

А.А.РАФИКОВ, Г.Ф.ТЕТЮХИН

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ
~~~~~ И ИЗМЕНЕНИЕ  
~~~~~ ПРИРОДНЫХ  
~~~~~ УСЛОВИЙ  
~~~~~ НИЗОВЬЕВ  
~~~~~ АМУДАРЬИ



551.46

P-26

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР  
ОТДЕЛ ГЕОГРАФИИ

А. А. РАФИКОВ, Г. Ф. ТЕТЮХИН

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ  
АРАЛЬСКОГО МОРЯ  
И ИЗМЕНЕНИЕ  
ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ  
НИЗОВЬЕВ АМУДАРЬИ

61640

X



ТАШКЕНТ · ИЗДАТЕЛЬСТВО «ФАН» УЗБЕКСКОЙ ССР · 1981

УДК 551.4(575.172)

Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий низовьев Амударьи. Рафиков А. А., Тетюхин Г. Ф. Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1981.

В монографии на основании анализа совокупности природных компонентов и факторов, определяющих геокомплексы рассматриваемого региона и взаимосвязи, выявляется тенденция их к изменению, обусловленная сокращением акватории моря. На основе комплексного учета особенностей главных природных факторов и процессов дается прогноз природных условий дельты Амударьи и обсыхающего дна моря. Подробно освещаются вопросы динамики экологических систем, засоления и дефляции почв высыхающих озерно-болотных комплексов и обсохшей части дна моря. Сделана попытка определения наиболее эффективных мероприятий по предотвращению неблагоприятных явлений, вызванных снижением уровня Аральского моря.

Для почвоведов, мелиораторов, географов, геологов, гидрогеологов и других специалистов, интересующихся проблемой Аральского моря.

Лит. 121 назв., ил. 32, табл. 45.

Ответственный редактор  
докт. с.-х. наук *И. Н. Степанов*

Рецензенты:  
кандидаты географ. наук  
*Т. М. Мирзалиев, Ш. С. Закиров*

Р 30206—1481  
355(04)—81 50—80 1905030000

© Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1981 г.



## ВВЕДЕНИЕ

Аральское море становится объектом исследований многих научных и проектно-изыскательских организаций. Резкое снижение его уровня с 60-х годов связано главным образом с широким развитием ирригации в бассейнах Амударьи и Сырдарьи, освоением и орошением новых земель. Например, в 1970 г. забор воды на орошение из Амударьи и Сырдарьи составил 71,5 % общего стока, в 1971 г. — 83,0, в 1972 г. он достиг 88,44, а в 1973 г. снизился до 71,0 %. В маловодные 1974 и 1975 годы сток Сырдарьи был меньше среднемноголетнего на 35 % (водопотребление в 1,75—1,85 раза превышало сток реки, по В. В. Пославскому, 1976); в 1976 и 1977 г. сток также был ниже среднего.

Водные ресурсы бассейна Аральского моря составляют 127 км<sup>3</sup> в год. Сравним: предельная водоотдача всех среднеазиатских рек за год 104,2 км<sup>3</sup>. Водный сток для использования в народном хозяйстве Средней Азии достигает 91—92 км<sup>3</sup> (Ракитин, 1977), большая часть его уже используется. Особенно напряженное положение сложилось в бассейне Сырдарьи, где уже в 1970 г. водопотребление превысило ресурсы и для обеспечения потребностей нужно использовать часть возвратных вод. В бассейне Амударьи водные ресурсы будут полностью использованы к 1990 г.

Для дальнейшего развития орошаемого земледелия потребуются дополнительные ресурсы. Прирост новых орошаемых земель в ближайшей перспективе, по данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, составит 2—2,5 млн. га, для чего необходимы дополнительные водные ресурсы в объеме 35—36 км<sup>3</sup>.

В 1974 г. с вводом в действие Тахиаташского гидроузла Амударья была полностью перекрыта, вода по руслу стала пропускаться в очень незначительном количестве. Уровень моря к концу 1979 г. снизился на 7 м, объем сократился на 304 км<sup>3</sup>, освободилась площадь 14 тыс. км<sup>2</sup>. Минерализация воды повысилась с 9,8 в 1955 г. до 19 г/л в 1979 г. Плотины, необходимые для накопления влаги в самом русле, в целях обеспечения питьевой водой и для полива сельскохозяйственных культур были возведены и в низовьях Сырдарьи.

Еще в 1908 г. А. И. Воейков писал, что чем больше осваивается земель под орошение, тем меньше остается воды для Арала. Предположение А. И. Воейкова подтверждается. Уровень Аральского моря становится своеобразным барометром развития орошения в Средней Азии и Южном Казахстане.

Другой немаловажный фактор, влияющий на снижение уровня моря, маловодье. Сток Сырдарьи в многоводные годы достигает 45,4 км<sup>3</sup>, в маловодные уменьшается до 22,5, Амударьи — соответственно с 98 до 49.



Процесс снижения уровня моря приобретает все более энергичный и устойчивый характер. С этим явлением связаны все виды трансформаций, наблюдаемые в природной среде и социально-экономическом состоянии Приаралья.

Мы решили изучить физико-географические изменения природной среды в приморской зоне Южного Приаралья и на обсохшей части дна моря, прилегающей к этому региону, выявить их тенденцию развития и на основании этого разработать прогноз трансформации геокомплексов при дальнейшем падении уровня моря.

На основе полевых и камеральных работ Приаральской экспедиции Отдела географии АН УзССР за период 1977—1979 гг. дается характеристика современных природных условий обширного района Южного Приаралья.

Основное внимание уделено исследованию северной части Южного Приаралья, которая находится на периферии Аральского моря и больше всего испытывает воздействие снижения его уровня. Вместе с этим трансформация природной среды по сравнению с Жанадарьинской и Акчадарьинской древнеаллювиальными равнинами и Северо-Западными Кызылкумами (кроме периферийной части моря) происходит значительно сильнее в приморской дельте Амударьи, поэтому большая часть работы посвящена этому региону.

Комплексные исследования природной среды Южного Приаралья показывают, что в результате регулирования гидрорежима дельты Амударьи и снижения уровня моря в данном районе наблюдается интенсивное изменение гео- и экосистем. Общая тенденция этих изменений — опустынивание, аридизация природных комплексов. Гидроморфные комплексы приобретают полугидроморфные и автоморфные пустынные черты, всюду появляются засоленность почвогрунтов, минерализованность грунтовых вод, широкое распространение засухо- и солеустойчивых растительных сообществ, доминирование ветроэрозионных процессов и процессов соленакопления, эоловые песчаные формы рельефа и т. д. Однако из-за сложности и разнообразия структуры природных комплексов тенденция их развития также весьма мозаична, вследствие этого может происходить интенсивное соленакопление, прогрессивное рассоление или формирование песчаных ландшафтов. На обсохшей части дна моря в связи со сложностью литолого-геоморфологического строения, наличием подземного потока слабозасоленных грунтовых вод со стороны дельты и степенью удаленности от устья рукавов Амударьи природные комплексы разнообразны: некоторые участки отличаются развитием типичных солончаковых или эоловых комплексов, а другие — относительно меньшей засоленностью и др.

Все это разнообразие природных комплексов Южного Приаралья вызывает необходимость их исследования в целях прогнозирования трансформации природной среды региона в условиях продолжающегося снижения уровня моря, своевременного применения практических мероприятий по предотвращению неблагоприятных процессов и, наконец, планирования использования естественных ресурсов геокомплексов в зависимости от тенденции их развития.

Моделирование изменений природной среды Арала позволяет научно обосновать некоторые практические мероприятия по предотвращению развития неблагоприятных явлений. В процессе исследований возникла необходимость решения следующих задач: выявление основных изменений в природных компонентах и комплексах региона, установление региональных тенденций развития природных комплексов, обоснование прогноза развития геокомплексов, природных процессов террито-



рии при дальнейшем снижении зеркала моря, разработка физико-географических основ проектирования мелиоративных мероприятий по предотвращению процессов опустынивания Южного Приаралья.

Настоящая работа — результат труда большого коллектива сотрудников Отдела географии АН УзССР. В полевых экспедиционных работах и камеральной обработке материала, кроме авторов, принимали участие Р. Гулмирзаев и В. К. Полянский.

Анализ поверхностных и грунтовых вод проводился в Центральной лаборатории Министерства геологии УзССР и САНИИРИ, состав водных вытяжек почвогрунтов определялся в химической лаборатории ТашГИИТИ.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Отдела географии АН УзССР, принимавшим участие в выполнении работ, — Д. Ю. Юсуповой, С. А. Хакимовой, Р. Гулмирзаеву, В. К. Полянскому, Т. А. Умаровой, а также доценту кафедры почвоведения ТашГУ Л. Турсунову за ценные советы и указания.



## Глава I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ И РЕСУРСОВ НИЗОВИЙ АМУДАРЬИ И АРАЛЬСКОГО МОРЯ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ КК АССР

КК АССР расположена в северо-западной части Узбекской ССР на площади 165,6 тыс. км<sup>2</sup> (37% территории УзССР) и занимает северо-западную часть пустыни Кызылкумы, юго-восточную плато Устюрт, южную Аральского моря и дельту Амударьи.

Северо-западная часть Кызылкумов представляет обширную (около 40 тыс. км<sup>2</sup>) равнину, покрытую закрепленными и полужакрепленными бугристо-грядовыми песками с широкими сухими руслами древних протоков Сырдарьи и Амударьи. Полоса, прилегающая к Амударье, занята барханными, частично движущимися песками. Кызылкумы (от 75 до 100 м абс. выс.) имеют общий уклон к северу — в сторону Аральского моря и дельты Амударьи. Далеко стоящие друг от друга останцовые горы Султануиздаг и Бельтау возвышаются над равниной. Вдоль сухих протоков расположены крупные очаги древней земледельческой культуры.

В связи с предстоящим освоением целинных и залежных земель наибольший хозяйственный интерес представляет Акчадарьинская аллювиальная равнина, отличающаяся высоким плодородием почв и сравнительно благоприятными климатическими условиями. Ввод в действие Туямуюнского гидроузла превратит эту равнину в крупный район производства хлопка-сырца в Узбекистане. Здесь расположены так называемые земли древнего орошения — Кырккызский массив. Земельные ресурсы массива огромны, уровень плодородия высок, что подтверждают высокие урожаи, получаемые хозяйствами Элликалинского района. В некоторых местах движущиеся песчаные барханы не только мешают расширению посевных площадей, но и угрожают наступлением на орошаемые поля, ирригационную, коллекторно-дренажную и автодорожную сеть.

Джанадарьинский массив на севере Кызылкумов по климатическим условиям может быть использован только для возделывания зерновых, кормовых и бахчевых культур.

Территория Кызылкумов используется в качестве пастбищ для разведения каракульских овец. Вокруг самоизливающихся скважин с большим дебитом созданы микрооазисы, где выращиваются овощи, бахчевые, а также дополнительный корм для скота.

Юго-восточная часть плато Устюрт — пустынная, слегка волнистая безводная равнина (150—292 м абс. выс.) с плоскими увалами и понижениями, наибольшие из них — впадина Ассакеаудан и Барсакельмес, лежащие ниже уровня моря. В сторону Аральского моря и дельты Амударьи плато обрывается крутыми уступами — чинками. К югу от него расположена Сарыкамышская впадина. Огромная территория Устюрта



(свыше 70,5 тыс. км<sup>2</sup>) используется как пастбища в весенне-летне-осенние сезоны, здесь ведутся также добыча строительных материалов и поваренной соли, поисковые работы на нефть и газ. Через Устюрт проложены магистральные газопроводы, железная дорога и крупный водопровод.

Между Устюртом и Кызылкумами находится обширная (более 11 тыс. км<sup>2</sup>) дельта (50—100 м абс. выс.) Амударьи. Она представляет собой равнину, наклоненную в сторону Аральского моря, сложенную плодородными аллювиальными образованиями Амударьи. Дельта изрезана сухими и действующими протоками, ирригационной и дренажно-коллекторной сетью. На западе дельта ограничена обрывистыми чинками плато Устюрт, на востоке — пустыней Кызылкумы, на севере омывается Аральским морем, на юге уходит за пределы Каракалпакии в сторону Заунгузских Каракумов.

Равнинность территории благоприятствует развитию земледелия на основе современной техники орошения, строительству транспортных коммуникаций.

Большое значение в народном хозяйстве КК АССР имеет Аральское море. Однако с быстрым снижением его уровня, связанным с ростом орошаемых земель, значение рыболовства и каботажного судоходства постепенно теряется.

Большую роль в развитии и размещении производительных сил КК АССР играют полезные ископаемые. Они располагаются в отложениях различных геологических возрастов — палеозойских, меловых, третичных и четвертичных.

Палеозойские отложения, состоящие из магматических и метаморфических пород, широко развиты в горах Султануиздаг, Джумуртау и под осадочным покровом Кызылкумов. Они содержат железо, цветные, редкие и благородные металлы, кварциты, сырье для абразива и каменного литья, полудрагоценные и поделочные камни, а также каменные строительные материалы.

С осадочными породами связаны образования газа и нефти, фосфоритов и известняка, мергелей и гипса, каменной и поваренной соли, а также строительных материалов.

Значительная часть полезных ископаемых уже используется (газ, тальк, мрамор, гранит, известь, камни и др.) в народном хозяйстве, а многие другие с установленными промышленными запасами еще найдут применение.

Особенно важны и необходимы для возрастающих нужд строительства полезные ископаемые, используемые в производстве разнообразных строительных материалов и повсеместно распространенные.

Каракалпакия богата химическим сырьем — фосфоритами, особенно сульфатно-магнезиальными (мирабилит) и поваренными солями, большие промышленные запасы которых позволяют организовать добычу в ближайшей перспективе.

Месторождения фосфоритов обнаружены во многих районах, наиболее крупный из них — Чукайтугайский, расположенный в 20 км от Нукуса, вблизи р. Амударьи. Подсчитанные запасы (около 21 млн. т) вполне отвечают требованиям ГОСТа, химический состав позволяет организовать производство фосфоритового концентрата, столь важного для низовьев Амударьи.

Огромные запасы (700 млн. т) сульфатно-магнезиальных солей, расположенных в районе Кушканатау, определяют целесообразность строительства в Чимбайском районе крупного химического комбината по комплексной переработке мирабилита с получением металлического



магния с попутным производством сульфата натрия, поваренной соли и жидкого хлора. Продукция находит широкое применение в металлургической, машиностроительной, стекольной, химической, целлюлозно-бумажной, фармацевтической отраслях.

В Каракалпакии имеется около 10 месторождений поваренных солей, наиболее крупные из них Барсакельмесское и Караумбетское, расположенные в Кунградском районе в естественных замкнутых понижениях. Разведанные запасы первого огромны — около 11 млрд. т, а запасы второго оцениваются в 40 млн. т. Кроме того, многие озера содержат лечебные грязи, имеющие бальнеологическое значение.

Один из важных природных ресурсов — подземные воды, они используются не только для обеспечения потребностей пастбищного животноводства питьевой водой, но и для коммунально-бытовых нужд городов и поселков.

В развитии и размещении производительных сил Каракалпакии как аграрно-промышленной республики особенно большую роль играют ее климатические условия и ресурсы, от которых зависит развитие не только ее многоотраслевого сельского хозяйства, но и ведущих отраслей легкой и пищевой промышленности, работающих на сельскохозяйственном сырье. С сельским хозяйством тесно связаны и обслуживающие отрасли промышленности, а также основные транспортные средства.

Географическое положение Каракалпакии на северо-западе УзССР в окружении величайших пустынь Советского Союза Кызылкумов, Каракумов и плато Устюрт, а также открытое положение ее территории в связи с отсутствием значительных поднятий рельефа придают своеобразные черты ее климату.

Каракалпакия по сравнению с другими областями Узбекистана в очень слабой степени обладает чертами субтропичности. Это обуславливается тем, что ее территория занимает самую северную часть УзССР и наиболее доступна вторжениям воздушных масс с севера, северо-запада и северо-востока, поэтому по сравнению с другими частями Узбекистана уровень температуры воздуха в холодное время года здесь понижен. Существенное влияние на климат Каракалпакии оказывают сезонные вторжения арктических или выхожденных континентальных — сибирских воздушных масс, поступающих в зимнее время с севера и северо-востока, а также теплого и влажного атлантического воздуха, идущего с запада, особенно весной и осенью. Проходя над территорией, они приносят с собой облачность, холод, ветры переменных направлений, вследствие чего наблюдаются резкие колебания температуры.

Вторжения сибирского воздуха зимой сопровождаются холодными ветрами с ясной безоблачной погодой и сильными похолоданиями. Крайне низкие температуры на отгонных пастбищах затрудняют пастбу скота и вызывают массовые простудные заболевания, падеж, приносящий хозяйствам значительные убытки. В летнее время сибирские и атлантические массы приходят уже весьма прогретыми, высушенными и из-за трансформации осадков не дают.

Для Каракалпакии характерен резко континентальный климат с жарким сухим летом и сравнительно холодной зимой. Среднегодовая амплитуда температуры воздуха равна 32—37°, а абсолютная — 75—80° в орошаемой, 80—85° в пустынной пастбищной зонах республики, на побережье Аральского моря благодаря умеряющему влиянию его она уменьшается до 65—70°.

Зима в Каракалпакии более холодная по сравнению с другими областями Узбекистана. Средняя температура января в Чуруке (север



Устюрта) — 11,1°, в Косбулаке (центр Устюрта) — 8°, в Чимбае (северная зона) — 7,6° и в Турткуле (южная зона) — 4,9°, тогда как в Ташкентской области эти показатели равны — 2—2,5°, в Бухарской — 0,5—1,5°, а в Сурхандарьинской они положительны. Абсолютные минимумы температуры колеблются в пределах — 28° в Приаральском районе, — 31° в Тамды, — 37° на Устюрте. В орошаемых районах они более стабильны и варьируют от — 29° до — 32°.

Суровые климатические условия зимы исключают полевые работы в течение 3—3,5 месяца, так как глубина промерзания почвенного покрова в северных районах достигает 50—70 см, а иногда 1 м. В таких условиях можно только проводить влагозарядковые поливы и перевозить минеральные, местные органические удобрения.

Средняя температура июля изменяется от 27,3° (Устюрт) и 26° (Чимбай) до 30° (Тамды). По уровню июльской температуры Каракалпакия близка к предгорной зоне Узбекистана. Среднеиюльская температура в орошаемой зоне ниже по сравнению с окружающей ее пустынной частью. Так, если средняя температура июля в Турткуле 28,2°, в Ургенче 27,3°, то в Тамды, расположенном на той же широте, но в центре Кызылкумов и подверженном непосредственному воздействию пустыни, она равна 30°. На летний температурный режим в орошаемой зоне смягчающее влияние оказывает Аральское море, орошаемая площадь и транспирация растительностью.

Абсолютные максимумы температур, губительно действующие на растительность, сравнительно одинаковы по всей Каракалпакии, на севере они доходят до 43—44°, а в орошаемой зоне снижены до 39—42°.

Для успешной вегетации теплолюбивых сельскохозяйственных культур важное значение имеет продолжительность безморозного периода, даты ранних осенних и последних весенних заморозков, а также суммы эффективных температур за вегетационный период.

Средние даты перехода среднесуточной температуры через +10° начинаются в южной зоне в конце марта и начале апреля, а в северной — в конце первой декады апреля. Длительность этого периода на юге — 201—209 дней, на севере — 193—196, тогда как в других районах Узбекистана — 210—220, а в южных областях — 240—250 дней.

По степени благоприятности термических ресурсов для развития хлопчатника орошаемая зона делится (Л. Н. Бабушкин) на три агроклиматических района — северный, центральный и южный. Сумма эффективных температур в северном районе 1860—2130°, в центральном — 2130—2300° и в южном превышает 2560°. Наиболее благоприятен для возделывания среднеспелых сортов хлопчатника южный район, где созревание урожая обеспечивается теплом в 105% лет, тогда как в северном созревании обеспечено в 85—95% лет, а в центральном — в 95—100% лет.

Продолжительность безморозного периода в зависимости от погодных условий может уменьшаться до 155 дней в северном, до 156—173 в центральном и до 173—177 в южном районах. Наибольшая его продолжительность в северном районе достигает 213 дней, в центральном 213—230 и в южном 230—234 дней.

Весенние заморозки наступают позже перехода среднесуточной температуры через +10° 2—3 раза за 10 лет, а первые заморозки осенью наступают раньше окончания вегетационного периода 4—5 раз за 10 лет в северном и центральном агроклиматическом районах и всего 2 раза за 10 лет в южном.

Средние даты последних весенних и ранних осенних заморозков очень близки к датам устойчивого перехода среднесуточной темпера-



туры воздуха через  $+10^{\circ}$ . Однако прохождение весенних заморозков наблюдалось (Л. Н. Бабушкин) значительно позже перехода среднесуточной температуры через  $+10^{\circ}$  к концу апреля, а иногда в начале мая, что неблагоприятно сказывается на развитии всходов хлопчатника ранних сроков сева, на состоянии заканчивающих цветение плодовых культур. Случаются годы, когда осенние заморозки проходят в конце сентября — начале октября, ограничивая возможности использования термических ресурсов осеннего периода.

Отрицательные явления этих периодов — почти ежегодно повторяющиеся поздние весенние и ранние осенние заморозки, приносящие большой ущерб сельскому хозяйству, особенно северных районов. Заморозки губительно действуют на плодовые культуры и хлопчатник, в результате нередко приходится производить пересев, теплолюбивые культуры не успевают созреть.

Каракалпакия относится к наиболее сухим районам Средней Азии, за год на ее территории выпадает от 80 до 122 мм осадков, в основном зимой (29 %) и весной (40 %). В зимнее время снежный покров незначителен, он лежит примерно 20—30 дней, что позволяет содержать скот на подножном корме.

Из-за сухости климата и высокой температуры с поверхности почвы испаряется до 1500 мм воды, что в 15 раз превышает количество осадков, выпадающих за год.

В терморегуляции климата низовьев Амударьи особо важное значение имеет Аральское море, благодаря его влиянию в менее благоприятных климатических условиях по сравнению с другими районами мирового хлопководства развивается высокоэффективное хлопководство, а также рисоводство и каракулеводство.

Исследование показывает, что влияние Аральского моря на окружающую среду не ограничивается 20—50 км, как это считалось раньше (Л. Н. Бабушкин, В. Л. Шульц, А. Хисамов, Ж. Матмуратов и др.), а распространяется на 350—530 км. Однако в связи с резким снижением уровня Аральского моря регулирующее влияние Арала на климат низовьев Амударьи значительно ослабевает. На отметке 46 м уже ощутимы отрицательные последствия снижения уровня Аральского моря на окружающую среду и жизнедеятельность человека. Полное осушение его было бы большим бедствием не только для северных районов Каракалпакии, но и для всего географического региона.

На изучаемой территории встречаются разнообразные типы почв, среди которых наибольшее хозяйственное значение имеют почвы орошаемых районов дельты Амударьи. Орошаемые земли размещены на луговых, лугово-солончаковых и лугово-такырных почвах. Почвы дельты и районов древнего орошения приурочены к современным и древнеаллювиальным отложениям Амударьи и Сырдарьи. Они имеют удобную для освоения ровную поверхность и составляют 900 тыс. га, из которых используются только 280 тыс. га. С вводом в действие Туямуянского и Тахиаташского гидроузлов предстоит освоить 620 тыс. га новых земель под рис и хлопчатник. В дельте Амударьи будет создана крупнейшая в Советском Союзе база по производству товарного риса и на высокий уровень поднята основная отрасль сельского хозяйства республики — хлопководство.

Растительность пустынь и дельты Амударьи — основной кормовой фонд развития животноводства. В Кызылкумах в основном растут полынь, джугун, саксаул, черкез, кейреук, кандым, ранг, иляк, а на Устюрте преобладают биюргуи, полынь, кейреук, боялыш и саксаул. В долине и дельте Амударьи произрастает травянистая тугайная и древесно-



кустарниковая растительность, состоящая из камыша, рогоза, янтака, суранга, баттаука, акбаша, карагана, солодки, а также из туранга, гребенщика, ивы, джиды, чингиля.

