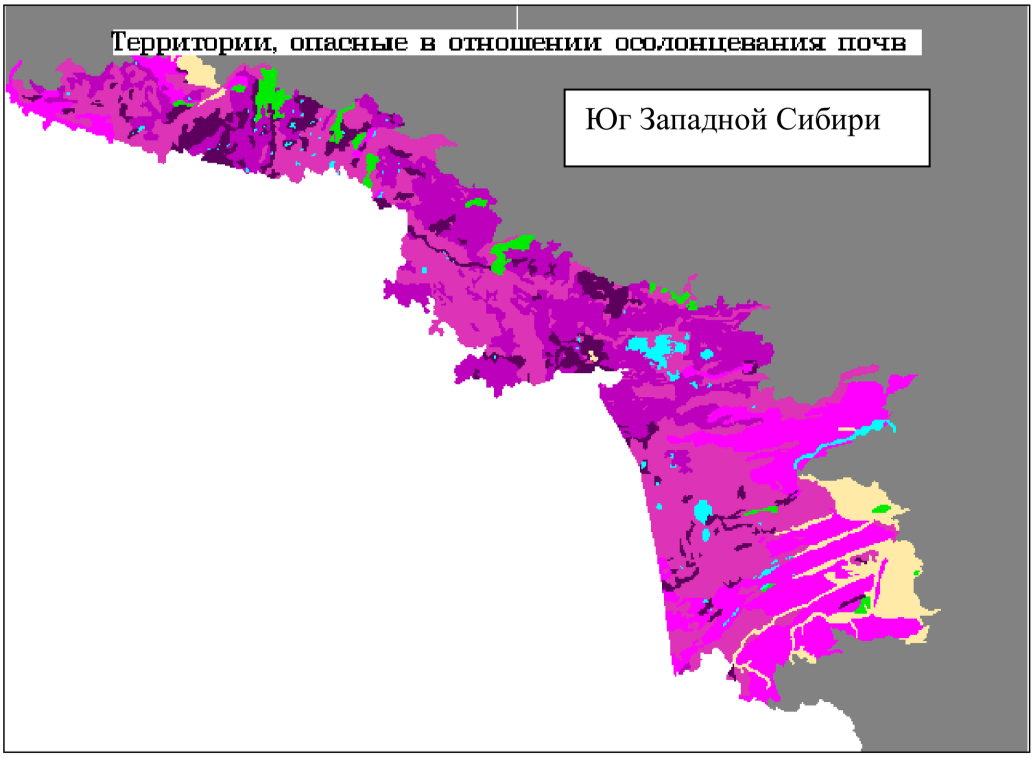

Территории, подверженные осолонцеванию почв


Территории, подверженные засолению почв


ВЕДУЩИЕ ПРИЧИНЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ/
ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
Юг Европейской части РФ
Подъем УГВ как результат строительства водохозяйственных сооружений
Применение тяжелой с\х техники на орошаемых землях
Подъем УГВ как результат развития орошения
Усиление процессов денудации на орошаемых землях
Иссушенные поверхности при пастбищной дигрессии
Разбивание поверхности при пастбищной дигрессии
Усиление процессов денудации при перегрузке пастбищ
Усиление процессов денудации при богарном земледелии
Усиление процессов дефляции при богарном земледелии
Вовлечение солонцового горизонта в пахотный слой при богарном земледелии
Применение тяжелой с\х техники при богарном земледелии
Усиление процессов дефляции при транспортных сбоях
Подъем уровня минерализованных грунтовых вод при подтоплении территории
Другие территории:
Территории, не подверженные опустыниванию
Территории, не входящие в область рассмотрения
Водные объекты


ГЛАВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКР
Юг Европейской части РФ


АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОПУСТЫНИВАНИЯ\ДЕГРАДАЦИИ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА (ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ)
Юг Европейской части РФ


Территории, опасные в отношении осолонцевания почв
Юг Западной Сибири