Площадь пастбищных угодий составляет более 3,9 млн. га, из них 3 млн. га обводнены.

Наиболее хорошо освоены пастбища Кызылкумов, где климатические условия позволяют содержать скот в течение года на подножном корме. Из-за крайне суровых климатических условий зимы очень слабо используются пастбища Устюрта.

Средняя урожайность пастбищ Кызылкумов — 2—2,5 ц/га, Устюрта — 2—2,7 ц/га. В пересчете на сухое вещество с 1 га пастбищ можно получить 1,5—3 ц кормовой массы. По данным С. Рыжова, Д. Кабулова, Е. Воронцовой, в благоприятные годы 1 га пустынь дает урожай вдвое больше обычного, а в неблагоприятные — 3—5 раз меньше. В каждое десятилетие бывает примерно 3 урожайных, 4 среднеурожайных и 3 неурожайных года.

Кормовые запасы пастбищ Кызылкумов составляют 8—10 млн. т, на них можно содержать 1—1,2 млн. овец при норме 8 га на овцеголову. Обводнение и освоение пастбищ свободного госземфонда Устюрта на 5,9 млн. га позволит содержать (В. П. Прошляков) 1,1—1,2 млн. овец или около 180 тыс. верблюдов, для чего целесообразно организовать специализированные скотоводческие хозяйства с зимовкой.

Растительность долины и дельты Амударьи используются в качестве сенокосов и пастбищ. Одно из ценных растений этого района, имеющее экспортное значение, — солодковый корень, или лакрица. В 1963—1965 гг. заросли солодки занимали более 17 тыс. га, производственный запас, по А. Бахиеву и др. (1977), составлял свыше 58 тыс. т. Однако в связи со снижением уровня Аральского моря и изменением гидрологического режима Амударьи, с освоением больших площадей под рис и интенсивной заготовкой лакрицы (2—3 тыс. т в год) площади солодковых зарослей сокращаются.

Каракалпакия располагает огромными рыбохозяйственными угодьями (2,7 млн. га), богатыми промысловой рыбой (шип, сазан, усач, лещ, вобла, сом и др.). Это одна из областей Узбекистана, богатая охотничье-промысловыми животными, среди которых большую ценность представляет ондатра. Однако снижение уровня Аральского моря нанесло большой урон рыбному хозяйству и пушным промыслам. Вследствие этого улов рыбы в 1978 г. по сравнению с 1960 г. сократился более чем в 3 раза, а промысел ондатры — в 10—12 раз.

Следовательно, Каракалпакия располагает богатыми природными ресурсами, рациональное использование и хозяйственное освоение которых будут способствовать дальнейшему развитию ее производительных сил.



## Глава II. ПРИРОДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

### РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ

После регрессии апшеронского Арало-Каспийского бассейна на месте Аральской котловины и примыкающей территории изменения рельефа происходили неоднократно. Время от времени образовывались озера, появлялись денудационно-дефляционные равнины с бессточными котловинами, песчаным рельефом, мелкими солеными озерами и солончаками. Морского водоема в современном понимании не было даже во вторую половину среднечетвертичного времени, когда одна из основных водных артерий р. Сырдарья стала впадать в котловину. В то время в Восточном Приаралье формировалась обширная дельта этой реки. Видимо, ее притоки Чу и Сарысу достигали котловины самостоятельно и аккумулировали там дельтовые отложения еще в начале раннечетвертичного времени. Таким образом, там дельту Восточного Приаралья формировала не только Сырдарья.

Существование транзитной реки через Аральскую котловину, протекавшей с севера на юг не только в четвертичный период, но и в верхнем плиоцене, весьма проблематично.

Скульптурный рельеф поверхности наиболее приподнятых участков равнины структурных возвышенностей, где развиты эоловые формы, можно разделить на две составляющие: первичный, доэоловый, сохранившийся главным образом на возвышенных участках, появившихся вследствие тектонической деятельности и деятельности водных потоков, и вторичный рельеф, формировавшийся в основном в четвертичный период под деятельностью ветра.

Доэоловый рельеф даже на участках, наиболее преобразованных ветром, полностью не уничтожен. И наоборот, в пределах распространения дельтовых осадков наиболее древним был широко развитый эоловый рельеф, погребенный под дельтовыми отложениями. Лишь единичные фрагменты его выступают на дневной поверхности, но тоже по существу уже переработаны современными, в первую очередь эоловыми, процессами.

На среднемасштабных картах, например, сечение рельефа принято 50 м, а амплитуда эолового рельефа не превышает 27—33 м. Следовательно, и на картах изогипсами характеризуются в основном неровности доэолового рельефа, лишь в последнюю очередь гипсометрия поверхности, сформированной ветром. В основном отражаются наиболее крупные неровности рельефа, возникшие в результате доэоловых процессов, существовавших нередко еще в плиоцене. Султануиздаг и другие возвышенности как положительные формы были и в то время. Возможно, тогда гипсометрические отметки Бельтау и Кушканатау были не столь высоки, как сейчас, и за верхний плиоцен и четвертичный период испытывали поднятия. На их склонах под эоловым «просвечивает» эрозион-



ный рельеф. Эта скульптура эрозионной расчлененности склонов отчетливо видна на космических снимках и объяснима при анализе пластики рельефа. Решающая роль водных потоков там в его образовании не вызывает сомнений.

Направление стока гидрографической сети, продолжавшей действовать и в четвертичный период, на северо-востоке Султануиздага было север-северо-восточным. Его можно сопоставлять с таким же направлением господствующих ветров, это же направление эоловые формы имеют и на северных склонах Бельтау. Господствующее направление ветра для всего региона Южного Приаралья — север-северо-восточное.

Расчлененность Султануиздага на склонах северо-западной оконечности радиально расходится: на северо-западных склонах — в сторону Аральской котловины, а на западе и юго-западе — в сторону Устюрта и на юго-запад. Это не отвечает прежнему представлению о рельефе этих участков как эоловом (Кесь, 1961). Выделение на основании геофизических исследований и данных космической съемки субпараллельных дизъюнктивов меридионального направления, широко распространенных на значительной территории Южного Приаралья (и на севере Бельтау), подтверждает связь характера расчлененности с тектоникой.

По реконструкции верхнеплиоценового рельефа в Северном Заунгузье установлено существование реки со стоком в северо-западном направлении в сторону Устюрта (Жиротовская, 1963). Хорошо устанавливается на карте пластики рельефа поворот стока на юг по Узбою вдоль плато. Все это рельефообразование доэоловое.

В плиоцене к югу от Султануиздага было, очевидно, озеро, образованное мигрировавшей по равнине современных Кызылкумов Палеосырдарьи. Сюда же заходил Палеозеравшан, о чем Б. А. Федорович писал еще в 1956 г. Тогда-то в долину этих рек и образовавшееся озеро шел сток со склонов Султануиздага и Заунгузского плато, с выходом вдоль чинка по Узбою на юг.

Поверхность кровли неогеновых отложений днища Аральской котловины, осложненная синклиналиными прогибами, повсюду повышается от середины моря на север и юг. Нет фактов для предположения о транзите реки с севера на юг (Ю. А. Скворцов, 1960 г.) и при изучении верхнеплиоценовых отложений. Это не исключает возможности подобного стока в более раннее время, например, в среднем плиоцене, когда и Тургайский прогиб на севере Арала мог быть постоянно действующим водотоком.

Существование озерно-аллювиальных условий к югу от Султануиздага подтверждается составом пород. О наличии такого озера в ранне-четвертичное время свидетельствует широкое распространение озерных отложений лавакской свиты. Не исключено, что еще в конце неогена и в самом начале четвертичного периода это озеро принимало стоки мелких речек со склонов Султануиздага. Таким образом, предэоловый сток поверхностных вод осуществлялся в Каспий (на юго-западе Южного Приаралья) и одновременно в Аральскую котловину — с юга на север.

В первую половину четвертичного периода поступление воды в Аральскую котловину было незначительным, оно ограничивалось в основном стоком мелких речек и временных потоков. Поэтому тогда там не было единого водоема. Больших изменений не происходило и с притоком сырдарьинских вод. Уже тогда возрастающая аридизация проявлялась в преобладании испаряемости над поступлением воды. Разгрузка реки на обширной поверхности дна котловины способствовала быстрому испарению воды.



Более значительная часть котловины, особенно на востоке, представляла собой плоскую, очень полого наклоненную к Устюрту равнину. Наиболее пониженные участки располагались вдоль чинка. Дизъюнктивное происхождение западного побережья Аральской котловины, несмотря на многочисленные опровержения, подтверждается космическими снимками.

Двум системам линеаментов, выделяемых по космическим снимкам, можно найти аналогию и в морфометрических построениях (карта густоты расчленения) Устюрта и Южного Приаралья. Эти системы имеют субмеридиональное субширотное и северо-западное северо-восточное направления. Особенности линеаментов субширотного и субмеридионального направлений отражают тенденции развития их на значительных расстояниях и в пределах относительно широких полос. Часто эти полосы выделяются в виде чередующихся участков отчетливого проявления с участками, выявляющимися лишь по косвенным признакам. Местами наблюдается кулисообразное расположение линий. Подобным характером проявления в рельефе на дневной поверхности отличаются многие общезвестные глобальные разломы. Это, в свою очередь, позволяет предполагать, что подобные субмеридиональные и субширотные линеаменты отвечают разломам наиболее глубокого заложения. Более отчетливо выражены линеаменты системы северо-запада и северо-востока, нередко секущие линеаменты первой системы. Они известны как «основные» рельефообразующие нарушения и определяют орографический рисунок макрорельефа.

В описываемом районе, таким образом, к дизъюнктивам первой системы относятся предполагаемые разломы, ограничивающие Аральскую котловину с запада, и система нарушений, проходящая в широтном направлении южнее Бельтау. Обращает на себя внимание и субмеридиональная направленность трещиноватости по краю плато. Она обуславливает обрушение восточного чинка Устюрта. Следовательно, в процессе формирования чинка и в плановой конфигурации его тектоническая основа играет не последнюю роль. Общее субмеридиональное направление чинка сохраняется и возле моря, и в пределах дельты, где море не подходит непосредственно к ним. Наиболее крупные выступы плато обычно связаны с положительными складками. Наряду с тектоническим фактором непосредственное соседство моря также оказывает влияние на рельефообразование чинка, что подтверждает ступенчатый характер склона чинка, сохраняющийся только там, где к нему близко подходит море.

Чинк южнее оз. Судочьего обычно отвесный, не осложнен уступами. Исключением являются участки, эродированные мелкими речками типа р. Шибанды, небольшими речками урочища Саксаульского и другие, где на склонах наряду со структурными уступами выделяются уровни, классифицируемые как «террасы». Среди них наиболее отчетливо выделяются, помимо самого нижнего, носящего название «берговской террасы» с отметкой около +54,0 м, еще два — на +60 м и +70—73,0 м.

Определения их в качестве террас Аральского моря, кроме «берговской» и второй, возвышающейся над ней на 6—6,5 м, обычно опираются на очень скудные данные.

Если на побережье малого Аральского моря с 70-метровым уровнем связано накопление аллювиальных и терригенных отложений (Городенская, 1978), то на юге с этим уровнем связаны лишь пролювиально-гравитационные осадки. Например, в отложении южнее 0,8 км урочища Акбулак наиболее мощная толща осадков представлена песчаными образованиями с включениями и линзами неокатанного



щебнистого материала, подстилаемыми крупными глыбами отделившихся коренных пород. Это продукты разрушения пород, слагающих Устюрт. Обломочный материал не имеет следов обработки морем.

Минералогический анализ фракций 0,01—0,025 мм свидетельствует о плохой окатанности породообразующих минералов и очень слабой степени выветренности. Обращает на себя внимание чистота, свежесть эпидота и других минералов. Крупные глыбы коренных пород образуются в результате отвалов, оползней по субпараллельным трещинам. Снос по склону венчающих эти глыбы рыхлых отложений шел обычным пролювиально-коллювиальным путем в процессе деятельности сети мел-

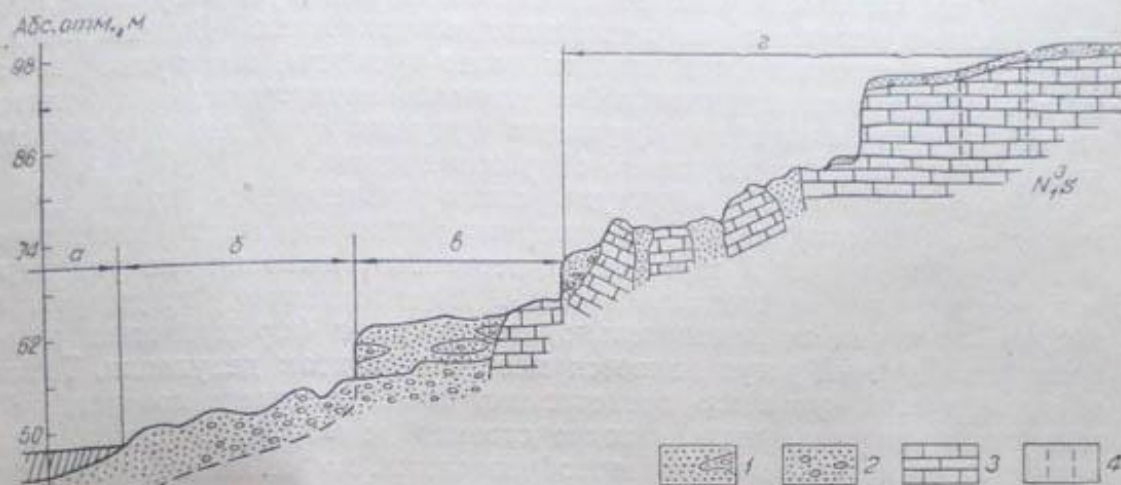


Рис. 1. Схема поверхностей восточного чинка Устюрта:

1 — супесь и песок с линзами и включением щебня; 2 — песок с включением галек и щебня; 3 — коренные неогеновые породы и крупные их отдельности; 4 — трещины вдоль края чинка. а — уровень моря после прекращения стока рек, б — уровень низкой аральской террасы («берговской») и осушенный пляж, в — уровень высокой аральской террасы, г — комплекс высоких уровней и поверхности плато.

ких саев, расчленяющих чинк. Мощность этих отложений варьирует от 0 до 15 м (рис. 1). Движение крупных глыб от чинка в сторону моря связано с волноприбойной деятельностью моря.

В 1 км южнее урочища Акбулак в основании песчано-щебнистых отложений общей мощностью 10 м, слагающих покров «террасы» более низкого уровня, обнаружена кость домашней лошади, слабо фацилизованная. По степени сохранности коллогена датировка захоронения не древнее раннего голоцена. находка приурочена к краевой части этих отложений на границе с соседней крупной глыбой коренных пород с венчающей поверхностью, развитой к этому же уровню. Костные остатки домашней лошади синхронны вмещающей толще пролювиально-делювиальных осадков, формирующих террасу этого уровня.

По долинам расчленяющих чинк мелких саев прослеживается серия террас, из которых повсеместно распространены тоже две нижних. К ним относятся нижняя, развитая к уровню берговской террасы, и вторая на отметке 60,0 м. Более высокие поверхности варьируют в пределах 70—85 м (и даже более) в зависимости от размера обвалившихся глыб.

Подобная многоступенчатость в пределах высокого гипсометрического интервала наблюдается также среди структурных поверхностей коренных пород чинка, например, до трех уровней и даже более они возвышаются над берговской и второй террасами вдоль склона, образующего к оз. Судочьему, а также по северному склону Шибандасая.



Очевидно, в формировании чинка на участке его соседства с морем многоступенчатость отражает естественные фазы развития. Совершенно справедливо Н. Г. Пшенин и др. указывают (1978 г.), что с удалением от современного уступа плато уровни этих ступеней понижаются. Однако выделение ритмов их формирования, тем более увязывание с ритмами климатическими требуют дополнительного обоснования.

В районе урочища Куркекыр (возле высоты с отметкой 158,6) чинк образует в плане небольшой мыс. Севернее его вдоль чинка простираются три субпараллельные относительно молодые гряды, тянущиеся на несколько сот метров и ступенчато понижающиеся от плато полосой свыше 1 км ширины. Об их молодости свидетельствует отсутствие покрова рыхлых отложений на венчающих поверхностях. Выделяющиеся вдоль уступа чинка на поверхности плато трещины, вытянутые почти на всю длину гряд параллельно им, являясь началом оползня, также определяют размеры и конфигурацию будущих гряд, которые образуются в результате последующего обрушения чинка.

К югу от мыса вдоль уступа плато наблюдаются продолжения этих гряд. Они отличаются от северных лишь наличием достаточно мощного покрова (до 2 м и более) песчаного делювия на уплощенных поверхностях отделившихся глыб. Следовательно, гряды разной высоты, возникая последовательно, продолжают формироваться одновременно. Каждый уступ является местным базисом денудации. Таким образом, третий «уровень» представляет собой комплекс поверхностей, генетически не связанных непосредственно с морем. Очевидно, оно влияет лишь на усиление оползнеобразования, но не является базисом эрозии при формировании каждой из поверхностей.

Эта «ступень» с венчающей поверхностью полуострова Муйнак увязывается с подобными уровнями в эоловых отложениях северного склона и на склонах бессточных котловин Бельтау приблизительно. Там тоже уровни их связаны с субгоризонтальным залеганием пластов коренных пород. Выделять же их как одну из ранних голоценовых террас нет оснований, тем более, что в этом гипсометрическом интервале по Джанадарье и Акчадарье известны многочисленные археологические находки и целые городища, свидетельствующие о непрерывной деятельности человека в течение всего голоцена (С. П. Толстов, А. С. Кесь, 1951—1957 гг.).

Нельзя предполагать на одной и той же сообщающейся поверхности одновременное развитие хозяйственной деятельности человека и морской водоем. Возможно, с этим уровнем в пределах Аральской котловины связано существование водоема, но в значительно более раннее время. Известно указание на уровень серматского бассейна в 70—73 м, распространявшийся и на котловины Сарыкамыш и Ассакеаудан (А. С. Кесь, 1939 г.). Очевидно, преобразование рельефа за конец плицена и четвертичный период обусловлено тектоникой и местной денудацией. Это и привело к дифференциации уровней и образованию серии локальных поверхностей в указанном интервале гипсометрических отметок (см. рис. 1). Море не распространялось на столь большую площадь после сармата; чтобы так утверждать, требуется слишком много допущений, не подтверждающихся данными.

На северных склонах Бельтау и Муйнака на этом уровне рельеф эоловых песков грядово-бугристый. Эоловые формы образуют разорванный покров, между буграми обычно обнажаются коренные породы, нередко покрытые россыпью щебня. На поверхности песка встречаются скопления мелких обломков раковин, среди которых имеются и целые экземпляры *Cardium edule*.



На западе дельты склоны чинка, обращенные к оз. Судочьему, обычно носят типично оползневый характер. Поверхности уступов, кроме низких террас, не всегда сопоставимы между собой и их количество меняется в зависимости от высоты чинка.

Таким образом, в выделении этой серии уровней (в верхней части склона чинка) определяющим рельефообразующим фактором является характер напластований и твердость пород, а не работа моря.

Иной генезис у поверхностей с отметками +60 м и 54 м. В их рельефе и отложениях выявляются следы работы моря. Это отчетливо видно по чинку Устюрта и на склонах возвышенностей в пределах дельты Амударьи. Наиболее отчетливо выражена работа моря в осадках и рельефе самого низкого уровня — берговской террасы.

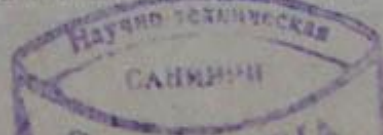
В урочище Акбулак в разрезе второй террасы (уровень +60), возвышающейся над уровнем берговской террасы, вскрыты пылеватый желтовато-серый песок с включениями зерен и линз неокатанных мелких обломков (дресва и щебень) местных пород мощностью до 8 м. В основании обнажается песок с линзами окатанного гравия и мелкими гальками пород, слагающих плато; это прибрежная волноприбойная фация. Мощность песчано-гравийного горизонта — 1,5 м.

Следовательно, большая часть этих отложений представляет собой пролювиально-делювиальные образования, а в основании залегают осадки, связанные с деятельностью моря. О непосредственной связи с морем свидетельствуют отложения этого уровня, слагающие дельту в интервале широт г. Кунграда и южной окраины оз. Судочьего. В верхних горизонтах на глубине менее 1 м осадки содержат колонии раковин, распространенных в настоящее время в море *Dreissensia*, *Cardium*, *Cardule* и др.

В значительной степени завалуированные следы деятельности моря можно наблюдать среди эолового рельефа северных склонов возвышенностей Бельтау и Муйнака. В интервале отметок от +60 до +70 м наблюдается некоторое своеобразие: развит грядово-бугристый рельеф, несколько осветлена окраска поверхности песка. В межгрядовых понижениях множество мелких обломков битых раковин, среди которых встречаются целые раковины *Dreissensia*. Кроме того, в межгрядовых понижениях имеется небольшое засоление. Днища понижений обычно задернованы лишайниками; песок пылеватый, часто образующий рыхлую трещиноватую корку. Если этот уровень сопоставить с первой надпойменной террасой рек Амударьи и Сырдарьи, возраст формирования ее определится от 1 до 5 тыс. лет (Тетюхин, Пшенин, Романов, 1972).

Наиболее отчетливые следы участия моря в осадконакоплении и рельефообразовании берговской террасы приходятся на уровень +54 м. У подножья чинка вдоль побережья, существовавшего в то время, преобладают галечниково-песчаные и щебнисто-песчаные осадки. Эти образования представляют собой продукты разрушения третичных и меловых пород, слагающих Устюрт. Под воздействием волноприбойной деятельности моря (галечники), а также в результате выветривания и оползнево-гравитационных процессов (щебнисто-песчаные осадки) формировавшийся рыхлообломочный материал аккумуляровался вблизи подножья чинка.

С отступлением от плато грубообломочные осадки прибрежной части сменялись песчаными отложениями пляжа. У подножья чинка накапливались также преимущественно галечниковые или суглинисто-супесчаные осадки конусов выноса мелких рек, эродировавших плато.





Таким образом, отложения этого уровня генетически связаны с деятельностью моря. Большая часть живой дельты служит продолжением поймы Амударьи. Однако эта поверхность тоже достаточно сложная. Она состоит из серии уровней, которые прослеживаются вдоль подножья чинка и в дельтах эродирующих его мелких речек, а также в пределах самой дельты.

Более низкие уровни изобилуют озерами. Очевидно, эти уровни являются результатом изменения уровня моря, связанного с ритмами климатических колебаний. В процессе развития дельты наблюдалось парадоксальное, на первый взгляд, явление. Река неоднократно «переваливала» поднимающийся субмеридиональный вал. Это можно объяснить, видимо, только тем, что осадки, транспортируемые рекой, состоят из нескольких фракций, соотношение которых почти равно. Даже незначительное уменьшение скорости потока (зависящей в первую очередь от количества аккумулирующегося аллювия) вызывает выпадение в осадок сразу относительно большого количества рыхлых образований. Таким образом, река создает себе преграду собственными наносами достаточно быстро и более значительную, чем слабо поднимающийся вал, что находит подтверждение и в составе пород даже разных фаций. Русловая фация, представленная в основном песчаным материалом, содержит в большом количестве примеси алевроита и даже иловатых пород. Пойменные осадки, в составе которых преобладают иловатые и глинистые материалы, включают также большое количество тонкого песка.

Аккумуляция дельтовых отложений в Южном Приаралье осуществлялась с конца позднечетвертичного времени, главным образом в голоцене, современный же водоем сформировался благодаря значительной миграции реки за более короткое время — в основном за позднеголоценовое время.

Климатическая ритмичность и миграция русла Амударьи вызывали изменения уровня моря. Однако уровень образовавшегося моря до современного прекращения подачи воды Сырдарьей и главным образом Амударьей не снижался ниже +50 м. Но и говорить о поднятии его за это время выше +60 м пока нет веских оснований. Понижение уровня моря ниже отметки +53 м вызвало интенсивную активизацию изменений рельефообразующих процессов и как следствие этого — преобразования рельефа.

Беря за основу стратификацию развития дельты, разработанную С. П. Толстовым и А. С. Кесь, мы предприняли попытку увязать ее с этапами эволюции палеорельефа бассейнов Сырдарьи и Амударьи. Был применен комплексный метод, опирающийся на данные археологии, литологии, геоморфологии, палеонтологии и палеоклиматологии.

Сопоставление данных, полученных указанными авторами, с результатами наших наблюдений позволило сделать предварительную реконструкцию развития палеорельефа. Общеизвестно, что возраст самой акватории голоценовый, хотя при формировании дельты еще до голоцена, возможно, был спорадический сброс воды в Аральскую котловину. Однако возражать против датировки начала систематического наполнения Аральской котловины лишь одновременно с одним из ритмов общего увлажнения Евразии — на границе III и IV тысячелетий до н. э. нет достаточно веских оснований (А. С. Кесь, С. П. Толстов). Принимая во внимание малую роль подземных вод в общем балансе воды, продолжительность накопления акватории (Л. К. Блинов) наиболее близка именно к этой датировке образования моря. Однако Л. К. Блинов, определяя продолжительность непрерывного накопления водоема пример-



| Датирование,<br>тыс. лет | Крупные этапы<br>улавливания | Террасы рек Сырдарья<br>и Амударья                                             | Террасы Араза                                                                                                                                                   | Стратиграфия                       |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| II                       |                              | Пойма                                                                          | Преимущественно<br>мелкозем                                                                                                                                     | Голоцен                            |
| I                        |                              |                                                                                | Преимущественно<br>галечники                                                                                                                                    |                                    |
| 0                        |                              | I надпойменная терраса                                                         | Накопление<br>преимущественно<br>мелкозема                                                                                                                      |                                    |
| I                        |                              |                                                                                | Песчано-<br>щебнистые<br>отложения                                                                                                                              |                                    |
| II                       |                              |                                                                                | Преимущественно<br>накопление галечника<br>у подножья чинка                                                                                                     |                                    |
| III                      |                              |                                                                                | Спорадическое поступление<br>в наиболее пониженные участки<br>котловин воды и временные<br>соединения отдельных соленых<br>озер и солончаков                    | Верхнечетвертичное время           |
| IV                       |                              | Формирование<br>II (абайской) над-<br>пойменной террасы                        |                                                                                                                                                                 |                                    |
| VIII                     |                              | Формирование<br>III надпойменной<br>(голодностепской)<br>террасы               | Отдельные проникновения<br>вод по Акчадарье и более<br>регулярный сток по Джана-<br>дарье                                                                       |                                    |
| XX                       |                              |                                                                                | Начало формирования<br>дельтовых отложений<br>в основном на юге                                                                                                 | Средне-<br>четвертич-<br>ное время |
| Ок. С                    |                              | Завершение формиро-<br>вания IV надпойменной<br>(позднеташкентской)<br>террасы | Начало накопления<br>Хорезмского озера<br>Эрозия временными потоками<br>и дефляция равнины с бес-<br>сточными котловинами,<br>солончаками и солеными<br>озерами |                                    |

Схема 1. Эволюция рельефообразования Южного Приаралья.



но в 850 лет, брал под сомнение свои выводы из-за преувеличенной им роли подземных вод.

При весьма значительной же миграции Амударьи — основного источника питания Арала — темп его образования несколько замедлялся, растянувшись с рубежа III и IV тысячелетий до н. э. до конца I тысячелетия н. э. Как видно из прилагаемой схемы I, уровень его за это время не поднимался выше II террасы или, как ее называет М. Е. Городецкая (1978), высокой аральской террасы.

Археологическая датировка — I тыс. до н. э. (Кесь, 1960), очевидно, относится к низкой аральской террасе, а находки, относимые к III тыс. до н. э. (Яншин, 1953), характеризуют время формирования высокой аральской террасы.

Влажный этап на границе III и IV тыс. до н. э. был началом накопления вдоль подножья чинка высокой аральской террасы (см. табл. 1), этот базис эрозии отвечал уровню поверхности дельты в то время.

Аккумуляция отложений этой террасы происходила во взаимосвязи с образованием дельты до тех пор, пока река подходила непосредственно к чинку. Дельта же формировалась на большой площади. С отступлением реки от чинка и ее последующей миграцией образовавшийся у подножья плато уровень явился базисом лишь для местной денудации. В процессе формирования чинка пролювиально-делювиальные отложения (а также продукты выветривания и оползни) продолжали накапливаться, поэтому верхняя часть разреза отложений этой террасы представлена продуктами местного разрушения пород, слагающих плато. Возраст голоценовых террас был определен для бассейна Сырдарьи (Тетюхин, Пшенин, Романов, 1972). Позже эти данные были распространены и на бассейн Амударьи.

Начало формирования I надпойменной террасы, сопоставленной нами с высокой аральской террасой, относится к предскифскому времени (см. схему 1). Возникновение поймы указанных рек датируется началом последнего тысячелетия н. э., что также сопоставляется с наступлением очередного ритма увлажнения Евразии, по Шитникову. В это же время, очевидно, начала образовываться берговская терраса.

На юго-востоке моря формирование этой террасы связано с продолжавшимися импульсами ингрессии моря среди эолового рельефа. На юге происходил наиболее «последовательный» процесс дельтообразования, накапливались отложения, возникали лагуны с преобладанием илистого материала, вдоль русл скапливались песчаные осадки.

Помимо природных условий, на рельефообразование продолжительное время оказывал влияние человек, в значительной степени его деятельности обязаны, например, повороты стока реки в Сарыкамыш и повторное его заполнение (Толстов, Кесь, 1960). Это влияло на обводненность дельты в различных ее участках и даже на уровень моря. Однако наиболее устойчиво природный уровень в последний этап колебался около отметки +53 м. Это, по существу, уровень периферической части живой дельты.

Подпор морем подземных вод определил высокое положение уровня их зеркала. Сток крупнейших рек Средней Азии в Аральскую котловину, в первую очередь Амударьи, привел к повышенной обводненности территории Южного Приаралья. В результате при очень ограниченном количестве атмосферных осадков одним из ведущих не только рельефообразующих, но и физико-географических процессов стало заболачивание (рис. 2).

С интенсивным использованием питающих море артерий Сырдарьи и Амударьи стал меняться уровень его, вызывая изменения других



| Процесс<br>явление   | До понижения<br>уровня моря |             |             |            |                     | С о в р е м е н н о е с о с т о я н и е |       |       |       |       |                  |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |          |                 |       |       |   |   | Тенденция<br>изменений<br>при выш.<br>человека |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-------------|------------|---------------------|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|-----------------|-------|-------|---|---|------------------------------------------------|
|                      | до<br>$Q_{III}$             | $Q_{III}^1$ | $Q_{III}^2$ | $Q_{IV}^1$ | при уровне<br>+50 м | возвышенности                           |       |       |       |       | надводная дельта |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |          | аван-<br>дельта |       |       |   |   |                                                |
|                      |                             |             |             |            |                     | $A_1$                                   | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $B_1$            | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ | $B_8$ | $B_9$ | $B_{10}$ | $B_{11}$ | $B_{12}$ | $B_1$           | $B_2$ | $B_3$ |   |   |                                                |
| Дефляция             | ■                           | ■           | ●           | ●          | •                   | □                                       | △     | ■     | ■     | ○     | □                | ■     | △     | □     | △     | •     | •     | ○     | ■     | □        | □        | ○        | ■               | ■     | •     | ■ | ■ | ■                                              |
| Коррозия             | △                           | △           | •           | •          | •                   | •                                       | •     | •     | ○     | •     | ○                | △     | •     | •     | •     | •     | •     | •     | •     | •        | •        | •        | •               | •     | •     | • | • | •                                              |
| Затопная аккумуляция | ■                           | ■           | ■           | ●          | •                   | •                                       | •     | ■     | ■     | ■     | □                | ■     | △     | •     | •     | •     | •     | △     | ■     | ■        | □        | ○        | ■               | ■     | •     | ■ | ■ | ■                                              |
| Заболачивание        | ×                           | ×           | ×           | •          | ■                   | ×                                       | ×     | ×     | ×     | ×     | ×                | ×     | ●     | ×     | ×     | •     | •     | ×     | ×     | ×        | ×        | ×        | ×               | ×     | ×     | × | × | •                                              |
| Засоление            | ○                           | ○           | ○           | ○          | △                   | •                                       | •     | △     | ○     | ○     | △                | △     | ■     | ○     | ■     | △     | ○     | □     | •     | •        | △        | ■        | ■               | •     | ■     | ■ | ■ | ■                                              |
| Такырообразование    | ×                           | ×           | ×           | •          | ×                   | •                                       | ×     | •     | ○     | △     | •                | •     | •     | △     | △     | •     | •     | •     | •     | ○        | ○        | •        | •               | •     | •     | × | • | •                                              |
| Оползнеобразование   | ×                           | •           | •           | •          | △                   | ×                                       | ■     | ×     | •     | •     | ×                | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×        | ×        | ×        | ×               | ×     | ×     | × | × | ×                                              |
| Осыпеобразование     | ×                           | ×           | ×           | ×          | ×                   | ×                                       | △     | ×     | △     | ×     | ×                | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×        | ×        | ×        | ×               | ×     | ×     | × | × | ×                                              |
| Испаряемость         | ▲                           | ▲           | ▲           | ▲          | •                   | ▲                                       | •     | ▲     | ▲     | ▲     | ○                | ●     | ●     | ■     | ●     | ■     | ■     | ■     | ●     | ●        | ■        | ●        | ■               | ■     | ■     | ■ | ■ | ●                                              |
| Дейгиш               | ×                           | ×           | ×           | •          | △                   | ×                                       | ×     | ×     | ×     | ×     | ×                | ×     | •     | ×     | •     | ×     | ×     | ×     | ×     | ×        | ×        | •        | ×               | ×     | ×     | × | × | ×                                              |
| Оплывание склонов    | ×                           | ×           | •           | •          | △                   | ×                                       | △     | ×     | •     | •     | △                | △     | △     | •     | •     | •     | •     | ×     | ×     | ×        | •        | •        | •               | •     | ×     | × | ○ | •                                              |
| Карст и суффозия     | •                           | •           | •           | •          | •                   | ●                                       | •     | •     | •     | •     | •                | •     | ×     | •     | △     | ×     | ×     | ×     | •     | •        | •        | •        | •               | •     | ×     | × | • | •                                              |
| Выбетривание         | ▲                           | ▲           | ▲           | ▲          | ▲                   | ■                                       | ■     | •     | ●     | •     | •                | •     | •     | △     | •     | ○     | •     | •     | •     | •        | •        | •        | •               | •     | •     | • | • | △                                              |
| Эрозия и денудация   | △                           | △           | △           | △          | ○                   | □                                       | ▲     | •     | ●     | △     | •                | •     | •     | ●     | △     | •     | •     | •     | ×     | ×        | •        | •        | ×               | ×     | ×     | × | • | •                                              |
| Аккумуляция аллювия  | ×                           | △           | □           | □          | ●                   | ×                                       | ×     | ×     | ×     | ×     | ×                | ×     | ×     | ×     | ×     | •     | ×     | △     | •     | ×        | ×        | •        | ×               | ×     | ×     | × | × | ×                                              |
| Аккумуляция пролювия | ○                           | •           | ○           | △          | •                   | •                                       | ○     | •     | △     | ▲     | △                | △     | •     | △     | •     | •     | ×     | ×     | ×     | ×        | ×        | ×        | •               | ×     | ×     | × | × | •                                              |

□ 1 ○ 2 △ 3 • 4 × 5 ■ ● ▲ 6 □ ○ △ 7

Рис. 2. Активизация рельефообразующих процессов.

Значение:  
1—ведущее, 2—сопутствующее, 3—ограниченное, 4—слабопроявленное, 5—не проявляющееся, 6—повсеместное, 7—доказанное.



компонентов природных комплексов Приаралья. На смену болотным процессам в качестве главенствующих приходят засоление и дефляция.

Вопреки кажущемуся однообразию природной среды амударьинской дельты (в том числе рельефообразующих процессов) с ликвидацией избытка поверхностной и подземной влаги определилось различие районов Южного Приаралья (рис. 3). В первом приближении можно

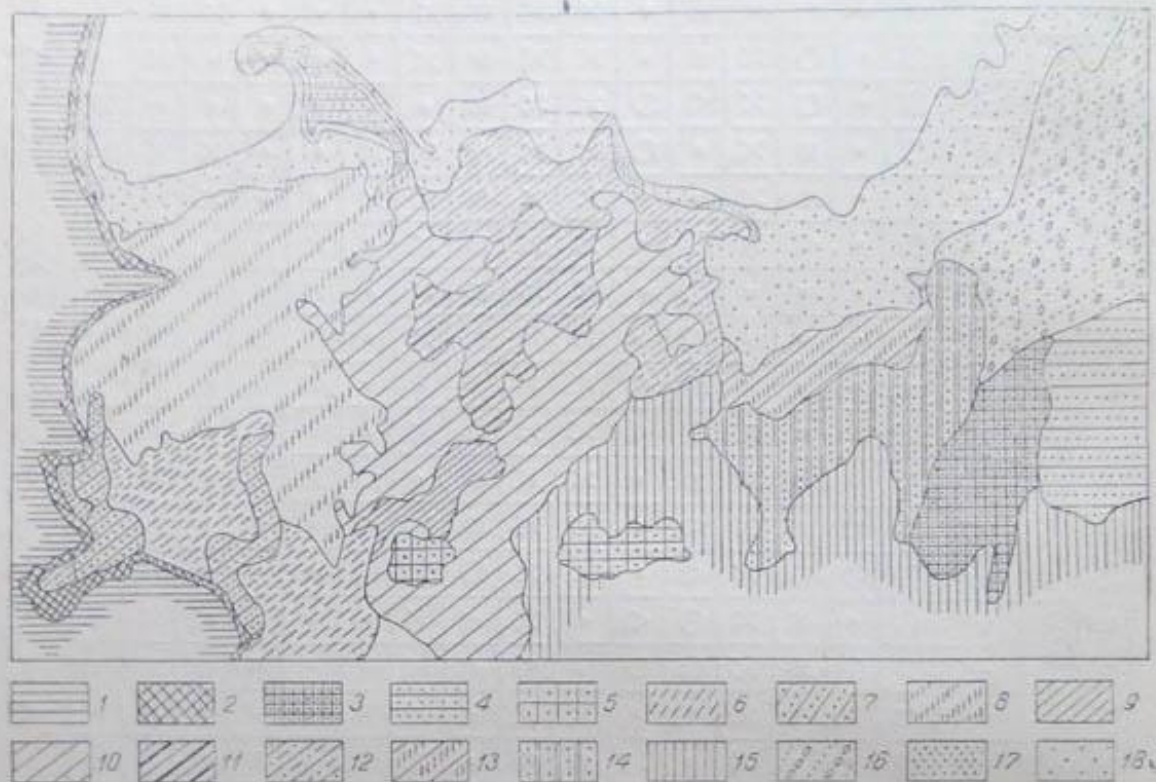


Рис. 3. Схематическая геоморфологическая карта северной части Южного Приаралья.

Рельеф структурно-денудационный с аридной переработкой. I. Рельеф плато: 1 — пологово-волнистая поверхность плато, 2 — склоны плато. II. Рельеф низких возвышенностей с покровом эолового песка: 3 — грядово-бугристый рельеф на сильно эродированных дочетвертичных отложениях, 4 — платообразные антиклинальные возвышенности (п-ов Муйнак и Бельтау) с разорванным покровом грядово-бугристого песка, 5 — антиклинальная возвышенность (Кошкентау и Кызылджар) эрозионно расчлененная с разорванным покровом грядово-бугристого песка.

Рельеф надводных дельт постоянно действующих потоков: I. Рельеф живой дельты: 6 — рельеф древней части живой дельты, 7 — рельеф древней части живой дельты с эоловой переработкой, 8 — озерно-пойменная поверхность дельты, 9 — расчлененная возвышенная поверхность дельты (в зоне палеоруса), 10 — плоская возвышенная поверхность дельты, 11 — плоская поверхность «склонов» дельты с обширными высохшими днищами существовавших озер, 12 — прибрежная часть дельты, 13 — прибрежная часть дельты с элементами эоловой переработки рельефа. II. Рельеф древних дельт: 14 — поверхность дельты с фрагментарным развитием солончаков, грядово-бугристого песка и чоклаков, 15 — осваиваемая часть древней дельты.

Рельеф авандельты (обсохшая часть дна моря): 16 — бугристо-грядовый рельеф с солончаками и солеными озерами в понижениях, образовавшийся на месте ингрессии моря в эоловый рельеф на дельтовых отложениях, 17 — барханный рельеф среди песчаной равнины бывшего моря, 18 — плоская поверхность обсохшей части дна моря с полигональной трещиноватостью, сложенная песчано-глинистыми осадками.

При сопоставлении индексировки районов в таблице со схематической геоморфологической картой следует учесть, а) отсутствие в индексах таблицы обозначений римскими цифрами, различающими живую дельту от древней, б) районы надводной дельты в таблице от Б<sub>1</sub> до Б<sub>8</sub> включительно соответствуют районам на карте от Б<sub>2</sub> до Б<sub>9</sub> включительно, а также Б<sub>11</sub> и Б<sub>12</sub> на карте отвечает индексировке Б<sub>14</sub> и Б<sub>15</sub>, в) северная часть дельты Ахчадарьи (в таблице Б<sub>9</sub>), как и южная (Б<sub>10</sub>), на карте отсутствует.

выделить чинк плато и низкие возвышенности (AI и II), равнины подножий плато и возвышенностей, древнюю часть живой дельты (BI, 6,7), западную часть живой дельты (BI, 8), приустьевую часть дельты (BI, 9), плоские склоны дельты со следами обширных озер (BI, 10), краевую часть надводной (живой) дельты (BI, 11—13), поверхность древней дельты с элементами аридной отработки (BII, 14), основную



часть древней дельты (БII, 15), прибрежную равнину со следами ингрессии моря (BI, 16), обсохшую часть авандельты (B, 17, 18).

Эти составные части дельты Амударьи и смежные площади своеобразны по геологическому строению и рельефу, а также эволюции рельефообразующих процессов. Во взаимодействии с другими компонентами природно-территориальных комплексов каждая из этих площадей также в значительной степени индивидуальна. Один из наиболее важных примеров автономии каждой области — сохранение растительного покрова, в значительной степени регулирующего активизацию эоловых процессов. Эти процессы, в свою очередь, являются профилирующими в рельефообразовании при интенсивном снижении уровня моря и возрастающих условиях аридизации.

Предпринята попытка представить их в развитии поэтапно: до поворота Праамударьи в сторону Аральской котловины (до  $Q_{I-III}$ ), время формирования Хорезмского озера и стока реки по Узбою ( $Q_{III}$ ), время первого спорадического стока по Акчадарье ( $Q_{III}^2$ ), время активного формирования акчадарьинской дельты ( $Q_{IV}^1$ ) и время исходного уровня моря до интенсивного понижения (отметка +53,0 м). С этим этапом развития рельефа Приаралья была связана активизация болотного процесса.

Приводится прогноз тенденции развития рельефообразующих процессов при продолжении активного вмешательства человека, способствующего понижению уровня моря.

Самыми древними образованиями северной части дельты Южного Приаралья являются акчадарьинская дельта Амударьи и джанадарьинская — Сырдарьи, начавшая формироваться в позднечетвертичное время. Амударья лишь в конце этого времени и то только спорадически стекала в Аральскую котловину по акчадарьинскому протоку.

Формирование акчадарьинской дельты шло в раннеголоценовое время, сток по Акчадарье и Джанадарье был наиболее значительный. Долины этих рек густо заселялись, обширные площади орошались и использовались под посевы (Толстов, Кесь, 1969). Один из главнейших рельефообразующих процессов — аккумуляция аллювия. Не исключено, что среди сопутствующих был болотный процесс, его трансформированные следы повсеместно наблюдаются в ржавой окраске супесчаных и суглинистых отложений.

Субширотный Султануиздагский разлом характеризовался различной степенью обводненности. В раннеголоценовое время он мог быть дополнительным источником обводнения акчадарьинской дельты. Несмотря на очень ограниченное количество атмосферных осадков, молодые русла саев отчетливо выражены. Происходило снижение дефицита влаги, что благоприятствовало активизации болотного процесса.

Среди сопутствующих рельефообразующих процессов при регулярном речном стоке проявлял себя «дейгиш». Кроме того, возрастание континентальности климата не исключалось колебаниями влажности. Среди косвенных процессов проявляли себя засоление, такырообразование и эоловые процессы.

Наиболее древней частью дельты этих двух рек был северо-западный прибрежный участок. На базе дельтовых, преимущественно песчаных отложений стал формироваться эоловый рельеф.

В пределах акчадарьинской дельты отмечены разные стадии развития эолового рельефа и разные формы рельефа, свидетельствующие о нарастающей аридизации по всей северо-западной границе Кызылкумского плато. Наступление пустыни началось в запад-северо-западном



направлении через Бельтау к современной северо-восточной прибрежной части живой дельты.

Среди дельт Южного Приаралья самая молодая — живая дельта. Ее формирование началось, очевидно, одновременно с появлением высокой аральской террасы. Наиболее древняя ее часть — юго-западная «лопасть», расположенная южнее оз. Судочьего. Когда она формировалась, болотный процесс проявлялся достаточно сильно.

Позже с продвижением дельты вглубь Аральской котловины природные условия этой древней части живой дельты менялись. Несмотря на большую увлажненность в пределах живой дельты, в ее юго-западном участке (БІ, 6,7) активизировались явления засоления и эоловые процессы, особенно в пределах пролювиального шлейфа наиболее крупных саев, эродировавших чинк. С господством болотного процесса наиболее увлажненной стала западная озерно-пойменная часть дельты. Наиболее деятельно развивающейся частью дельты была русловая фация, распространявшаяся преимущественно в восточной части (правобережная — В І,9). Гипсометрически она и тогда представляла наиболее высокую часть, что обусловлено максимальной разгрузкой аллювия. Таким образом, важнейшим рельефообразующим процессом была аккумуляция аллювия. Песчаный материал накапливался вдоль всего русла, выдвигая его в море и по площади. Однако поднимающаяся кушканатауская морфоструктура способствовала также активизации эрозионного процесса.

Болотный процесс локализовался склонами дельты и междельтовыми понижениями, где формировались озера и болота. Им сопутствовало накопление песчано-иловатых осадков.

На границе надводной дельты и авандельты (прибрежная часть БІ, 12, 13) рельефообразующие процессы отличались наибольшей подвижностью. Это подвижное равновесие зависело в значительной степени от климатических изменений. Однако, кроме рельефообразующих факторов, связанных с морем (авандельта), с юго-востока активизировалось опустынивание (влияние Кызылкумов).

В результате в рельефообразовании прибрежной части живой дельты резко обозначилось отличие северо-западного участка (БІ, 12) от юго-восточного (БІІ, 13), где достаточно отчетливо проявлялись аридные процессы (засоление, дефляция и эоловая аккумуляция).

В рельефообразовании возвышенностей, плато и чинка также происходили изменения в процессе формирования дельты и в результате понижения уровня моря. Однако эти изменения происходили менее интенсивно, их трансформация оказалась не столь отличной, как в пределах дельты. Достаточно широкое признание получила точка зрения о среднеплиоценовом возрасте чинка (А. С. Кесь). Однако его рельеф продолжает формироваться. Наряду с эндогенным трещинообразованием там, где чинк непосредственно граничил с морем и озерно-болотным участком дельты, ведущими рельефообразующими процессами были оползнеобразование и денудация.

В удалении от моря и дельты (к югу) в рельефообразовании чинка важную роль играли процессы осыпеобразования.

Гравитационные оползневые процессы в формировании чинка не прекратились до сих пор.

Структурные возвышенности (Бельтау, Кушканатау и другие) в течение четвертичного периода испытывали поднятия, но с очень незначительными скоростями и небольшой амплитуды. Однако и этого было достаточно, чтобы склоны их оказались в значительной степени эродированными. Селективность расчленения (субпараллельно и суб-



меридионально), очевидно, можно объяснить только тектонической причиной.

Постоянное нарастание аридности нашло отражение и в рельефе возвышенностей. На их склонах и в водоразделе образовался местами достаточно мощный (особенно на северных склонах) эоловый покров с аккумулятивным рельефом.

Несмотря на более влажные климатические условия еще в начале четвертичного периода, происходили дефляция и образование эоловых аккумулятивных форм. В конце плиоцена значительная часть Аральской котловины представляла собой денудационно-дефляционную равнину с распространенными на ней солончаками, солеными озерами и бессточными котловинами.

Формирование обсохшей части дна обязано различным агентам осадконакопления и рельефообразования. Южная его часть представляет собой авандельту, образовавшуюся в результате выноса осадков Амударьей с разнообразием русловых пойменных и других фаций. Если первая из них состоит в основном из песчаных отложений, то остальные представлены сочетанием песчано-илистых и алевроитовых осадков.

Именно таким разнообразием отличается высохшее дно на юге и юго-востоке бывшей акватории. Эоловые формы обычно наиболее выражены вблизи бывшего русла.

Несколько своеобразен рельеф вдоль западного крутого берега, который не всегда можно охарактеризовать как авандельту. Относительно крутые склоны чинка под водой, испытывая подводное выветривание, обеспечивали ее песчаным материалом. Ниже подводного пляжа обнажаются эти продукты размыва, а местами даже фрагменты коренных пород. По мере высыхания поверхности ничто не препятствует формированию аккумулятивного эолового рельефа.

#### СОВРЕМЕННЫЙ РЕЛЬЕФ

Представлен возвышенностями — плато Устюрт, небольшими поднятиями Бельтау, Кушканатау, полуострова Муйнак и Кызылджар, а также равнинами северо-западной окраины Кызылкумов, дельтой Амударьи и частично Сырдарьи (см. рис. 3).

Чинк плато Устюрт вытянут субмеридионально, ограничивая на западе Аральскую котловину и дельту Амударьи. Он сложен палеогеновыми и неогеновыми гипсово-глинисто-карбонатными породами с сарматскими отложениями в кровле.

Непосредственно у моря и в озерной части живой дельты чинк неровный, ступенчатый, изобилующий следами обвально-оползневых явлений, нередко эродирован небольшими сухими саями, обычно с невыработанным продольным профилем. Отделившиеся от плато глыбы коренных пород образуют вытянутые субпараллельно краю плато гряды. Венчающие их поверхности ступенчато понижаются к морю. Падение пластов в них большей частью направлено в сторону плато (см. рис. 1).

Нередко на глыбах, а иногда и между ними залегают продукты разрушения коренных пород — супесчано-песчаные отложения с включением и линзами мелкой щебенки осадков общей мощностью от 0 до 15 м. Местами между глыбами обнажается выдавленная из-под них глина. Отчетливо выражены оползневые террасы, срывы и стенки. Они наиболее распространены по склону, обращенному к оз. Судочьему. Вдоль края плато и по склону чинка выделяются поверхности коренных пород (структурные террасы). Этим характеризуется главным образом



верхняя часть чинка от отметки +60—62 м и выше. Ниже выделяются две поверхности, генетически связанные с морем и формировавшейся дельтой, — высокая и низкая амударьинские террасы. Их отложения, достигающие мощности 9—10 м, представлены пролювиально-коллювиальными и прибрежноморскими образованиями. Ширина чинка варьирует от сотни метров до 1,5 км.

Южнее оз. Судочьего чинк, как правило, отвесный с редкими фрагментами структурных террас. Мелкие эрозионные террасы имеются лишь по склонам саев, у подножья — небольшие конусы выноса.

На северо-востоке вытянута вдоль берега моря на расстоянии более 30 км в субширотном направлении антиклинальная возвышенность Бельтау, сложенная палеогеновыми и неогеновыми глинами и песчаниками. Ее наибольшая абсолютная отметка 146 м. Над поверхностью дельты, примыкающей к ней с юга, она возвышается до 85 м.

Южные и западные склоны крутые, местами отвесные, со структурными террасами, на некоторых участках у основания занесены золовым песком.

К западу от Бельтау на протяжении более 20 км размытые коренные породы образуют небольшие возвышения, покрытые чехлом золотого песка, из-под которого они обнажаются лишь изредка в основании песчаных гряд. Господствующий рельеф грядово-ячеистый. Местами в понижениях образуются озера с солоноватой водой, крупнейшее Каратерень, оно примыкает к западным склонам Бельтау, вытянуто с севера на юг на расстояние около 8 км.

Уплощенная водораздельная поверхность Бельтау покрыта золовым песком с грядово-бугристым рельефом. Имеются участки плоской поверхности с россыпью щебенки, лишенные золотого покрова. Встречаются также обширные затакыренные понижения. Местами бессточные понижения достигают 60—80 м глубины. Склоны их большей частью крутые с уступами структурных террас. На дне таких котловин также образуются такыры и солончаки.

Немногим уступает Бельтау гипсометрически, но значительно по площади антиклинальная возвышенность Кушканатау, простирающаяся почти в широтном направлении в 80 км западнее. Ее абсолютная отметка достигает 138 м, а превышение над дельтой — около 50—60 м.

Склоны возвышенности пологие, что обусловлено напластованием коренных пород, а эродирующие ее саи часто крутостенные. Господствующее их направление — субмеридиональное. Глубина вреза достигает 35—40 м. Водораздел и склоны Кушканатау покрыты золовым песком с грядово-бугристым рельефом. У северного подножья возвышенности в межгрядовых понижениях образовались солончаки и мелкие соленые озера.

Возвышенность Кызылджар самая низкая. Ее превышение над равниной в самой высокой точке (117 м абс. выс.) — не более 50 м. На большей части ее развит золовый покров с грядово-бугристым рельефом.

Возвышенность расчленена субмеридиональными саями. Общий характер рельефа мягкий, лишь склоны некоторых саев, эродирующих возвышенность, — крутые. Глубина расчленения не превышает 20—22 м, чаще меньше. У основания склонов развиты солончаки.

В скульптуре рельефа возвышенностей много общего. Господствующее направление эрозии — субмеридиональное. Дефляция и золовая аккумуляция являлись важнейшими рельефообразующими процессами, определившими скульптуру рельефа возвышенностей и обусловившими дальнейшую дифференциацию его.



Даже в самых экстремальных условиях увлажнения рельеф водоразделов возвышенностей формировался главным образом под воздействием ветра.

Аквальные условия рельефообразования отличалось лишь в плиоцене при максимальном развитии морского бассейна. Эти поверхности тогда были под водой Арало-Каспийского морского бассейна (отметка +70—73 м). Сходство в линейной направленности гидрографической сети и эоловых форм невозможно объяснить только господством северных ветров. Очевидно, их генезис, если не в равной мере, то сменяющимся преобладанием вызван деятельностью эоловых процессов и тектоникой. Это подтверждается анализом космических снимков и об этом свидетельствует автономия направленности дефляции и денудации, обусловленных местными условиями при универсальности направления господствующих ветров на более значительной площади.

Помимо рисунка гидрографической сети (идентичного с эоловыми формами), на тектоническую первопричину указывает субширотная ориентация возвышенностей. Подобная система направления выражена во многих других элементах рельефа, в том числе в рисунке чинка, положении многих палеорусл, сухих и некоторых действующих русл, в положении и форме озер. Во всех случаях отчетливо выражена субмеридиональная и субширотная линеamentность.

Такие же закономерности распространяются и на рельеф возвышенности полуострова Муйнак. Еще до интенсивного понижения уровня моря Токмак-Ата (Муйнак) стал полуостровом. Эта возвышенность, сложенная меловыми породами, вытянута почти в широтном направлении с восток-юго-востока на запад-северо-запад) на расстояние 35 км. Муйнакское поднятие отличается асимметричными южными и северными склонами. Первые из них крутые, местами отвесные, с карнизами, обнажающими субгоризонтальное напластование слагающих пород. Пересекающиеся меридиональные и широтные разломы, очевидно, повлияли на конфигурацию полуострова. О дизъюнктивах, например в восточной части полуострова, свидетельствуют чоколаки. Северные склоны пологие, с мощным чехлом эолового песка. Песчаные гряды и бугры у основания склона чередуются с понижениями, вытянутыми в субширотном направлении. На дне их образовались солончаки. Самая северная гряда наиболее длинная (20 км) песчаная коса, носит название Тигровый хвост.

Эоловый покров на возвышенностях — образование древнее. Он формировался в течение всего четвертичного периода, в пределах дельты — молодой. Не считая единичных выходов неогенового эолового песка, все эоловые образования в дельте позднечетвертичные и моложе, так как самих дельтовых отложений нет древнее позднечетвертичных.

Ступенчатость водораздельной поверхности отчетливо прослеживается, даже несмотря на эоловый чехол.

Незакрепленные песчаные эоловые формы встречаются чаще с наветренной стороны всех возвышенностей (в том числе полуострова Муйнак).

Интенсивным нарушением закрепленности поверхности песка сопровождается деятельность человека. На равнине наиболее обширные площади массива с эоловым покровом распространены в Кызылкумах. Эта эоловая равнина ограничивает описываемый район крайними северо-западными участками.

Обширные площади эолового рельефа сформировались на северо-востоке в пределах древней дельты там, где среди грядово-бугристого рельефа, возникшего в результате эоловой переработки их песчаных



дельтовых отложений, сохранились лишь фрагменты сухих русел Джанадарьи и Акчадарьи. Поверхность песка на склонах гряд полузакреплена. Вверх по руслу Акчадарьи, в пределах ее дельты, межгрядовые понижения затакырены. Площадь такыров увеличивается к югу и на широте Чимбая становится господствующей среди редких фрагментов сухих русел, отдельных гряд и бугров. Обширные плоские затакыренные пространства простираются восточнее и южнее Бельтау. Нарушают однообразие плоской поверхности такыра лишь редкие песчаные гряды (высотой до 10—15 м) и фрагменты сухих русел. Весьма постепенный общий наклон акчадарьинской дельты — на северо-запад.

С приближением к морю в северо-западной части дельты эоловый рельеф образует сплошной покров. В прибрежной зоне происходило внедрение (ингрессия) моря в эоловую равнину, возникшую на аллювии надводной дельты. Эоловый рельеф образует положительные формы — гряды и бугры. Скульптура этих форм образована исключительно деятельностью ветра. Этот процесс усиливается.

Межгрядовые понижения (созданные также ветром) при высоких уровнях моря спорадически подвергались его воздействию. С удалением от бывшей кромки водоема вглубь эолового рельефа следы деятельности моря постепенно ослабевают, сохраняясь в виде слабого засоления днищ, россыпей битых ракушек и редких экземпляров солянок. Спорадические смены усиления дефляции в засушливые этапы и увлажнения оставили следы в виде редких песчаных «кочек» — остатков былых зарослей камыша с засоленной коркой на поверхности.

С приближением к бывшему водоему засоление становится более интенсивным. Наконец, на месте высохшего водоема эти понижения становятся участками мокрого солончака с коркой соли и солеными озерами. В этой дельте следы временных усилений дефляции в засушливые этапы сивелированы, однако повсюду отчетливо проявляется современное господство эоловых процессов как на поверхности положительных форм рельефа, так и в понижениях. Такой характер рельефа на юго-востоке Аральской котловины наблюдается на площади шириной более 30 км.

Участки формирования эолового аккумулятивного рельефа на поверхности дельты наблюдаются во многих пунктах, где произошел раздув органики в почвенных горизонтах. Наиболее крупные площади эолового рельефа отмечены на поверхности акчадарьинской дельты, а также западнее Бельтау на участках более раннего формирования живой дельты и в северо-восточной ее части.

Площади с эоловым аккумулятивным рельефом в пределах живой дельты совпадают с близким залеганием песчаных пород, что обычно связано с русловой фацией. Однако фрагменты эолового рельефа встречаются и на отложениях других фаций. Преобладающее распространение эоловых форм отмечено на древней дельте, а в пределах живой дельты — преимущественно на площадях более раннего образования. Со временем под воздействием ветра условия эолового рельефообразования могут усиливаться.

В результате дефляции осадков за счет выдувания тонких частиц происходит обогащение песчаной фракцией (В. И. Попов и др., 1956). Однако наибольшей крупнозернистостью отличаются пески, образованные в результате разрушения местных дочетвертичных пород. Эти продукты разрушения коренных пород являются обычно субстратом бугристого и грядово-бугристого рельефа на причинковой равнине и на поверхности дельты у подножия возвышенностей.



На участках, где дефляции активно способствует человек, и на осушившейся поверхности авандельты возникает сначала песчаная равнина, сменяющаяся вскоре барханным рельефом. Именно такой рельеф появился на поверхности песчаного пляжа вдоль западного побережья моря, у восточного побережья полуострова Муйнак и на юго-западе живой дельты — вдоль чинка и дороги. Барханы достигают 1,5—2,0 м высоты, а бугры обычно несколько ниже.

Среди песчаных массивов выделяются участки развития чоколаков. Они часто отличаются линейной протяженностью. Особенно много их в долине Казахдарьи и на юго-западе живой дельты. Это высокие (до 3—5 м) песчаные бугры с крутыми, иногда отвесными склонами, густо пронизанные корнями растений, с зарослями (обычно гребенщика) на вершине. Слагающий их песок влажный. Эти формы связаны с постоянным подпитыванием подземными водами, однако близкое залегание грунтовых вод еще не гарантирует образование чоколаков, чаще это вызывает засоление.

Очевидно, наиболее справедлива точка зрения на генезис подобных форм эолового рельефа, связывающая их с водоносными дисъюнктивами. Даже мелкие пункты сосредоточения чоколаков обычно совпадают с выделяемыми тектоническими нарушениями (к югу от оз. Судочьего вдоль чинка, южнее побережья залива Джылтырбас и в ряде других пунктов).

В понижениях между чоколаками часто развит мелкобугристый рельеф, иногда сочетающийся с пятнами солончака. Вдоль подножия чинка на участках с развитием чоколаков (урочище Саксаульское и южнее) развит бугристый рельеф с зарослями саксаула.

В разновидности современного эолового рельефа можно установить некоторую общую закономерность, связанную, помимо состава субстрата, с этапностью его формирования.

Наиболее ранний эоловый рельеф (песчаный покров возвышенностей, на равнине — в Кызылкумах и в дельте Акчадарьи) отличается преимущественно грядовыми, грядово-бугристыми и грядово-ячеистыми формами. На территории с более молодым эоловым рельефом (западная часть древней и живая дельты) чаще всего наблюдается преобладание барханов и бугристых форм. Чоколаки, очевидно, образовались также на наиболее ранней стадии его развития.

Распространение отчетливо выраженной активизации эолового рельефообразования с понижением уровня моря и прекращение стока рек носят селективный характер. Сам процесс в условиях усиливающейся аридизации становится все более необратимым. При очень скудном количестве атмосферных осадков даже интенсивный полив на осваиваемых площадях приводит лишь к подвижному равновесию, но не исключает необратимость эолового процесса. Среди наиболее освоенной части акчадарьинской дельты — наиболее древней на описываемой территории, на песчаном грунте (а он имеет широкое распространение) нарушение растительного покрова ведет к активизации дефляции.

Повторяемость сильных ветров приводит к большому расчленению поверхности дельты, в составе отложений которой содержится много песчаного материала. Наряду с ним иногда перемещаются ветром на значительные высоты по склонам (до 20—40 м) тонкостенные раковины (дрессенсин, кардиум и др.) и их обломки. Подобные явления широко наблюдаются на северных склонах возвышенностей живой дельты Муйнак, Бельтау и др. и на вершинах и склонах песчаных гряд вдоль юго-восточного ингрессионного побережья.

Резкое понижение уровня моря и прекращение сброса речных вод



в Аральскую котловину создали благоприятные условия для активизации и широкого распространения золотого рельефа, а также вызвали интенсивное образование солончаков и формирование такыров.

Один из важнейших факторов образования этих форм рельефа — глинистые осадки в субстрате. Не последнюю роль играет и положение в рельефе. Высохшие озера, обширные и плоские понижения, где были раньше заросли камыша и болота, стали площадями активного развития различных солончаков. Днища же озер, освободившиеся от воды, покрываются пухлыми, корково-пухлыми солончаками, реже такырами. Однако эти формы рельефа не ограничиваются только понижениями и бывшими озерами. В зависимости от состава грунта значительные площади солончаков образуются вдоль каналов и дренажно-коллекторной сети. Так, обширные участки солончаков появились на плоской поверхности северо-восточной части живой дельты, а также по обоим сторонам коллекторов южнее оз. Судочье.

Большие участки такыров образовались даже в зоне палеорусел (к северу от Кушканатау и в других пунктах), представляющих наиболее приподнятые участки дельтовой равнины.

Судя по тому, что максимальное развитие такыры получили на поверхности древней дельты (юго-западнее и южнее Бельтау, в других пунктах акчадарьинской дельты), процесс формирования их следует рассматривать как прогрессирующий.

На осваиваемых площадях активизации такырообразования не наблюдается, но на поверхности площадей древнего освоения образовалась такырообразная корка, хотя рельеф таких участков обычно неровный, например, район живой дельты, расположенный севернее пос. Шеге и западнее Парлетау, и ряд других пунктов. Очевидно, мелиоративные мероприятия достаточно эффективны против такырообразования, однако с прекращением их формирование такыров может возобновиться.

При современной аридизации природной среды с понижением уровня моря в рельефе существенное значение приобретает физическое выветривание. Элементарные выражения этого процесса проявляются повсюду на крутых склонах возвышенностей и у их подножий, где аккумулируются продукты выветривания коренных пород. Не менее многочисленны проявления этого процесса и на равнине, где рыхлые аллювиальные отложения образуют сплошной покров. Однако, хотя оно и повсеместно, выделить его очень сложно. Более убедительно он выявляется косвенно. Например, на космических снимках различаются пути переноса продуктов дезагрегации песчано-мелкоземного аллювия на дельтовой равнине (и даже через акваторию), подготавливаемых в пределах дельты постоянно и повсюду выветриванием (и дефляцией).

Таким образом, со снижением уровня моря усиливающееся опустынивание в современном рельефообразовании определило господство аридных процессов, основная предпосылка — интенсивно увеличивающийся дефицит влаги.

Комплекс мелиоративных мероприятий, направленный на обводнение площадей, но не восстанавливающий моря, не снимет общей тенденции рельефообразования. Не исключено, что в этом весьма подвижном равновесии при дальнейшей активизации вмешательства человека можно получить желаемые положительные результаты. Однако эти временные успехи не исключают общую направленность интенсификации аридизации.

Таким образом, кратко охарактеризованы важнейшие рельефообразующие процессы. Сопутствующие выражены значительно менее ограниченно. Это карстово-суффозные явления, оплывание склонов, эро-



зия, площадной смыв при поливах камыша и другие. Однако их роль в рельефообразовании прямо или косвенно зависит от важнейших процессов, лишь в отдельных деталях они обладают автономией, не оказывающей существенного влияния на общую тенденцию рельефообразования.

В пределах дельтовой равнины, несмотря на генетическое однообразие и определившееся господство аридного рельефообразования, обусловившего широкое, местами преобладающее распространение солончаковых и эоловых форм, современный рельеф в значительной степени дифференцирован. Это обусловлено рядом факторов, среди которых важнейшими являются фациальные условия и стадийность рельефообразования. Описываемая территория расчленена нами (см. рис. 3) на основании генезиса и морфологии поверхности. Рельеф в пределах выделяемых контуров своеобразен. Типичность совокупности форм рельефа в каждом из контуров заслуживает самостоятельного выделения, хотя переход от одного к другому иногда очень постепенный, поэтому границы контуров весьма условны. И все же выделенные геоморфологические единицы, различающиеся рельефом, своеобразны также по составу субстрата и другим признакам. Так, в пределах дельты выделяются следующие крупные единицы, характеризующие стадийность рельефообразования: древняя дельта (акчадарьинская), туда же входит частично и сырдарьинская (джанадарьинская дельта), живая дельта (продолжавшая формироваться до прекращения стока Амударьи), представленная надводной частью амударьинской дельты и осушенной частью дна моря, представляющей собой освободившиеся от воды участки авандельты. Внутри этих групп рельеф расчленяется по морфогенетическому признаку, как это показано на рис. 3.

Кроме того, у подножий возвышенностей выделяются ограниченные участки равнины, рельеф которых формировался хотя и взаимосвязанно с дельтой, но генетически автономно. Сюда относятся пологохолмистая, местами плоская подгорная пролювиальная равнина, сопрягающаяся с нижней аральской террасой, равнина подножий плато и возвышенностей со значительной аридной переработкой (с солончаками и эоловыми аккумулятивными формами), простирающаяся фрагментарно узкой полосой вдоль основания чинка, бессточные котловины с пологими склонами и плоским дном, местами засоленным, и, наконец, соленые озера и солончаки с участками эолового бугристого рельефа.

В пределах живой дельты наиболее древний — рельеф юго-восточного участка равнины, простирающийся к югу от оз. Судочьего. За последние годы плоская поверхность дельты на значительной части претерпела сильные изменения. В северной части, на месте бывших мелких озер возник пятнистый рельеф с бугристыми эоловыми формами высотой до 1,5 м с плоскими, иногда трещиноватыми засоленными участками днищ озер и возвышающимися чоколаками до 3 м высотой.

Скопления бугристого песка фрагментарно размещены по всей площади, однако наиболее обширные участки образовались вблизи строящейся дороги, где по обе стороны простираются барханно-бугристые пески, возникшие под влиянием человека.

На месте бывших зарослей камыша возник мелкокочковатый рельеф. В пределах живой дельты довольно отчетливо отделяется рельеф западной от восточной части примерно по меридиану Караджара с некоторым отклонением на востоке к югу. В западной части сосредоточены озера и заросли камыша. Правда, они поддерживаются поливом с целью получения пастбищ для крупного рогатого скота.



Современная суммарная площадь зеркала озер сократилась по меньшей мере в 2—3 раза. Остатки существуют в основном за счет сброса коллекторных вод. Это коснулось даже таких крупных озер, как Судочье. Множество мелких озер уступили место солончакам, а заросли камыша стали кочковатой равниной от сохранившихся корневищ. По периферии оз. Судочьего, особенно на юго-западе и севере, обнажившееся дно превратилось в плоскую трещиноватую задернованную остатками органики равнину.

Обширная территория, простирающаяся на западе дельты, наиболее заболочена. Оз. Судочье и более мелкие озера сообщаются между собой протоками, располагающимися в наиболее пониженных участках дельты. Крупнейшие неровности поверхности дельты и отчленившиеся морские заливы на севере территории — все это формы, образованные в условиях высокой влажности. Шурфами и скважинами вскрыты отложения, представленные супесью и суглинком с торфообразными остатками растений в кровле. Плоские пространства между озерами являлись участками густых зарослей камыша.

Изменчивость литологического состава по площади объясняется большой дифференциацией микрофаций. В наиболее пониженных участках (блюдевидные понижения) с поверхности вскрывается горизонт с изобилием растительных остатков мощностью до 10—20 см. Под ними залегают супесь и суглинок, переслаивающиеся со слюдистым мелкозернистым песком. Во всех разновидностях пород встречаются часто скопления тонкостенных раковин (*Cardium edule*, *Dreissensia* и др.).

Обычно раковины присутствуют в верхних горизонтах 0,5—0,9 м. Растительные остатки и иловые горизонты приурочены к верхней части разреза. На глубине 1,5 м и более следы заболоченности имеют вид ржавых пятен, линз и ржавую окраску целых горизонтов.

Преобладает серая и зеленовато-серая окраска верхних и желтовато-палевая (в сухом виде) и ржавая — нижних, преимущественно песчаных горизонтов.

На месте бывших протоков и «троп», где песчаные и алевроитовые отложения залегают близко от поверхности и даже венчают отложения, образовался пятнистый рельеф, где эоловые аккумулятивные формы (бугристый песок) сочетаются с пятнами солончаков и такырами. Среди этой части дельты (в общем довольно плоской) выделяются возвышенные участки бывшей русловой фации (мелкокочковатая равнина с небольшими фрагментами, иногда с удаленным ветром горизонтом органики, бугристого песка), пойменной фации (занимающей в рельефе промежуточное положение) и наиболее пониженные участки с сохранившимися на месте высохших озер солончаками, местами превращающимися (в результате поливов) вновь во временные озера или заросли камыша. Относительная амплитуда этих неровностей обычно не выходит за пределы 1—2 м и на километры поверхности. Дефляция для этого участка исследуемого региона пока не является господствующей, так как корневища, торфяники и прочая органика основательно ей противостоят.

Восточная часть живой дельты Амударьи отличается большим распространением песчаных и алевроитовых грунтов. В рельефе широко представлены затакыренные и засоленные площади (Б1, 10). Здесь распространен главным образом рельеф русловой фации.

Прирусловая часть дельты наиболее высокая и пологоволнистая. Общий постепенный наклон ее — на северо-запад. Часть этого водораздела (на продолжении северных склонов возвышенности Кызылджар) выделяется относительно высокой расчлененностью (Б1, 9).



Сеть сухих русел концентрированная, частота их достигает 1,5—1,6 км/км<sup>2</sup>. Глубина расчленения варьирует в пределах 1,5—2,0 м, а ширина русел — от 10 м и более. Склоны лишь некоторых крутые, на дне грунт песчаный. Встречаются редкие единичные пятна солончака. Эта поверхность отвечает уровню высокой аральской дельты.

Значительно отличаются рельефом так называемые «склоны» живой дельты восточной, наиболее высокой части (Б1,10). К ним относятся урочище Шегикюль на левобережье Акчадарьи, а также урочище Майпост на ее правобережье. Разница высот «водораздельных» участков и «склонов» едва достигает 3—3,5 м. Обширные площади (в общем плоские, слегка наклоненные на север и к середине этой части дельты) были заняты двумя крупными, но неглубокими озерами. Микрорельеф характеризуется сочетанием плоских расплывчатых бугров и пологих понижений между ними.

Сохранившиеся озера занимают незначительную площадь. Поверхность днщ бывших озер не подвержена пока развеванию благодаря поливам и бронирующему горизонту органики (торф, корневища растений). Среди неполиваемых земель (главным образом днщ мелких озер) развиты засоленные и затакыренные участки.

Как результат неоднократного сочетания влажных условий и активной деятельности ветра среди кочковатой равнины сформировались невысокие бугры (западная часть урочища Майпост) типа бэровых. В составе их субстрата, кроме песка, имеется супесь и суглинок.

Узкая полоса правобережной части Амударьи и Казахдарьи, являющейся крайней зоной живой дельты, представляет собой «склон» с постепенным перепадом высот даже в самых пониженных участках не более 1,5—2,0 м.

Среди кочковатой равнины частый элемент рельефа — засоленные и затакыренные поверхности бывших мелких озер, мелкие сухие протоки и очень небольшие фрагменты бугристого песка, представляющие наиболее поздние образования. Эта территория в значительной мере освоена человеком (под посевы и заливные луга), однако названные формы нередко сохраняются среди распаханых площадей в первоначальном виде.

В краевой прибрежной части дельты вблизи бывшей границы водоема и суши сохранилось подвижное равновесие авандельты, наземной дельты и эоловой равнины. При относительной близости моря искусственный полив пока поддерживает сохранение болотных условий, но главным образом в западной части. Там эоловая равнина оказывает слабое влияние на рельефообразование. Однако дальнейшее понижение уровня моря приведет к усилению аридизации, опустынивание станет процессом необратимым.

Рельеф этого участка дельты характеризуется развитием мелких озер. Амплитуда, даже вдоль русла, обычно редко превышает 1,2—1,5 м.

В восточной части побережья засоление наиболее развито, соленые озера и солончаки имеют широкое распространение (Б1, 14). Амплитуда рельефа резко возрастает, достигая 10 м и более среди эоловых форм. Рельеф переходный к ингрессионному, развитому в непосредственном соседстве вдоль побережья Арала (В, 16).

В понижениях по побережью залива Джилтырбас, где грунт более глинистый, распространены пухло-корковые солончаки, а на приподнятых участках вдоль русел Казахдарьи, где преобладает песчаный грунт, формируется равнинный рельеф с тугайной растительностью.

Поверхность древней дельты претерпела большие изменения еще до понижения уровня моря. Кызылкумы, особенно в восточной части



дельты, оказывают влияние все время. Продолжающееся преобразование поверхности не порождало резких изменений рельефа, поскольку усиление аридизации проявлялось вне зависимости от снижения уровня моря. Очевидно, основные отклонения от естественного процесса в результате активизации деятельности человека сводятся к количественной характеристике. Требуются систематические стационарные наблюдения.

О динамике рельефообразования в описываемом районе сказано выше. Эоловые формы нередко образуют основной фон рельефа, хотя расположение их унаследовано еще от доэоловой стадии рельефообразования. Оно, как показывает анализ пластики рельефа, отражает бывшую гидрографическую сеть и нередко подчинено дизъюнктивной тектонике.

Современная эоловая моделировка осуществлялась на всей площади, поэтому создается впечатление монолитности эоловой аккумуляции песчаного материала в объеме всей толщи осадочного покрова, определяемой экстремальными точками гипсометрии.

Максимальные относительные превышения песчаных гряд достигают 12—15 м. В удалении от моря, где преобладают такыры, наиболее крупные гряды и бугры возвышаются на 10 м.

Шурфами и скважинами большей частью вскрываются дельтовые отложения на глубину первого десятка метров не выше 2—3 м. Таким образом, преобразования рельефа ветром ограничивались относительно маломощным слоем поверхностного песка.

В процессе эволюции рельефа осушившейся части авандельты происходит понижение зеркала грунтовых вод. Заболачивание сменяется резким дефицитом влаги, обуславливающим накопление солей на поверхности почвы, что, в свою очередь, приводит к деградации растительного покрова, раздуву горизонта с растительными остатками, разрыхлению верхних горизонтов почвы и, наконец, к интенсификации дефляции.

Эоловые процессы воздействуют на рельеф дифференцированно. Наиболее активно проявляется дефляция, сопровождаемая формированием эолового аккумулятивного рельефа на участках, где преобладает рыхлый песчаный материал. Такими участками являются действовавшие русла рек, прекратившие деятельность палеорусла, обычно занимающие командные высоты в плоском рельефе равнин. В обнажившейся авандельте бывшие участки дна моря с близким залеганием коренных песчаных пород, отличавшиеся более сильным течением, а также вблизи русла характеризуются скоплением песчаного материала. Здесь при осушении быстро возникает эоловый рельеф.

На юго-западе Арала на днищах обсохшего залива Аджубай обильное поступление песчаного материала со стороны чинка также обусловило широкое развитие аккумулятивных эоловых форм.

На высохшей части дна моря на юге, где происходило постоянное обогащение осадками иловатых и глинистых фракций, а также на пониженных участках дельты, спорадически заливавшихся водой, где сохранился покров торфа и прочих остатков бывшей густой растительности, формировались солончаки. Часто солончаки отличаются пятнистостью, чередуясь с участками эолового аккумулятивного рельефа, среди которого понижения также нередко засолены.

Мелкие озера в понижениях сохраняются, а на месте высохших образуются солончаки, часто с кочковатой поверхностью из-за корневидных камыша.



Плоская равнина на «склонах», ранее изобиловавшая зарослями камыша, с понижением уровня моря стала кочковатой от сохранившихся корневищ камыша. По мере высыхания остатков растительного покрова в результате раздува кочки-корневища превращаются в мелкие дефляционные останцы и появляются эоловые аккумулятивные формы.

Интенсивность аридизации рельефообразования заметных изменений не претерпевает из-за спорадического искусственного обводнения зарослей камыша с целью организации пастбища для крупного рогатого скота. На подобных площадях лишь усиливается накопление солей и развитие солончаков. Такие мероприятия не способствуют повышению КПД использования воды, а значительно увеличивают площади испарения, что ведет к интенсификации аридизации.

Лишь там, где осталось сочетание подпора грунтовых вод Аральской акваторией и непосредственного сброса поверхностных вод в море, сохраняются болота, например, в низовьях Казахдарьи. У ее устья, на поверхности недавно освободившегося от воды дна моря вновь образовались озера и болота с тенденцией расширения площади на север (на территории авандельты) и юг (надводная дельта).

На обнажившемся дне моря восточнее полуострова Муйнак при мелководье и относительно спокойных условиях водного бассейна накопилось большое количество растительности. Остатки ее, противодействуя ветру, не дают возможности формироваться эоловому рельефу, хотя грунт также преимущественно песчаный. При высоком стоянии грунтовых вод господствуют процессы засоления, лишь при значительном высыхании перекрывающих растительных остатков и понижении грунтовых вод активизируется дефляция и начинает формироваться эоловый рельеф. Песок более иловатый, чем вдоль западного побережья моря.

Плоская поверхность дна осушенных лагун при высоком стоянии грунтовых вод разбита полигональной трещиноватостью. Наряду с осушением поверхности проявляется процесс засоления. Сначала налетом солей покрываются наиболее высокие участки нанорельефа, затем засоляется вся высыхающая поверхность бывшего дна. В зависимости от содержания илистых и глинистых частей в верхних горизонтах грунта образуются обширные участки солончака. Там, где преобладает песчаный грунт, начинается активный раздув, в результате формируется эолово-солончаковый рельеф.

На месте плоской равнины прибрежной части дельты Южного Приаралья, отличавшейся наибольшей густотой зарослей камыша, возникла крупнокочковатая супесчано-суглинистая поверхность. Основной рельефообразующий процесс — засоление. Дефляция проявляет себя в следующий этап.

#### КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Район Южного Приаралья занимает крайне северное положение в зоне континентального субтропического климата. В холодную половину года этот район оказывается под воздействием сибирского антициклона, здесь господствуют континентальные воздушные массы умеренных широт. Холодные северные и северо-западные вторжения вызывают резкие понижения температуры. Западные вторжения, возникающие в тылу южных циклонов, сопровождаются интенсивными облачными осадками. В осенне-зимний период устойчивая юго-западная периферия отрога сибирского антициклона обуславливает ясную, сухую погоду.

Летом над раскаленной поверхностью пустынь, окружающих Аральское море, в области термической депрессии происходит быстрое



прогревание и трансформация воздушных масс, поступающих из умеренных и арктических широт. Этот период характеризуется высокими температурами при безоблачном небе. Вторжение арктического воздуха с образованием вторичных холодных фронтов в этот период года вызывает некоторые понижения температуры. Каждое такое вторжение сопровождается усилением ветров северо-западного и западного направлений.

Местные особенности атмосферной циркуляции обусловлены наличием среди пустынь водного объекта — Аральского моря, отличающегося термическим режимом атмосферы от того, который образуется над поверхностью суши. Подобное различие приводит к образованию мест-

Направление ветров по месяцам (Н)

| I   |    | II |    | III |    | IV |    | V  |    | VI |    | VII |
|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Н   | %  | Н  | %  | Н   | %  | Н  | %  | Н  | %  | Н  | %  | Н   |
| Муй |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| В   | 27 | СВ | 41 | СВ  | 33 | СВ | 32 | СВ | 36 | СВ | 32 | СВ  |
| Кун |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| СВ  | 33 | СВ | 36 | СВ  | 27 | СВ | 27 | СВ | 30 | СВ | 32 | СВ  |
| Чим |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| СВ  | 27 | СВ | 31 | СВ  | 26 | С  | 24 | С  | 27 | С  | 34 | С   |
| Ну  |    |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| СВ  | 35 | СВ | 40 | СВ  | 31 | СВ | 26 | СВ | 26 | С  | 32 | С   |

ной барической системы, которая сказывается на характере ветрового и термического режима дельты. Однако влияние водной поверхности моря на некоторые климатические элементы дельты ограничивается лишь узкой прибрежной полосой и самой акваторией моря, так как влияние окружающих пустынь оказывается преобладающим.

Для характеристики климатических условий рассматриваемой территории использованы данные многолетних наблюдений по четырем метеорологическим станциям — Нукус, Чимбай, Кунград, Муйнак. Климат дельты Амударьи охарактеризован М. М. Розовым (1957), Л. Н. Бабушкиным (1959) и О. М. Житомирской (1964).

**Ветровой режим.** Район дельты, располагающийся в центре равнинных пространств Средней Азии, представляет собой однородную по ветровому режиму территорию. В течение всего года преобладают северо-восточные ветры, составляющие около 30% общего годового числа случаев с ветрами (табл. 1).

В распределении ветров по сезонам года больших различий не наблюдается. Осенью, зимой и весной господствуют ветры северо-восточного направления, летом по метеостанциям Чимбай и Нукус — преимущественно северные. Южные ветры составляют в среднем годовом разрезе всего 4—5% от общего числа наблюдений (табл. 2).

При достаточно слабых ветрах по большинству районов Средней Азии на территории дельты наблюдаются ветры несколько повышенной скорости, среднемесячные достигают 3,1—6,2 м/сек.

Максимальные скорости ветра наблюдаются на побережье Аральского моря (Муйнак). По мере удаления от моря они постепенно умень-



шаются. Так, по данным станции Чимбай, среднемесячные скорости падают от 3,1 до 3,3 м/сек (Нукус, табл. 3).

Скорость ветра обычно усиливается в дневные часы и ослабевает к ночи. Относительно невелико число случаев затишья, причем наименьшее их количество приходится на весну. Меньше всего штилей наблюдается по побережью моря, где их число составляет 6 % (Муйнак). С удалением от моря число их растет, достигая максимума в вершине дельты (Нукус).

Характерная особенность ветрового режима прибрежных участков дельты заключается в образовании бризовой циркуляции воздушных масс, обусловленной своеобразным распределением такого водного объ-

Таблица 1

и его повторяемость, %

| VII<br>N | VIII |    | IX |    | X  |    | XI |    | XII |    | Годовое |    |
|----------|------|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|---------|----|
|          | Н    | %  | Н  | %  | Н  | %  | Н  | %  | Н   | %  | Н       | %  |
| нак      |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |         |    |
| 33       | СВ   | 42 | СВ | 33 | В  | 25 | В  | 32 | В   | 27 | СВ      | 30 |
| град     |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |         |    |
| 33       | СВ   | 38 | СВ | 35 | СВ | 23 | СВ | 29 | СВ  | 33 | СВ      | 31 |
| бай      |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |         |    |
| 41       | С    | 42 | С  | 32 | СВ | 27 | СВ | 32 | СВ  | 35 | СВ      | 27 |
| кус      |      |    |    |    |    |    |    |    |     |    |         |    |
| 35       | С    | 41 | СВ | 36 | СВ | 30 | СВ | 36 | СВ  | 36 | СВ      | 32 |

екта, как Аральское море, и сухих пустынных участков суши. В Муйнаке летом в дневное время очень сильно возрастает (табл. 4) повторе-

Таблица 2

Направление ветра у метеостанций в течение года, %

| С       | СВ | В  | ЮВ | Ю | ЮЗ | З  | СЗ |
|---------|----|----|----|---|----|----|----|
| Муйнак  |    |    |    |   |    |    |    |
| 12      | 30 | 22 | 8  | 5 | 5  | 9  | 9  |
| Кунград |    |    |    |   |    |    |    |
| 14      | 31 | 19 | 7  | 4 | 5  | 8  | 12 |
| Чимбай  |    |    |    |   |    |    |    |
| 24      | 27 | 15 | 5  | 4 | 5  | 10 | 10 |
| Нукус   |    |    |    |   |    |    |    |
| 20      | 32 | 12 | 8  | 5 | 4  | 9  | 10 |

мость северо-восточных ветров (со стороны моря). Ночные бризы дуют с северо-запада со стороны выхолаживающегося массива полуострова.

В районе Чимбая влияние моря вряд ли сказывается, поскольку их разделяет полоса сухих земель 70 км. Его географическое положение



сказывается примерно посередине между Кызылкумами и влажными центральными районами дельты. В соответствии с этим дуют ветры западные и северо-западные, ночью северо-восточные и восточные ночные бризы. Большая по величине, но малоизменяющаяся в течение суток повторяемость северных ветров объясняется их зональным режимом. Зимой суточной смены ветра почти не наблюдается. В прибрежных

Таблица 3

Средние скорости ветра (м/сек) и количество штилей, % (Житомирская, 1964)

| I       | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Годовой | Штиль |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|---------|-------|
| Муйнак  |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |         |       |
| 5,7     | 5,4 | 3,2 | 5,7 | 6,2 | 5,1 | 5,0 | 5,5  | 4,9 | 5,2 | 6,5 | 5,6 | 5,4     | 6     |
| Кунград |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |         |       |
| 4,2     | 4,7 | 5,1 | 4,7 | 4,9 | 4,2 | 4,1 | 3,7  | 3,6 | 3,6 | 3,9 | 4,3 | 4,2     | 13,5  |
| Чимбай  |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |         |       |
| 3,5     | 3,9 | 4,6 | 4,1 | 4,3 | 3,7 | 3,4 | 3,2  | 2,7 | 3,1 | 3,6 | 3,7 | 3,7     | 12,5  |
| Нукус   |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |         |       |
| 4,1     | 4,3 | 4,9 | 4,5 | 4,6 | 5,1 | 4,8 | 4,2  | 3,5 | 3,3 | 3,5 | 4,1 | 4,1     | 15    |

районах дельты с установлением на большей части моря ледяного покрова роль морского водоема в формировании местной барической системы сводится к минимуму.

**Температурный режим.** Влияние Аральского моря на температурный режим дельты в большей степени проявляется в переходные перио-

Таблица 4

Повторяемость направлений ветра в 7 и 13 час. за июль, %

| С       |    | СВ |    | В  |    | ЮВ |    | Ю |    | ЮЗ |    | З |    | СЗ |    |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|
| 7       | 13 | 7  | 13 | 7  | 13 | 7  | 13 | 7 | 13 | 7  | 13 | 7 | 13 | 7  | 13 |
| Муйнак  |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |
| 20      | 77 | 24 | 45 | 13 | 15 | 7  | 2  | 4 | 4  | 6  | 5  | 6 | 7  | 20 | 5  |
| Кунград |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |
| 19      | 29 | 19 | 28 | 20 | 21 | 7  | 11 | 3 | 1  | 4  | 2  | 6 | 3  | 22 | 5  |
| Чимбай  |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |
| 31      | 33 | 25 | 17 | 13 | 6  | 2  | 1  | 2 | 4  | 3  | 4  | 7 | 13 | 17 | 22 |
| Нукус   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |   |    |    |    |
| 18      | 52 | 37 | 35 | 16 | 2  | 4  | 2  | 3 | 0  | 3  | 1  | 5 | 3  | 14 | 5  |

ды года — весной и осенью, когда разность температуры воздуха над морем и сушей достигает наибольшего значения. В первом полугодии температура в прибрежной зоне существенно ниже, в июне — июле она выравнивается, с сентября по декабрь выше в пунктах, удаленных от моря. О характере влияния моря на температуру воздуха в дельте можно судить по табл. 5.



Влияние моря на температурный режим дельты сказывается примерно в пределах 50 км прибрежной полосы. Меньшее влияние, очевидно, оказывает море на восточную часть дельты (Чимбай), а несколько большее — на западную (Кунград). Наиболее показательна в этом отношении разность среднемесячных температур воздуха между Муйнаком и Нукусом, о чем можно судить по следующим данным: (по месяцам начиная с января):  $-0,5$ ,  $-2,6$ ,  $-3,8$ ,  $-4,8$ ,  $-3,2$ ,  $-2,1$ ,  $-0,8$ ,  $+0,3$ ,  $+0,62$ ,  $+0,6$ ,  $+1,8$ ,  $+0,4$ , среднегодовая  $-1,2$ .

В Муйнаке в первом полугодии температура ниже, особенно в апреле, на  $4,8^\circ$  (табл. 6). Во второй половине года с августа отмечено обрат-

Таблица 5

Среднемесячные и годовые температуры воздуха по метеостанциям

| I       | II     | III   | IV     | V      | VI     | VII    | VIII   | IX     | X      | XI    | XII    | Годовая | Годовая амплитуда |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|-------------------|
| Муйнак  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |         |                   |
| $-7,4$  | $-6,6$ | $0,3$ | $8,3$  | $17,3$ | $22,9$ | $26,3$ | $24,9$ | $19,5$ | $11,0$ | $3,9$ | $-2,6$ | $9,8$   | $33,7$            |
| Кунград |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |         |                   |
| $-7,1$  | $-4,9$ | $2,5$ | $11,7$ | $19,0$ | $23,0$ | $25,8$ | $23,9$ | $17,6$ | $9,5$  | $2,4$ | $-3,1$ | $10,0$  | $32,9$            |
| Чимбай  |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |         |                   |
| $-7,6$  | $-5,9$ | $2,8$ | $11,9$ | $19,4$ | $23,7$ | $26,0$ | $23,9$ | $17,7$ | $9,6$  | $2,0$ | $-3,8$ | $10,0$  | $33,6$            |
| Нукус   |        |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |         |                   |
| $-6,9$  | $-4,0$ | $4,1$ | $13,1$ | $20,5$ | $25,0$ | $27,1$ | $24,7$ | $18,3$ | $10,4$ | $2,1$ | $-3,0$ | $11,0$  | $34,0$            |

ное соотношение, т. е. море оказывает согревающее влияние и температура в Муйнаке выше, чем в Нукусе.

Особенно сильно влияние морского водоема отражается на экстремальных значениях температуры воздуха (см. табл. 6). В Муйнаке в первое полугодие абсолютные минимумы близки по значению к другим пунктам дельты. Только в апреле они отличаются от минимумов в Нукусе. С мая значение абсолютного минимума в Муйнаке становится выше, чем в Нукусе, а с июня этот уровень распространяется на все остальные пункты дельты. Особенно большое различие абсолютных минимумов в Муйнаке и Нукусе в августе, оно достигает  $10^\circ$ . Абсолютные максимумы температуры воздуха над дельтой под ее смягчающим влиянием в прибрежных районах на  $2-5^\circ$  ниже, чем в других участках дельты.

Годовые амплитуды колебаний температуры воздуха в теплое полугодие очень велики, от  $32,9$  до  $34,0^\circ$ . Таких больших колебаний температуры воздуха не наблюдается почти нигде в Узбекистане. Это указывает на повышенную континентальность климата дельты Амударьи, как одну из характерных черт рассматриваемого района.

**Влажность воздуха.** Влияние Аральского моря отчетливее проявляется в режиме влажности воздуха над территорией дельты Амударьи (табл. 7).

Наибольшие среднегодовые значения абсолютной влажности наблюдаются на побережье Аральского моря ( $10,3$  мб). По мере удаления от водоема влагосодержание воздуха уменьшается в западной части дельты (в Кунграде) до  $9,5$  мб, в восточной (в Чимбае) до  $8,5$  мб, а в южной (в Нукусе) до  $8,2$  мб.



Наименьшие величины абсолютной влажности отмечаются в холодное время года, причем по всем пунктам дельты она довольно однообразна, например, в январе она составляет 3,1—3,2 мб.

К лету абсолютная влажность постепенно повышается вслед за повышением температуры воздуха и наибольших значений достигает в

Абсолютные минимумы и максимумы

| I   |    | II  |    | III |    | IV  |    | V  |    | VI |    | VII |
|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| m   | M  | m   | M  | m   | M  | m   | M  | m  | M  | m  | M  | m   |
|     |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |    | Муй |
| —28 | 14 | —28 | 15 | —26 | 26 | —13 | 32 | —1 | 36 | 9  | 39 | 12  |
|     |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |    | Кун |
| —29 | 15 | —28 | 19 | —25 | 29 | —13 | 34 | 0  | 41 | 5  | 41 | 8   |
|     |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |    | Чим |
| —31 | 14 | —27 | 19 | —24 | 30 | —11 | 36 | —2 | 42 | 5  | 40 | 9   |
|     |    |     |    |     |    |     |    |    |    |    |    | Ну  |
| —32 | 16 | —29 | 20 | —25 | 34 | —6  | 36 | —5 | 43 | 6  | 42 | 9   |

июле в Муйнаке (19,7 мб), наименьших — в Нукусе (15,1 мб). Таким образом, летом отмечаются более значительные колебания влажности на территории описываемого района, чем зимой. Разница между приморскими районами дельты (Муйнак) и районами, удаленными от водоема (Нукус), составляет 4,6 мб.

Таблица 7

Средняя абсолютная влажность воздуха по метеостанциям, мб

| I       | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII | Годовая |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|
| Муйнак  |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 3,2     | 3,5 | 5,5 | 8,4 | 11,9 | 16,4 | 19,7 | 19,2 | 14,3 | 9,6 | 7,3 | 4,8 | 10,3    |
| Кунград |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 3,1     | 3,5 | 5,3 | 8,1 | 10,4 | 15,5 | 18,9 | 17,7 | 12,9 | 8,0 | 6,3 | 4,4 | 9,5     |
| Чимбай  |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 3,1     | 8,7 | 5,5 | 7,9 | 10,0 | 12,9 | 16,1 | 15,1 | 10,9 | 6,8 | 6,1 | 4,3 | 8,5     |
| Нукус   |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 3,1     | 3,5 | 5,7 | 7,7 | 9,3  | 12,3 | 15,1 | 14,3 | 19,4 | 6,7 | 5,7 | 4,4 | 8,2     |

Влажность воздуха определяется не только по величине абсолютной влажности, но и по недостатку его насыщения, выражаемому дефицитом влажности (табл. 8).

Различия в степени увлажнения воздушных масс на севере (Муйнак), в центральной части (Кунград) и на южной границе (Нукус) дельты Амударьи выражены достаточно отчетливо, причем дефицит влажности с севера на юг возрастает и наибольших значений дос-



тигает в июне в Нукусе (23,7 мб). В то же время для Муйнака в это время года дефицит влажности составляет 12,9 мб, что можно объяснить только смягчающим влиянием Аральского моря.

**Атмосферные осадки.** Характерная особенность дельты Амударьи — очень малое количество выпадающих осадков. Среднегодовая сумма

Таблица 6

температуры воздуха по метеостанциям

| VII  | VIII |    | IX |    | X   |    | XI  |    | XII |    | Годовая |    |
|------|------|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|---------|----|
|      | т    | М  | т  | М  | т   | М  | т   | М  | т   | М  | т       | М  |
| нак  |      |    |    |    |     |    |     |    |     |    |         |    |
| 39   | 14   | 38 | 4  | 35 | -1  | 29 | -22 | 23 | -21 | 14 | -28     | 39 |
| град |      |    |    |    |     |    |     |    |     |    |         |    |
| 41   | 8    | 40 | -1 | 38 | -11 | 32 | -27 | 25 | -29 | 17 | -29     | 41 |
| бай  |      |    |    |    |     |    |     |    |     |    |         |    |
| 42   | 7    | 42 | 3  | 39 | -13 | 32 | -24 | 26 | -28 | 17 | -31     | 42 |
| кус  |      |    |    |    |     |    |     |    |     |    |         |    |
| 44   | 4    | 43 | -4 | 40 | -11 | 33 | -27 | 25 | -29 | 18 | -32     | 44 |

их колеблется от 82 до 102 мм. Это наименьший показатель по сравнению с количеством осадков в других частях не только Узбекистана, но и почти всех республик Средней Азии (табл. 9).

Годовое выпадение осадков на территории дельты сохраняет общий характер, свойственный климату республик Средней Азии: почти

Таблица 8

Среднемесячный дефицит влажности, мб

| I       | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII | Годовая |
|---------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|
| Муйнак  |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 0,7     | 0,8 | 1,6 | 4,0 | 8,5  | 12,9 | 14,8 | 13,1 | 9,0  | 4,8 | 2,0 | 1,0 | 6,1     |
| Кунград |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 0,9     | 1,4 | 3,3 | 7,2 | 12,8 | 16,2 | 17,1 | 12,5 | 9,5  | 5,6 | 2,9 | 1,0 |         |
| Чимбай  |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 0,8     | 1,2 | 3,0 | 7,4 | 13,6 | 18,4 | 18,2 | 14,5 | 9,6  | 5,6 | 2,2 | 0,9 |         |
| Нукус   |     |     |     |      |      |      |      |      |     |     |     |         |
| 1,0     | 1,5 | 3,7 | 8,9 | 16,6 | 23,7 | 23,6 | 18,1 | 12,1 | 6,8 | 2,9 | 1,1 |         |

половина всех осадков приходится на весенние месяцы и около трети — на зиму, значительно меньше на осень, а летом их очень мало — от 8 до 15% годовой суммы. Осадки в это время года быстро испаряются. Снег выпадает на непродолжительное время, устойчивый покров слоем всего до 5 см лежат только в северной части дельты, в южной части покров крайне быстро тает, о чем можно судить по следующим данным:



| Появление | Сход    | Число дней<br>со снежным<br>покровом |
|-----------|---------|--------------------------------------|
|           | Муйнак  |                                      |
| 19.XII    | 3.III   | 26                                   |
|           | Кунград |                                      |
| 23.XII    | 1.III   | 26                                   |
|           | Чимбай  |                                      |
| 20.XII    | 19.II   | 30                                   |

Таблица 9

Среднемесячное, годовое количество осадков и их распределение по сезонам года, мм

| I       | II | III | IV | V  | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Го-<br>довая | Количество осадков, % от го-<br>довой суммы |        |       |         |
|---------|----|-----|----|----|----|-----|------|----|---|----|-----|--------------|---------------------------------------------|--------|-------|---------|
|         |    |     |    |    |    |     |      |    |   |    |     |              | IX-XI                                       | XI-III | III-V | VI-VIII |
| Муйнак  |    |     |    |    |    |     |      |    |   |    |     |              |                                             |        |       |         |
| 10      | 9  | 14  | 14 | 10 | 7  | 3   | 5    | 4  | 8 | 10 | 11  | 105          | 21                                          | 29     | 36    | 14      |
| Кунград |    |     |    |    |    |     |      |    |   |    |     |              |                                             |        |       |         |
| 10      | 10 | 18  | 16 | 11 | 7  | 3   | 3    | 2  | 6 | 10 | 2   | 108          | 17                                          | 29     | 42    | 12      |
| Чимбай  |    |     |    |    |    |     |      |    |   |    |     |              |                                             |        |       |         |
| 10      | 9  | 17  | 2  | 7  | 4  | 1   | 2    | 1  | 4 | 9  | 11  | 87           | 16                                          | 34     | 42    | 8       |
| Нукус   |    |     |    |    |    |     |      |    |   |    |     |              |                                             |        |       |         |
| 6       | 9  | 13  | 14 | 10 | 6  | 5   | 1    | 2  | 4 | 5  | 7   | 82           | 13                                          | 27     | 45    | 15      |

#### ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ И ИХ РЕЖИМ

Режим грунтовых вод на большей части описываемой территории характеризуется значительным разнообразием. С 1960 г. исследования ограничены сведениями, приведенными Д. Ешимбаевым (1975 г.), Ф. М. Рахимбаевым и А. Е. Есенбековым (1977) и А. А. Рафиковым.

Последствия регулирования стока в дельте Амударьи на режим грунтовых вод. С 1961 г. со снижением уровня моря доминирующую роль в приходной части баланса грунтовых вод приобретает инфильтрация поверхностных вод, в том числе оросительных, а в расходной — испарение. Влияние гидростатического напора моря, сказывающееся ранее до широты южного берега оз. Судочье, со снижением уровня моря потеряло значение по крайней мере в пределах надводной дельты.

Современный уровень грунтовых вод весьма пестрый, он зависит в основном от литогенных, гидрологических и ирригационно-хозяйственных факторов. На водораздельных участках равнины, в восточной части дельты и приливной равнины, а также в Кызылкумах грунтовые воды залегают сравнительно глубоко, что связано с преобладанием в составе отложений супесчано-песчаных фракций, расчлененностью рельефа и уклоном. Воды в первом названном районе залегают на глубине 6—8 м и ниже, а в остальных — на глубине 10—15 м и более, что обусловлено влиянием определенного стока протоков дельты.



В бессточных междуречных понижениях, котловинах бывших озер и болот, плоских равнинах (живая дельта) грунтовые воды лежат на глубине 3—5 м, чаще ниже 4 м, так как эти элементы рельефа служат местными аккумуляторами влаги, идущей со стороны водоносных протоков, обводненных пастбищ, ирригационных каналов и поливных земель.

Грунтовые воды вблизи озер, болот и рек залегают в пределах 0—3 м и более. Например, на расстоянии до 1—1,5 км от берега (по наблюдениям 1977 г.) юго-восточнее, восточнее и севернее Судочьего прослеживается ряд микрополос глубиной 0—0,5, 0,5—1, 1—2 и 2—3 м. Чем больше акватории озер или болот, тем больше гидростатический напор. Это сказывается и на уровне грунтовых вод смежных территорий. В 1978 г. в оз. Судочьем по сравнению с 1977 г. было больше воды, в связи с этим его влияние на уровень грунтовых вод распространялось на расстоянии 1,5—2 км и более<sup>1</sup>.

Современный сток (значительно меньший, чем до 1960 г.) в протоках Амударьи сказывается на уровне грунтовых вод на расстоянии до 1—1,5 км. В этих пределах глубина залегания их колеблется от 2 до 7—8 м. В условиях достаточной расчлененности прируслового рельефа подобное влияние на подъем уровня грунтовых вод минимально. При стоке, близком к нормальному, бесспорно, его влияние на режим грунтовых вод прослеживалось бы до 3 км от береговой полосы (Б. М. Георгиевский).

Влияние на изменение уровня грунтовых вод оказывают также ирригационно-хозяйственные факторы. Оно обычно проявляется на расстоянии не свыше 1 км. Так, влияние ирригационных систем Орджоникидзеяб, Судочьяб и Кегейляб и других распространяется на расстояние до 0,3—0,5 км. Часто вдоль каналов это явление выражается в образовании удлиненных заболоченных полос, зарослей тростника, сменяющихся полосами луговых солончаков, а далее — корковых солончаков. Так проявляется постепенное затухание влияния каналов на уровень грунтовых вод.

Фильтрационные потери в каналах и на поливных землях составляют примерно 40—50%. Следовательно, большая часть оросительных вод идет на питание грунтовых. Этому благоприятствует приуроченность ирригационных систем и орошаемых массивов к повышениям рельефа, сложенным русловыми фациями, отсутствие антифильтрационных одежд в руслах оросителей и магистральных каналов, выращивание преимущественно риса, имеющего высокую поливную норму, низкий КЗИ (0,5—0,6), удлиненность холостой части распределителей и магистральных каналов. Большое превышение гипсометрии поливных площадей рисоводческого совхоза «Раушан» (3—4 м) над уровнем Судочьего обуславливает влияние орошаемых массивов и распределительных сетей на режим грунтовых вод на более значительном расстоянии. Под рисом и ирригационными системами, направленными в область разгрузки оз. Судочьего, наблюдается формирование подземного потока грунтовых вод. С приближением к озеру уровень грунтовых вод поднимается (рис. 4).

Уровень режима грунтовых вод зависит от положения поверхности моря. Его понижение влечет углубление зеркала грунтовых вод. Происходит изменение его положения в обратном направлении, т. е. в сторону моря. При снижении на 6 м (1978 г.) грунтовые воды в прибрежной по-

<sup>1</sup> Уровень воды в Судочьем расположен на 3 м ниже окружающих равнин, поэтому его влияние на грунтовые воды периферии ограничено.



лосе стали залегать на глубине 5—5,5 м от поверхности, а местами и ниже (до 6—7 м при отметке поверхности дельты 54 м абс. выс.).

Таким образом, уровень грунтовых вод северной части Южного Приаралья характеризуется следующими особенностями:

крайняя затрудненность общего подземного стока в связи со слабым уклоном и расчлененность поверхности дельты,

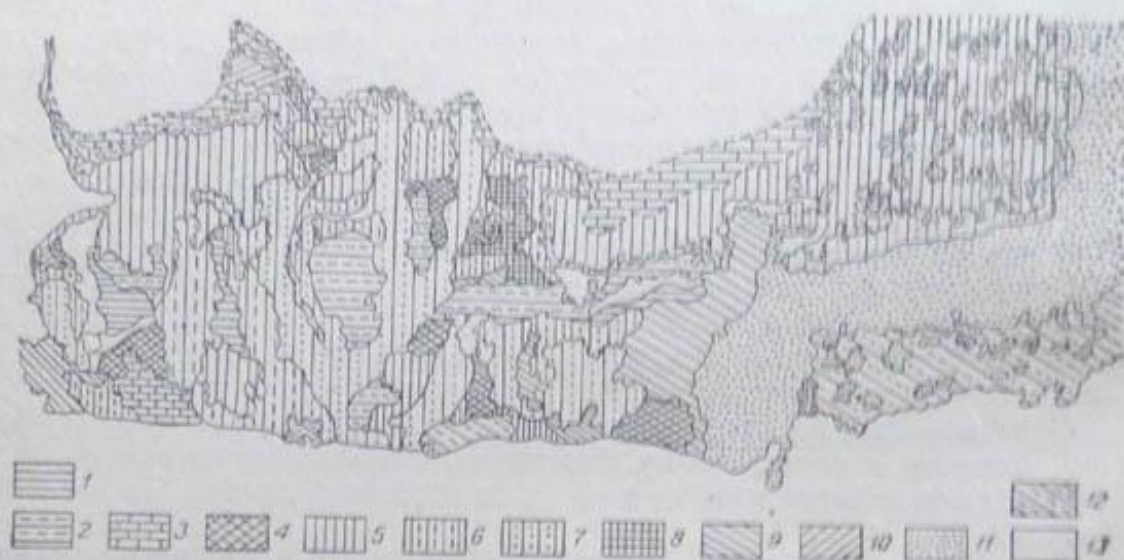


Рис. 4. Глубины залегания грунтовых вод северной части Южного Приаралья и обсохшей части дна Аральского моря, м:

1—0-1, 2—1-2, 3—0-1 и 1-2, 4—2-3, 5—2-3 и 3-5, 6—3-5, 7—5-10, 8—3-5 и 5-10, 9—10-20, 10—20-30, 11—30-50, 12—ниже 50, 13—озеро.

#### Минерализация и химический состав грунтовых вод

| Место взятия проб                            | Дата            | Глубина, м | Минерализация, г/л |
|----------------------------------------------|-----------------|------------|--------------------|
| Р. 210, юго-восточный берег Судочьего        | Май 1977 г.     | 0,7        | 34,46              |
| Р. 204, юго-восточный берег Судочьего        | Май 1977 г.     | 0,8        | 25,63              |
| Р. 28, северный берег оз. Каратерень (зап.)  | Август 1978 г.  | 0,9        | 50,14              |
| Р. 215, западный берег оз. Тамарашанеркуль   | Август 1978 г.  | 0,3        | 4,65               |
| Р. 225, юго-западный берег оз. Куксу         | Август 1978 г.  | 0,6        | 6,12               |
| Р. 250, правобережье протока Картабайузена   | Октябрь 1978 г. | 1,7        | 12,18              |
| Р. 211, северо-восточный берег оз. Киндыр    | Август 1978 г.  | 0,5        | 5,14               |
| Р. 07, южный берег оз. Судочьего             | Июль 1978 г.    | 0,6        | 34,02              |
| Р. 04, юго-восточный берег оз. Судочьего     | Июль 1978 г.    | 0,6        | 69,76              |
| Р. 258, п-ов Муйнак                          | Июнь 1977 г.    | 2,7        | 66,68              |
| Р. 247, колодец на сухом русле Кунядары      | Июль 1977 г.    | 5,0        | 0,86               |
| Р. 241, колодец вблизи сухого русла Кунядары | Июнь 1977 г.    | 4,0        | 1,21               |



относительно обеспеченный местный подземный сток в районах дельты, тяготеющих к водораздельным равнинам, покатым участкам древней части и другим повышенным элементам рельефа, в которых грунтовые воды залегают ниже 6—7 м от поверхности, аккумуляция грунтовых вод в бессточных котловинах и расход их на испарение,

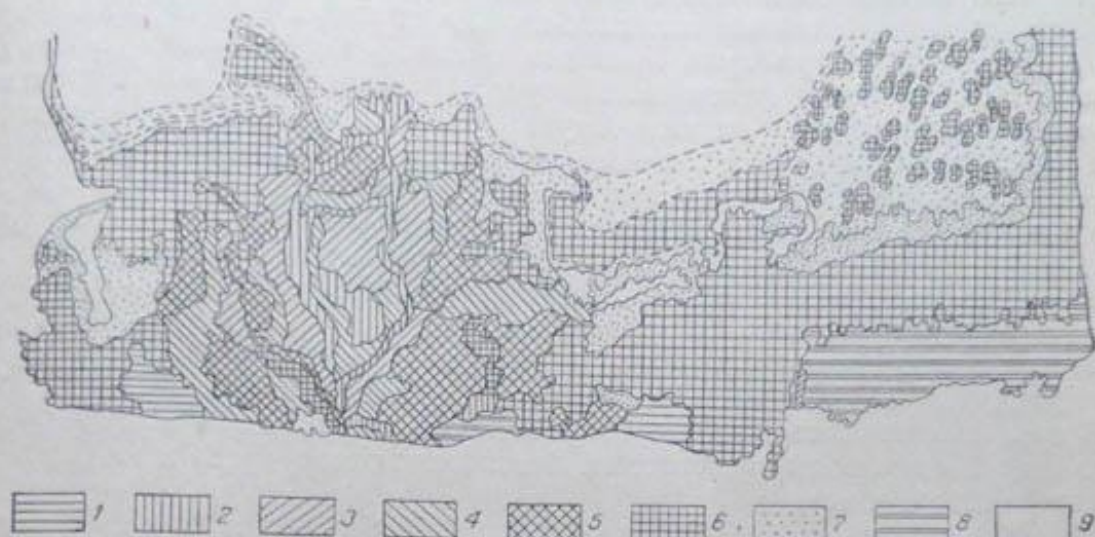


Рис. 5. Степень минерализации грунтовых вод северной части Южного Приаралья и обсохшей части дна Аральского моря (июнь—июль 1977 г.). г/л:

1—0—3, 2—3—5, 3—5—10, 4—10—15, 5—15—30, 6—30—50, 7—выше 50, 8—безводные территории, 9—озеро.

Таблица 10

северной части Южного Приаралья, г/л, мг/экв/л

| CO <sub>2</sub> | HCO <sub>3</sub> | Cl     | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg     | Na+K   |
|-----------------|------------------|--------|-----------------|-------|--------|--------|
| Нет             | 0,445            | 13,34  | 10,32           | 0,68  | 2,40   | 8,30   |
|                 | 7,30             | 376,25 | 214,00          | 34,00 | 198,00 | 360,95 |
| Нет             | 0,543            | 10,28  | 6,50            | 0,68  | 1,53   | 6,24   |
|                 | 8,90             | 290,00 | 135,30          | 34,00 | 126,00 | 271,13 |
| 0,264           | 0,756            | 18,34  | 13,33           | 0,67  | 3,05   | 12,24  |
|                 | 12,40            | 517,40 | 277,90          | 33,30 | 251,20 | 532,00 |
| 0,012           | 0,319            | 1,31   | 1,59            | 0,46  | 0,23   | 0,78   |
|                 | 5,40             | 37,20  | 33,00           | 23,40 | 18,60  | 34,00  |
| Нет             | 0,390            | 1,16   | 2,80            | 0,63  | 0,36   | 0,83   |
|                 | 6,40             | 33,00  | 58,20           | 31,10 | 30,40  | 36,10  |
| Нет             | 0,195            | 4,51   | 3,27            | 0,38  | 0,74   | 2,73   |
|                 | 3,20             | 127,30 | 68,20           | 19,00 | 61,00  | 18,70  |
| Нет             | 0,524            | 1,42   | 1,73            | 0,48  | 0,28   | 0,86   |
|                 | 8,60             | 40,30  | 36,10           | 24,00 | 23,50  | 37,50  |
| Нет             | 1,049            | 10,80  | 10,53           | 0,64  | 2,06   | 7,80   |
|                 | 17,20            | 304,80 | 219,30          | 32,00 | 170,00 | 339,30 |
| Нет             | 0,231            | 29,92  | 15,47           | 0,66  | 4,07   | 18,43  |
|                 | 3,80             | 843,80 | 322,10          | 33,00 | 335,00 | 801,70 |
| Нет             | 0,335            | 32,97  | 10,02           | 0,84  | 3,10   | 19,33  |
|                 | 5,50             | 930,00 | 298,00          | 42,00 | 255,00 | 840,67 |
| Нет             | 0,335            | 0,10   | 0,29            | 0,14  | 0,03   | 0,01   |
|                 | 5,50             | 3,05   | 6,06            | 7,40  | 3,00   | 4,06   |
| Нет             | 0,226            | 0,28   | 0,42            | 0,20  | 0,04   | 0,15   |
|                 | 3,70             | 8,15   | 8,83            | 10,20 | 3,40   | 6,87   |



протоки Амударьи, ирригационные системы и орошаемые массивы в качестве источников питания грунтовых вод,

региональные области разгрузки потоков грунтовых вод — бессточные котловины живой дельты и оз. Каратерень (восточное, 40 м абс. выс.), Судочье.

Химический состав и минерализация грунтовых вод, как и глубина их залегания, отличаются большим разнообразием. Это обусловлено различиями литолого-геоморфологического строения, дренированностью территории, аридностью климата и влиянием ирригационно-хозяйственных факторов. На участках, обеспеченных подземным оттоком (приустьевые полосы Амударьи и ее протоков, поливные поля и др.), где формируются потоки, минерализация вод отвечает сульфатно-гидрокарбонатному типу, равна 1—5 г/л (рис. 5). На склонах водораздельных равнин и повышениях рельефа (область транзита) минерализация возрастает до 10—15 г/л, а тип становится хлоридно-сульфатным. По мере приближения к локальным областям разгрузки минерализация достигает 15—30 г/л и более, а в котловинах — более 30, местами даже свыше 50. Тип минерализации становится хлоридным с повышенным содержанием натрия или сульфатно-хлоридным (табл. 10). В пределах описываемой территории, как и в других приморских дельтах, грунтовые воды практически бессточны, резко преобладает вертикальный водообмен.

Таким образом, к гидрогеологическим особенностям дельты следует отнести следующие:

степень минерализации грунтовых вод, повышающаяся от вершинной части (район г. Нукуса) к периферии дельты (приморской равнины), при этом тип минерализации изменяется от гидрокарбонатного (вблизи Амударьи) до хлоридного или хлоридно-натриевого (в прибрежной части),

сильная минерализация (более 35 г/л) хлоридных (с повышенным содержанием натрия) грунтовых вод у подножья структурно-денудационных возвышенностей и чинка, обязанная залежам соли и соров,

относительно хорошо выраженная локализация подземного стока в мощных песчаных отложениях древних протоков Амударьи, являющихся потенциальными коллекторами грунтовых вод (Н. Н. Ходжибаев), слабоминерализованных, гидрокарбонатно-кальциевого типа, пригодных для питья,

более высокая минерализация грунтовых вод древней части дельты и преобладание натриево-хлоридного типа их в подчинковых равнинах и восточной половине Южного Приаралья.

Вертикальный водообмен, способствующий концентрации солей в зоне аэрации, обуславливает положительный региональный солевой баланс. Устойчивое накопление солей в грунтах вызвано только расходом грунтовых вод на испарение. Аридный сухой и жаркий климат — один из главнейших факторов повышения минерализации, качественной трансформации грунтовых вод, увеличения ионов хлора, сульфата и натрия и кристаллизации солей в активном слое, перехода их в твердое состояние. Питающиеся за счет минерализованных вод оз. Судочье и Каратерень грунтовые воды всюду сильноминерализованные, преимущественно хлоридные (с повышенным содержанием натрия), натриево-хлоридные (рис. 6) или сульфатно-хлоридные (разрезы 210, 204, 28, 04, 07, 268 и др.). Эти воды залегают на небольшой глубине. Происходит интенсивное испарение их и одновременное обогащение почвы солями. Тип и количество солей в почвах в большинстве случаев соответствуют составу их в грунтовых водах (см. табл. 10).



В средне- и сильноминерализованных водах часто преобладают ионы хлора, натрия, сульфата и магния (разрезы 210, 204, 28, 04, 07, 268), а в слабоминерализованных — гидрокарбонаты и кальций (разрезы 215, 241, 247). Это связано с концентрацией солей хлора, натрия, магния и других в более минерализованных застойных грунтовых водах.

Повышение минерализации и формирование химического состава грунтовых вод происходит также за счет речных и ирригационных. Минерализация вод в устье Амударьи достигает 0,75 г/л, тип — хлоридно-сульфатный (с повышенным содержанием натрия), в Кипчакдарье —

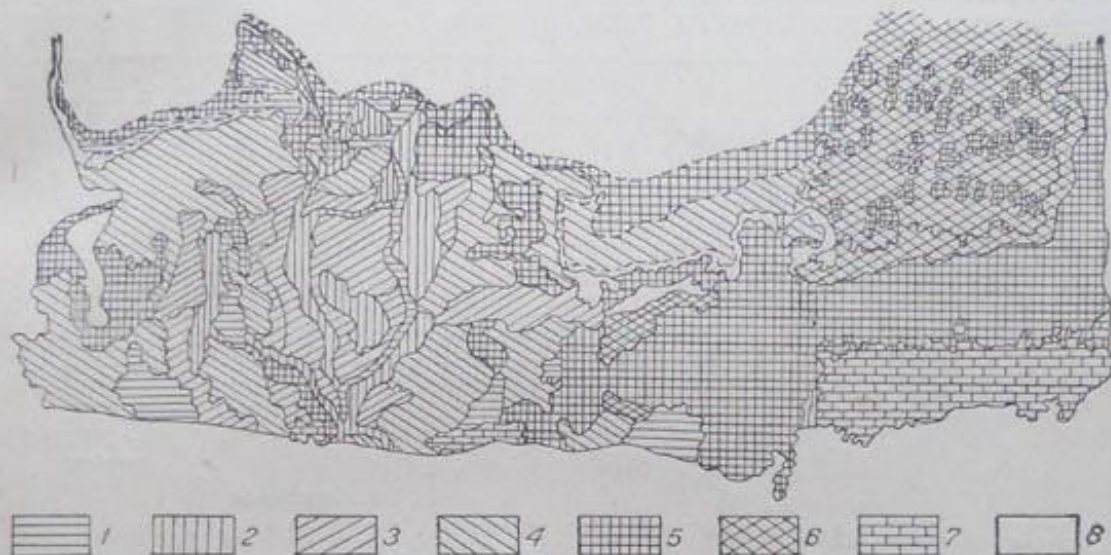


Рис. 6. Химический состав грунтовых вод северной части Южного Приаралья и обсохшей части дна Аральского моря (июнь—июль, 1977 г.):

1 — гидрокарбонатно-сульфатный с участием кальция, 2 — сульфатный с повышенным содержанием натрия или кальция, 3 — хлоридно-сульфатный, 4 — сульфатно-хлоридный, 5 — хлоридный с участием натрия или сульфата, 6 — натриево-хлоридный, 7 — безводные территории, 8 — озера.

2,47 г/л (такого же типа), в канале Раушан — 1,68 г/л, гидрокарбонатно-сульфатного типа с повышенным содержанием натрия и хлора, в протоке Караджар — 2,01 г/л, хлоридно-сульфатного с повышенным содержанием натрия и т. д. Все протоки и ирригационные каналы берут начало из Амударьи, по мере удаления от нее повышается степень минерализации вод и синхронно изменяется их тип солености. Подобные же изменения минерализации претерпевают и грунтовые воды с удалением от протоков.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ И РЕЧНОГО СТОКА р. АМУДАРЬИ

Изменения стока, вызванные естественными причинами (климатические факторы) и хозяйственной деятельностью человека (антропогенные факторы), ведут, как правило, к безвозвратной потере стока. В устье Амударьи, как в конечном звене гидрографической сети, интегрируются все изменения в режиме стока, происходящие в бассейне. Любые изменения речного режима немедленно, непосредственно или косвенно отражаются на устьевых процессах в дельте.

Водохозяйственная деятельность человека влияет на гидрологический режим Амударьи и в основном проявляется в изменении объема и



внутригодового распределения стока воды в результате зарегулирования реки, заборов воды на орошение. Изъятие воды на орошение из рек бассейна Аральского моря с 1960 г. привело к большим изменениям. Следовательно, деятельность человека ведет к изменению не только стока реки, но и уровня моря.

**Изменение в строении естественной гидрографической сети.** Естественную гидрографическую сеть устьевой области Амударьи к 1965 г. охарактеризовал М. М. Рогов (1968). За 1966—1978 гг. произошли существенные изменения в ее строении.

Современная гидрографическая сеть рассматриваемой территории складывается из основного русла реки, протоков, полупроточных и непро-



Рис. 7. Схема гидрографической сети дельты Амударьи.

1 — коллекторы, 2 — каналы, 3 — сухие русла протоков, 4 — озера, 5 — возвышенности, 6 — границы административных районов, 7 — береговая линия Аральского моря в 1978 г.

точных озерных водоемов, а также из многочисленных ирригационных каналов, их разветвлений и коллекторно-дренажной сети (рис. 7).

В 1971—1973 гг. коллективом Управления гидрометеослужбы УзССР выполнены исследования дельты Амударьи на участке от вершины дельты (Тахиаташская плотина) до взморья. Результаты исследований опубликованы в трудах САРНИГМИ (Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт), в работах В. А. Бондаря (1975), А. М. Никитина и В. А. Бондаря (1975) и др.

Установлено, что за 1966—1973 гг. значительно сократились затопляемые площади, произошло обмеление взморья и его отступление. На всех гидропостах дельты отмечался спад уровня воды. В этом отношении характерен водопост Темирбай (конечный гидропост на р. Аму-



дарьи), где среднегодовая интенсивность падения уровня воды составила 0,3—0,4 м, а общее понижение уровня — 2,5 м.

Спрямление основного русла Амударьи привело к сокращению общей длины реки на 11 км. Практически бездействует р. Кипчакдарья, сток Амударьи сосредоточился по Акдарье.

Современное состояние естественной гидрографической сети северной части дельты Амударьи характеризуется пересыханием большей части внутридельтовых озер. Одна из основных причин этого явления — маловодье 1971—1979 гг. (1974 год — аномально маловодный);

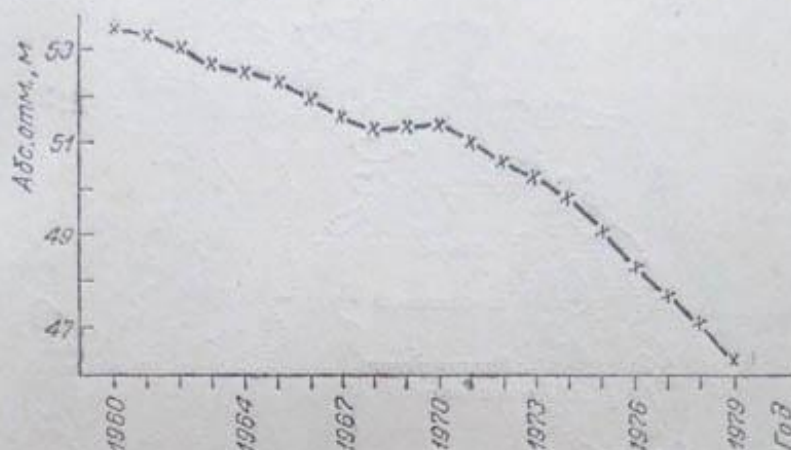


Рис. 8. Колебания уровня Аральского моря по годам.

другой причиной послужило снижение уровня Аральского моря за 1960—1978 гг. с 53,42 м абс. до 47,12, т. е. на 6,3 м (рис. 8).

Снижение уровня моря привело к понижению базиса эрозии, а затем к увеличению уклона русла Амударьи и его заглублению. В нижней части дельты нерусловой сток реки резко сократился. Практически даже во время прохождения пика паводка вода не выходит из берегов и не затопляет дельту. Период действия временных водотоков, через который осуществлялся сток в дельтовые массивы, также резко уменьшился. Эпизодические мероприятия по перекрытию русла и обводнению дельты имеют кратковременный эффект. В 1968 г. в районе Байгужи русло Амударьи было перекрыто, за 20 дней в дельту поступило более 500 млн. м<sup>3</sup> воды, что позволило восстановить 40 тыс. га нерестилищ и обводнить более 50 тыс. га пастбищ.

В 1971—1972 гг. в районе Кызылджара возведена земляная перемычка, позволившая обводнить в 1972 г. около 500 тыс. га нерестилищ и более 100 тыс. га пастбищ. Однако все эти меры частного характера проблему обводнения дельты не решают.

Сокращение притока воды в дельту привело к отмиранию множества протоков и к полному или частичному их высыханию. Только за 1964—1972 гг. площадь пересохших озер составила более 260 км<sup>2</sup> (Никитин, Бондарь, 1975). Площадь такого крупного озера, как Судочье, сократилась почти в 3,5 раза и составила, по данным В. А. Бондаря (1975), 96 км<sup>2</sup> в 1972 г. по сравнению с 330 км<sup>2</sup> в 1964 г. В междуречье Амударьи — Кипчакдарьи сток уменьшился. Кипчакдарья не имеет связи с Амударьей. Озера Закиркуль, Коксу и другие резко изменились. Озеро Шегеколь в 1977 г. высохло, но в 1978 г. вновь наполнилось за счет частичного сброса воды из Амударьи.

Авандельтовый район характеризуется динамичной системой дельтовых рукавов, из которых одни отмирают, другие, наоборот, развива-



ются. Пример активно развивающегося рукава — Урдабай, удлинившийся более чем на 1 км за счет отступления моря и отложений естественных наносов, в которые врезается его русло за один год.

Рукава Инженерузек, недавно использовавшиеся как удобная судоходная трасса, и Аккай активно исчезают. Русло их заилилось на всем протяжении за счет выпадения как влекомых, так и взвешенных



Рис. 9. Схема береговой линии Аральского моря при различных отметках уровня.

Абс. отметка уровня: 1 — 53 м (1962 г.), 2 — 48 (1976 г.), в перспективе: 3 — 43, 4 — 38, 5 — 33 м.

наносов. В 1957 г. М. М. Рогов отмечал, что Аккай — основной рукав Амударьи, действует он только при пике паводка. В 1977 г. сток по Аккаю не осуществлялся почти в течение всего года.

Общая тенденция уменьшения стока отмечается вниз по течению реки, что, естественно, оказывает огромное влияние на динамику русла Амударьи и всей гидрографической сети дельты.

Отмирают дельтовые рукава. Максимальный сток в аномально многоводном 1969 году достиг 55,1 км<sup>3</sup>, что явилось причиной образования многочисленных глубоких прорывов морского берегового вала и значительного сброса вод приморских водоемов дельты в море. Мало-водные 1970—1972 годы, особенно 1974—1977, и врезание основного русла р. Амударьи привели к полному высыханию практически всех естественных водоемов и водотоков дельты.

Снижение уровня Аральского моря до отметки 47,12 м (1978 г.) привело к резкому ухудшению гидрологических условий на взморье. Неблагоприятные для рыбного хозяйства изменения претерпели мелко-



водные, слабозащищенные акватории устьевого взморья. Заливы Аджибай, Муйнакский, Джалтырбас перестали существовать. Пятиметровая изобата стала уже сушей, в недалеком будущем десятиметровая изобата вплотную приблизится к берегу моря (рис. 9). Создание новой коллекторно-дренажной сети привело к сокращению площадей водной поверхности дельты за счет осушения внутридельтовых озер. Сооружение дамб обвалования для предотвращения размывов рукавов и протоков оказало существенное влияние на переформирование гидрографической сети в северной части дельты Амударьи.

Обвалование русла Амударьи по обоим берегам ограничило число водотоков. В нижней части дельты 95% стока реки осуществляется одним руслом.

Дальнейшее развитие гидрографической сети определится деятельностью человека и, прежде всего, изъятием и регулированием стока. Это явится причиной нерегулярного, а в маловодные годы и полного прекращения выхода речных вод на поверхность дельты.

**Жидкий сток и его изменения.** Величина водного стока Амударьи в северной части дельты нами приводится по гидроствам Чатлы (с 1974 г. г/с Саманбай), Кызылджар, Темирбай (табл. 11, 12).

Начало паводка на гидроствах Чатлы, Кызылджар и Темирбай наблюдается в конце марта—начале апреля. В Амударье в апреле—мае проходят дождевые паводки, которые сливаются в одну волну с резким повышением расхода воды. Главный летний паводок, вызванный таянием высокогорных снегов и ледников, проходит в июне—июле. Наибольшие расходы воды за период наблюдений отмечены в июле.

Наращение и спад паводка происходят медленно, так как он совпадает с установлением устойчивого периода высоких температур воздуха в горах.

Во второй половине июля начинается спад половодья. Зимой, когда река переходит на грунтовое питание, наблюдаются самые низкие расходы воды. Условно к этому сезону отнесен и март.

Зарегулирование стока Амударьи уменьшило после 1965 г. расход воды по всем гидроствам дельты (рис. 10). Отмечено также снижение абсолютной величины минимальных расходов воды. Амплитуда

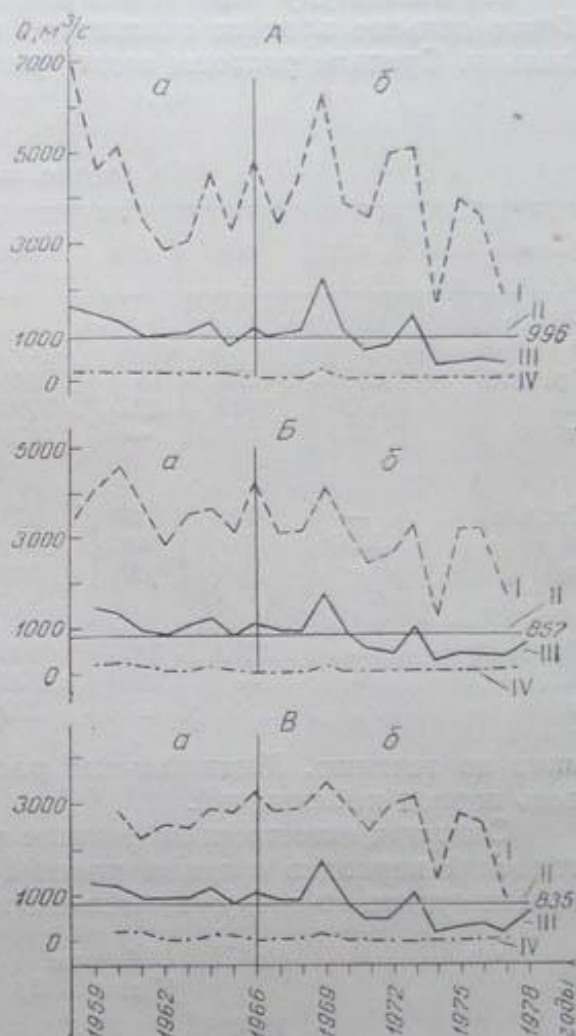


Рис. 10. Многолетние колебания расходов воды реки Амударьи.

Гидростворы: А — Чатлы (Саманбай), Б — Кызылджар, В — Темирбай, а — естественный режим, б — зарегулированный; расход: I — максимальный, II — средний многолетний, III — средний, IV — минимальный.



колебаний максимальных расходов для Чатлинского гидроствора при естественном режиме составляет 6930—2890 м<sup>3</sup>/сек (табл. 13).

Вниз по течению амплитуда максимальных колебаний расходов воды сглаживается. Так, на гидростворе Кызылджар они колебались от 4640—2890 м<sup>3</sup>/сек при естественном режиме до 4270—1190 при зарегулированном, на гидростворе Темирбай соответственно от 2870—2270 до 3470—935.

На амплитуду колебаний среднемноголетних расходов воды особенно сильное влияние оказывает изъятие стока реки на обводнение дельты. Средние расходы воды уменьшаются по всем постам дельты

Средние, максимальные и минимальные годовые

| Годовой расход    | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Чатлы (с 1974 г.— |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Средний           | 1660 | 1470 | 1330 | 989  | 901  | 1010 | 1240 | 805  | 1130 |
| М                 | 6930 | 4680 | 5260 | 3650 | 2890 | 3040 | 4600 | 3360 | 4910 |
| т                 | 212  | 181  | —    | 176  | 182  | 132  | 140  | 151  | 0,30 |
| Кызыл             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Средний           | —    | 1480 | 1360 | 979  | 874  | 1040 | 1210 | 809  | 1040 |
| М                 | 3380 | 4100 | 4640 | 3740 | 2890 | 3540 | 3660 | 3160 | 4270 |
| т                 | —    | 213  | 218  | 180  | 93,0 | 98,0 | 131  | 100  | 2,90 |
| Темир             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Средний           | —    | 1270 | 1200 | 930  | 925  | 950  | 1160 | 800  | 1050 |
| М                 | —    | —    | 2840 | 2270 | 2540 | 2440 | 2870 | 2800 | 3200 |
| т                 | —    | —    | 232  | 219  | 48,0 | 65,0 | 126  | 131  | 0,0  |

вниз по течению. Минимальные расходы оставались стабильными за весь период наблюдений.

Сток при естественном режиме реки по гидроствору Чатлы за многолетний период в среднем равен 1175 м<sup>3</sup>/сек (от 2885 до 246), о чем можно судить по следующим данным (км<sup>3</sup>):

| Год  | Чатлы<br>(Саманбай) | Кызыл-<br>джар | Темир-<br>бай |
|------|---------------------|----------------|---------------|
| 1958 | 52,3                | —              | —             |
| 1959 | 46,3                | 46,6           | 40,0          |
| 1960 | 41,9                | 43,0           | 37,8          |
| 1961 | 31,1                | 30,8           | 29,2          |
| 1962 | 28,4                | 27,5           | 29,1          |
| 1963 | 31,8                | 32,8           | 29,9          |
| 1964 | 39,1                | 38,2           | 36,5          |
| 1965 | 25,3                | 25,5           | 25,2          |
| 1966 | 35,6                | 32,8           | 33,1          |
| 1967 | 29,2                | 26,9           | 28,6          |
| 1968 | 34,4                | 27,9           | 28,9          |
| 1969 | 70,6                | 55,4           | 55,1          |
| 1970 | 32,4                | 28,8           | 28,7          |
| 1971 | 20,6                | 15,8           | 15,3          |
| 1972 | 24,3                | 13,1           | 15,5          |
| 1973 | 43,5                | 31,2           | 33,4          |
| 1974 | 6,90                | 6,30           | 6,21          |
| 1975 | 11,3                | 10,6           | 10,0          |
| 1976 | 12,5                | 11,2           | 10,3          |
| 1977 | 10,0                | 9,0            | 7,24          |
| 1978 | —                   | 21,3           | 18,9          |



При зарегулированном режиме (за 1966—1970 гг.) максимальный сток (за счет аномально многоводного 1969 года) составил 2240 м³/сек. Для подачи воды на орошение через каналы Кызкеткен и им. Ленина в 1969 г. Амударью в районе Кызкеткена не перекрывали и вода в каналы поступала самотеком.

За 1971—1977 гг. наблюдалось резкое уменьшение расхода воды благодаря прогрессирующему увеличению забора ее на орошение, наряду с этим отмечено и естественное колебание. Так, в аномально мало-водном 1974 году сброс воды по р. Амударье составил всего 6,21 км³.

Таблица 11

расходы воды р. Амударьи по гидростворам, м³/сек

| 1967             | 1968    | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
|------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Саманбай)</b> |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 928              | 1090    | 2240 | 1030 | 653  | 773  | 380  | 219  | 360  | 396  | 320  |      |
| 3340             | 4630    | 6360 | 3870 | 3870 | 5070 | 5130 | 1560 | 4010 | 3630 | 1930 |      |
| 0,00             | 0,00    | 185  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |
| <b>джар</b>      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 855              | 884     | 1760 | 913  | 502  | 416  | 990  | 201  | 337  | 356  | 286  | 676  |
| 3060             | 3140    | 4140 | 3180 | 2400 | 2650 | 3240 | 1190 | 3100 | 3110 | 1610 |      |
| 0,00             | 0,00    | 120  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |
| <b>бай</b>       |         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 908              | 914     | 1750 | 910  | 487  | 491  | 1060 | 197  | 318  | 326  | 230  | 603  |
| 2820             | 2930    | 3470 | 2910 | 2330 | 2920 | 3080 | 1260 | 2660 | 2580 | 935  |      |
| 0,00             | 0,00152 |      | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |      |

Забор воды из рек на орошение с 1962 по 1978 г. вызвал понижение уровня Аральского моря на 5,92 м, т. е. в среднем на 0,41 м в год (табл. 14).

Таблица 12

Среднемесечные; среднегодовые расходы воды (м³/сек) за периоды естественного (1958—1965 гг.) и зарегулированного (1966—1977 гг.) режима р. Амударьи по гидростворам

| Период                  | I   | II  | III | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI  | XII | Годо-<br>вой |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--------------|
| <b>Чатлы (Саманбай)</b> |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |              |
| 1958—1965               | 540 | 444 | 246 | 631 | 1448 | 2099 | 2885 | 2145 | 1450 | 910  | 711 | 582 | 1175         |
| 1966—1977               | 288 | 216 | 164 | 372 | 987  | 719  | 2145 | 1622 | 1298 | 789  | 508 | 340 | 876          |
| 1958—1977               | 389 | 307 | 197 | 476 | 1172 | 187  | 2441 | 1931 | 1359 | 837  | 590 | 437 | 996          |
| <b>Кызылджар</b>        |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |              |
| 1958—1965               | 576 | 428 | 242 | 548 | 1500 | 2058 | 2556 | 1946 | 1495 | 988  | 709 | 600 | 1107         |
| 1966—1977               | 243 | 232 | 137 | 301 | 781  | 1338 | 1622 | 1269 | 1117 | 708  | 456 | 289 | 711          |
| 1958—1977               | 376 | 310 | 179 | 400 | 1068 | 1626 | 1996 | 1540 | 1268 | 820  | 557 | 403 | 857          |
| <b>Темирбай</b>         |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |     |     |              |
| 1958—1965               | 518 | 450 | 259 | 526 | 1341 | 1681 | 2032 | 1789 | 1471 | 1015 | 760 | 641 | 904          |
| 1966—1977               | 265 | 227 | 119 | 286 | 795  | 1256 | 1556 | 1294 | 1121 | 710  | 516 | 315 | 720          |
| 1958—1977               | 358 | 309 | 175 | 382 | 1013 | 1426 | 1746 | 1492 | 1261 | 844  | 606 | 432 | 835          |

Разница в объеме стока Амударьи и Сырдарьи в Аральское море иногда достигала 34,17 км³, а колебания уровня — 0,83 м. В связи со снижением уровня моря уменьшался и базис эрозии, что вело к заглуб-



лению русла Амударьи в устьевом течении и перераспределению не только жидкого, но и твердого стока реки.

**Твердый сток.** Амударья несет огромное количество взвешенных наносов. По мутности воды и стоку взвешенных наносов она занимает одно из первых мест среди рек земного шара.

Таблица 13

Амплитуды колебаний расходов воды по гидростворам Амударьи за период 1958—1977 гг., м<sup>3</sup>/сек

| Период           | М               | Среднее        | м             |
|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Чатлы (Саманбай) |                 |                |               |
| 1958—1965        | 6930—2890(4040) | 2885—246(2639) | 212—132(80)   |
| 1966—1977        | 6360—1560(4800) | 2145—164(1981) | 185—0,00(185) |
| Кызылджар        |                 |                |               |
| 1958—1965        | 4640—2890(1750) | 2556—242(2314) | 218—98(120)   |
| 1966—1977        | 4270—1190(3080) | 1622—137(1485) | 120—0,00(120) |
| Темирбай         |                 |                |               |
| 1958—1965        | 2870—2270(600)  | 2032—259(1773) | 232—65(167)   |
| 1966—1977        | 3470—935(2531)  | 1611—122(1489) | 152—0,00(152) |

Таблица 14

Изменение уровня моря и объемов стока воды по гидростворам Темирбай (р. Амударья), г. Казалинск (р. Сырдарья)

| Год  | Уровень моря, м | Объем стока Амударьи |                 | Объем стока Сырдарьи |                 | Общий приток в море, км <sup>3</sup> | Изменение уровня воды, м | Изменение притока воды, км <sup>3</sup> |
|------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
|      |                 | м <sup>3</sup> /сек  | км <sup>3</sup> | м <sup>3</sup> /сек  | км <sup>3</sup> |                                      |                          |                                         |
| 1960 | 53,4            | 1200                 | 37,8            | 666                  | 21,0            | 58,8                                 | —                        | —                                       |
| 1961 | 53,3            | 930                  | 29,2            | —                    | —               | —                                    | 0,07                     | —                                       |
| 1962 | 53,0            | 925                  | 29,1            | 184                  | 5,7             | 34,9                                 | 0,31                     | —                                       |
| 1963 | 52,7            | 950                  | 29,9            | 335                  | 10,6            | 40,5                                 | 0,34                     | + 5,6                                   |
| 1964 | 52,6            | 1160                 | 36,5            | 473                  | 14,9            | 51,4                                 | 0,09                     | +10,9                                   |
| 1965 | 52,3            | 800                  | 25,2            | 149                  | 4,6             | 29,9                                 | 0,24                     | 21,5                                    |
| 1966 | 51,9            | 1050                 | 33,1            | 304                  | 9,5             | 42,6                                 | 0,45                     | +12,78                                  |
| 1967 | 51,6            | 908                  | 28,6            | 277                  | 8,6             | 37,3                                 | 0,31                     | 5,38                                    |
| 1968 | 51,2            | 914                  | 28,9            | 231                  | 7,2             | 36,1                                 | 0,32                     | 1,20                                    |
| 1969 | 51,3            | 1750                 | 55,1            | 554                  | 17,5            | 72,6                                 | +0,05                    | +36,5                                   |
| 1970 | 51,4            | 910                  | 28,7            | 313                  | 9,8             | 38,6                                 | +0,11                    | 34,0                                    |
| 1971 | 51,0            | 487                  | 15,3            | 259                  | 8,1             | 23,5                                 | 0,41                     | 15,1                                    |
| 1972 | 50,6            | 491                  | 15,5            | 221                  | 6,9             | 22,4                                 | 0,39                     | 1,1                                     |
| 1973 | 50,3            | 1060                 | 33,4            | 283                  | 8,9             | 42,3                                 | 0,34                     | +20,1                                   |
| 1974 | 49,9            | 197                  | 6,21            | 61,2                 | 1,9             | 8,1                                  | 0,39                     | 34,17                                   |
| 1975 | 49,0            | 318                  | 10,0            | 19,4                 | 0,6             | 10,6                                 | 0,85                     | + 2,47                                  |
| 1976 | 48,3            | 326                  | 10,3            | 17,9                 | 5,5             | 10,9                                 | 0,77                     | + 0,30                                  |
| 1977 | 47,7            | 230                  | 7,24            | 15,2                 | 0,4             | 7,7                                  | 0,60                     | 3,18                                    |
| 1978 | 47,12           | 603                  | 18,9            | —                    | —               | —                                    | 0,59                     | —                                       |
| 1979 | 46,6            | 345                  | 10,9            | —                    | —               | —                                    | —                        | —                                       |

Примечание. Плюс у цифр обозначает увеличение уровня воды или приток, минус—данных нет.

В Средней Азии более мутной водой отличаются р. Кушка, Теджен, Атрек и Вахш, но по стоку взвешенных наносов они намного уступают р. Амударье.

По гидроствору Чатлы (табл. 15) при естественном режиме реки среднегодовой расход взвешенных наносов за 1937—1965 гг. составил



3876 кг/сек, при зарегулированном — 3480 кг/сек, наибольший наблюдался в 1969 г. — 10 000 кг/сек (табл. 16).

При естественном режиме среднегодовые расходы взвешенных наносов уменьшаются вниз по течению, при зарегулированном наблюдается

Таблица 15

Многолетние среднемесячные расходы взвешенных наносов по гидростворам, кг/сек

| Год       | I   | II  | III | IV   | V    | VI   | VII   | VIII | IX   | X    | XI   | XII | Годовой |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|---------|
| Чатлы     |     |     |     |      |      |      |       |      |      |      |      |     |         |
| 1937—1965 | 502 | 464 | 592 | 2597 | 8494 | 9222 | 10269 | 7997 | 3512 | 1460 | 934  | 640 | 3876    |
| 1966—1975 | 150 | 84  | 400 | 2562 | 5972 | 9810 | 10440 | 7075 | 2840 | 1143 | 811  | 443 | 3480    |
| Кызылджар |     |     |     |      |      |      |       |      |      |      |      |     |         |
| 1958—1965 | 420 | 272 | 217 | 1954 | 5827 | 9543 | 1227  | 6971 | 3557 | 2173 | 1395 | 942 | 2960    |
| 1966—1975 | 97  | 93  | 361 | 1209 | 4431 | 7874 | 7650  | 6044 | 3769 | 1576 | 1053 | 459 | 3191    |
| Темирбай  |     |     |     |      |      |      |       |      |      |      |      |     |         |
| 1958—1965 | 350 | 241 | 154 | 1041 | 5012 | 5718 | 6850  | 4838 | 2788 | 1782 | 942  | 626 | 3011    |
| 1966—1975 | 144 | 93  | 414 | 2987 | 5500 | 8926 | 11029 | 7156 | 4482 | 1628 | 991  | 447 | 3622    |

ся обратная тенденция. Исключением является Кызылджар, где отмечено некоторое уменьшение этих величин по сравнению с Чатлы.

В связи с уменьшением стока Амударьи основная роль в обводнении дельты отводится ирригационной и коллекторно-дренажной сети.

Таблица 16

Расходы взвешенных наносов (кг/сек), мутность (г/м<sup>3</sup>) и твердый сток (млн т) по гидростворам дельты Амударьи

| При естественном режиме |                     |                                   |          | При зарегулированном режиме |                      |                                   |          |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------|
| наносы                  |                     | мутность<br>(наиб. из<br>ср. год) | тв. сток | наносы                      |                      | мутность<br>(наиб. из<br>ср. год) | тв. сток |
| сред. за пер.           | наиб. из<br>ср. год |                                   |          | сред. за<br>пер.            | наиб. из<br>ср. год  |                                   |          |
| Чатлы (Саманбай)        |                     |                                   |          |                             |                      |                                   |          |
| 3876                    | $\frac{6410}{1959}$ | $\frac{3660}{1952}$               | 122,5    | 3480                        | $\frac{10000}{1969}$ | $\frac{4460}{1968}$               | 99,6     |
| Кызылджар               |                     |                                   |          |                             |                      |                                   |          |
| 2960                    | $\frac{3600}{1959}$ | $\frac{2960}{1961}$               | 93,5     | 3191                        | $\frac{9400}{1969}$  | $\frac{4210}{1968}$               | 100,8    |
| Темирбай                |                     |                                   |          |                             |                      |                                   |          |
| 3011                    | $\frac{4800}{1959}$ | $\frac{3780}{1959}$               | 95,2     | 3622                        | $\frac{12000}{1969}$ | $\frac{6850}{1969}$               | 114,5    |

**Ирригационная сеть.** В пределах Приаральской дельты расположена крупная оросительная система Кызкеткен, являющаяся единственным источником, обеспечивающим водой орошаемые площади Нукусского, Кегейлийского, Чимбайского, Тахтакупырского и части Муйнакского районов. По данным Амударьинского УОС, они составляют 325 тыс. га. Однако в 1979 г. орошалось лишь около 30% этих площадей.



Кызкеткенский магистральный канал забирает воду из Амударьи в створе, расположенном на 300 м выше Тахиаташской плотины. На 25-м километре от головного сооружения он разделяется на две ветви: Куванышджарма и Кегейли. Система канала Куванышджарма обслуживает около 25 тыс. га орошаемых земель. Его головной расход воды колеблется от 25 до 75 м³/сек. Канал орошает Тахтакупырский и часть Кегейлийского районов. К Кегейлийской оросительной системе прикреплены земли Кегейлийского, частично Нукусского и Чимбайского районов общей площадью около 60 тыс. га, из которых около 15% заняты рисом. Головной расход канала колеблется от 40 до 80 м³/сек.

Система канала им. В. И. Ленина, расположенная на левом берегу Амударьи, обслуживает орошаемые земли Ходжейлийского, Шуманайского, Ленинабадского и Кунградского районов. Из общей площади

Таблица 17

Динамика использования площадей под посевы риса и хлопчатника в КК АССР за 1913—1977 гг.

| Год  | Поливная площадь, тыс. га |                  |           | Хлопчатник        |                                    | Рис               |                                 |
|------|---------------------------|------------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
|      | всего                     | под хлопчатником | под рисом | урожайность, ц/га | валовой сбор хлоп-ка-сырца, тыс. т | урожайность, ц/га | валовой сбор риса-сырца, тыс. т |
| 1940 | 151,2                     | 60,9             | 10,9      | 12,7              | 78,0                               | —                 | —                               |
| 1950 | 159,0                     | 83,0             | 8,1       | 16,6              | 139,0                              | —                 | —                               |
| 1960 | 191,7                     | 131,5            | 2,2       | 15,8              | 207,0                              | 15,4              | 3,4                             |
| 1970 | 193,1                     | 120,0            | 20,8      | 27,9              | 335,0                              | 28,3              | 59,1                            |
| 1976 | 261,4                     | 127,5            | 42,2      | 30,3              | 379,0                              | 42,4              | 179,0                           |
| 1977 | 261,8                     | 128,0            | 39,6      | 32,5              | 416,0                              | 46,6              | 184,0                           |

303,8 тыс. га, пригодной к орошению, в 1977 г. орошалось около 19%, в том числе рисом было занято около 4,3%. Канал работает почти круглый год, головной расход 130—140 м³/сек.

Система магистрального канала Шуманай орошает в Шуманайском районе площадь около 19 тыс. га. Канал функционирует круглый год с головным расходом 20—30 м³/сек. В зимнее время по каналу пропускается около 5 м³/сек воды для водоснабжения населения и водопоя скота.

По Кунградскому и Ленинабадскому районам проходит магистральный межрайонный канал Кунградская ветка. Общая орошаемая им площадь — 31 тыс. га. Головной расход не превышает 30—85 м³/сек. В осенне-зимний период для водоснабжения населения и водопоя скота пропускается около 10 м³/сек.

В Кунградском районе также действует магистральный канал Раушан, общая орошаемая им площадь — около 16 тыс. га. Головной расход канала — 60—80 м³/сек. Ведущая культура на землях — рис. В результате больших водохозяйственных работ в КК АССР из года в год увеличивается орошаемая площадь для посевов ведущих культур — хлопчатника и риса (табл. 17).

Существенный недостаток интенсивного развития орошаемого земледелия КК АССР — низкий КЗИ, в среднем по республике он едва достигает 0,3.

По данным Амударьинского УОС, удельная протяженность оросительных каналов превышает нормативные показатели в 5—6 раз, отсутствуют противофильтрационные одежды, головы многих оросителей



не оборудованы регулируемыми гидротехническими сооружениями. Все это ведет к перерасходу воды и ухудшает мелиоративное состояние орошаемых территорий. Так, в рассматриваемых районах фактические оросительные нормы брутто составляют в среднем 24 тыс. м<sup>3</sup>/га при норме 14 тыс. м<sup>3</sup>/га. Это вызывает значительные фильтрационные потери на ирригационных каналах и большие сбросы оросительной воды в коллекторы.

Общая орошаемая площадь с 1953 по 1976 г. в КК АССР увеличилась с 164,1 тыс. га до 261,4. Вместе с тем увеличилась и водоподача, например, с 1968 по 1976 г. на 2201 млн. м<sup>3</sup>. Оросительная норма брутто изменилась от 23,2 (1969 г.) до 31,7 тыс. м<sup>3</sup>/га (1976 г.). До 1966 г. вода

Таблица 18

Протяженность коллекторно-дренажной сети КК АССР к 1. I 1977 г. (данные Амударьинского УОС)

| Район          | Протяженность сети, км |                     | Общая | Орошаемая площадь, тыс. га | Удельная протяжен. сети на 1 га, м/га |
|----------------|------------------------|---------------------|-------|----------------------------|---------------------------------------|
|                | межхозяйственная       | внутрихозяйственная |       |                            |                                       |
| Турткульский   | 221                    | 842                 | 1063  | 29,6                       | 35,9                                  |
| Бирунийский    | 130                    | 681                 | 711   | 22,7                       | 31,3                                  |
| Амударьинский  | 193                    | 563                 | 756   | 23,5                       | 32,2                                  |
| Ходжейлийский  | 114                    | 456                 | 564   | 19,9                       | 28,6                                  |
| Шуманайский    | 35                     | 95                  | 130   | 16,7                       | 7,9                                   |
| Ленинабадский  | 23                     | 80                  | 102   | 23,2                       | 4,4                                   |
| Кунградский    | 93                     | 227                 | 320   | 236,8                      | 13,4                                  |
| Нукусский      | 20                     | 192                 | 212   | 19,9                       | 12,5                                  |
| Кегейлийский   | 149                    | 500                 | 649   | 21,9                       | 29,6                                  |
| Чимбайский     | 178                    | 413                 | 591   | 32,1                       | 18,4                                  |
| Караузьякский  | 95                     | 207                 | 302   | 17,5                       | 17,3                                  |
| Тахтакупырский | 71                     | 103                 | 174   | 12,3                       | 14,1                                  |
| Муйнакский     | —                      | —                   | —     | 1,7                        | —                                     |
| Итого          | 1321                   | 4260                | 5531  | 261,8                      | 21,3                                  |

подавалась на орошаемые поля при отсутствии коллекторно-дренажной сети. Избыточность способствовала заболачиванию земель и являлась основным источником питания грунтовых вод, грунтовые воды вызывали подтопление и засоление окружающей территории. Дальнейшее развитие орошаемого земледелия в Приаральской дельте невозможно без активного регулирования водно-солевого баланса путем отведения значительных запасов минерализованной воды за пределы орошаемого массива коллекторно-дренажными системами.

**Коллекторно-дренажная сеть.** Строительство коллекторно-дренажной сети на территории дельты начато лишь в 1962 г. В 1966 г. сбросные воды отводились уже со всех районов. Коллекторная сеть прокладывалась на существующих и вновь осваиваемых орошаемых землях, нуждающихся в мелиоративном улучшении. К 1. I 1977 г. в КК АССР построены и введены в эксплуатацию межхозяйственные коллекторы общей длиной 1321 км, а также внутрихозяйственные коллекторы и дрены протяженностью 4260 км (табл. 18).

Мелиоративная система правобережной части дельты Амударьи охватывает территории Кегейлийского, Чимбайского, Караузьякского, Тахтакупырского районов с орошаемой площадью 83,8 тыс. га. Общая протяженность сети составляет здесь 1716 км, из них внутрихозяйственная — 1223 км. На 1. I 1977 г., по данным



Амударьинского УОС, удельная протяженность КДС составила в среднем 19,9 м/га, в частности по Кегейлийскому району — 29,6 м/га.

Главные коллекторы системы — КС-1, КС-2, КС-3, КС-4, отводящие избыточные поверхностные, сбросные и дренажные воды в район Аральского моря.

КС-1 длиной 128 км начинается на территории рисоводческого совхоза им. 50-летия ВЛКСМ на расстоянии 1 км от Амударьи и первые 19 км проходит по старому руслу протоки Крейтузьяк. Пересекая территорию Кегейлийского района в новом русле длиной 33 км, коллектор доходит до Бозкульских озер, представляющих собой естественные понижения, заполняющиеся сбросными водами оросительных каналов Кызкеткенской оросительной системы. После пересечения их трасса коллектора проходит по естественному руслу сухого протока Кызылузек и Тасжармыса. Далее коллектор идет частично по целине, частично по руслам старых протоков Амударьи и, проходя по территории Чимбайского района, на 80—91-м километре пересекает возвышенность Кушканатау, выходит на приморскую равнину, примыкающую к Аральскому морю. Общая площадь, подчиненная коллектору КС-1, составляет 300 тыс. га, причем к 1975 г. из них орошалось 28 тыс. га. Расходы воды в коллекторе ниже 87-го километра колеблются в пределах 0,56—31,0 м<sup>3</sup>/сек.

Коллектор КС-3 длиной 95 км проходит 20 км по Кегейлийскому району, далее на север по границе между Чимбайским и Тахтакупырским районам. Площадь, подчиненная коллектору, составляет 144,4 тыс. га, из них орошается 30 тыс. га. Расходы в коллекторе ниже 55-го километра колеблются в пределах 1,0—14,0 м<sup>3</sup>/сек. С отступанием моря вся сбросная вода коллектора аккумулируется по озеровидным понижениям.

Коллектор КС-4 построен в старом русле протока Кокеу. Площадь, охваченная коллектором, размещается в границах Тахтакупырского района, валовая составляет 72,8 тыс. га, пригодная к освоению — 53 тыс. га. Пропускная способность коллектора — до 30 м<sup>3</sup>/сек. Расходы воды колеблются от 0,13 до 12,3 м<sup>3</sup>/сек.

Мелиоративная система левобережной части дельты Амударьи охватывает территории Ходжейлийского, Шуманайского, Ленинабадского и Кунградского районов, в пределах которых к 1. I 1977 г. орошалось 236,8 тыс. га, причем около 80% приходилось на Кунградский район. Общая протяженность этой мелиоративной системы составляет 1023 км, в том числе внутрихозяйственной — 758 км. Удельная протяженность сети колеблется от 4,4 до 28,6 м/га.

Основные коллекторы системы — Кунградский (ККС), Главный левобережный коллектор (ГПК).

Кунградский коллектор отводит воды в оз. Судочье. Коллектор образуется от слияния ГЛК и правой ветки ККС. Пропускная способность — 50 м<sup>3</sup>/сек. Коллектор имеет незначительный уклон русла (0,0001), построен в несвязанных рыхлых горных породах (песок, супесь), которые при насыщении водой становятся плавучими, особенно в концевой части. Из-за этого ширина коллектора постоянно увеличивается, а глубина уменьшается, что резко ухудшает его дренажную способность, чему также способствует подпор воды в месте сброса в оз. Судочье.

Правая ветка ККС начинается от совхоза «Ташкент» и идет вдоль железной дороги Ходжейли — Кунград, пересекает территорию совхоза им. Свердлова и «Хорезм» и на 50-м километре впадает в Кунградский коллектор — сброс ККС. Расходы воды в коллекторе колеблются в пре-



делах 0,6—12,0 м<sup>3</sup>/сек. Общая площадь, подчиненная коллектору, не превышает 26 тыс. га.

ГЛК является продолжением Ходжейлийского коллектора. ГЛК дренирует 40 тыс. га орошаемых земель. Пропускная способность 10 м<sup>3</sup>/сек. Однако дефект строительства (недобор до проектных отметок) не обеспечивает полного отвода дренажных и сбросных вод. Фактические расходы в коллекторе колеблются в пределах 6—10 м<sup>3</sup>/сек.

### ПОЧВЫ И ИХ СОЛЕВОЙ РЕЖИМ

Почвы Южного Приаралья описаны многими исследователями: В. В. Егоровым (1959) Н. В. Кимбергом, М. И. Кочубеем, С. А. Шуваловым (1964), В. П. Костюченко, Р. А. Сорокиным, В. А. Тимошкиным (1969) и др. Институт почвоведения АН УзССР в 1951—1952 гг. провел съемку на 1600 тыс. га. В работах А. И. Калашникова и др. (1956), Г. И. Вайлерта и др. (1961), Н. В. Кимберга, М. И. Кочубея, С. А. Шувалова (1964) приведены наиболее полные характеристики почв региона.

В связи со снижением уровня моря значительно расширились площади полугидроморфных и автоморфных почв, а с засолением субстрата в несколько раз увеличились площади солончаков. Произошли значительные изменения физико-химических свойств почв, их плодородия, солевого и водного режимов; все это обусловило необходимость комплексного изучения почв дельты.

Специальные изучения почв проводили многие исследователи (Попова, 1978; Каражанов, 1977) и др. Мы поставили задачу изучить почвы как один из важных компонентов природной среды.

**Особенности почвообразования и систематизация почв.** До 1960 г. на большей части низовьев Амударьи развивался гидроморфный пойменно-дельтовый почвообразовательный процесс. В. А. Ковда (1973) различал несколько стадий гидроморфного почвообразования. В эволюции почв дельты Амударьи также можно различить стадии гидроморфного почвообразовательного процесса. В углубленных депрессиях живой дельты, в которых наблюдалось развитие болотных почв в земноводных условиях при периодической смене затопления и наземного режима, сейчас наблюдается стадия интенсивного капиллярно-грунтового питания, поскольку грунтовые воды лежат на глубине 2,5—5 м. Водораздельные равнины, где ранее были сформированы луговые пойменно-аллювиальные почвы с признаками временного заболачивания, находятся в стадии слабого капиллярного грунтового питания. Глубина залегания грунтовых вод 3—5 м. Прирусловые валы, где прежде были распространены лугово-такрыные почвы, вступают в неавтоморфную стадию (палеогидроморфные почвы). Глубина залегания грунтовых вод ниже 5—7 м. В восточной части дельты на отдельных участках развивались лугово-такрыные почвы, они также перешли в стадию автоморфного развития.

Значительные изменения претерпевает водный режим типичных солончаков. После отрыва их нижних горизонтов от грунтовых вод они становятся остаточными, т. е. переходят в фазу автоморфного развития.

Таким образом, во всех гидроморфных почвах целинной части дельты Амударьи наблюдается устойчивая тенденция осушения, т. е. переход к автоморфной стадии развития. Появляются признаки зональных почв, свойственные пустынным зонам Средней Азии. Главными факторами почвообразования региона становятся испарение и углубление грунтовых вод. Этим обусловлены многие свойства почв, определяющие



морфологию, физико-химические особенности, плодородие, тенденцию и специфику развития. Регулярное паводковое затопление оказывало положительное влияние на испаряемость и грунтовое увлажнение; в результате рассолялись засоленные почвы (Калашников и др., 1956). При прогрессирующем понижении грунтовых вод и отсутствии паводкового затопления происходит аккумуляция солей в корнеобитаемом слое и на поверхности почвы. Этот же процесс приводит к отакыриванию почв.

Современные почвы живой дельты сохраняют признаки гидроморфной стадии развития, выраженные в большом количестве гумуса, растянутости его по профилю, наличии корней тростника до глубины 1,5—2 м, сильной оглеености горизонтов, обилии ракушек в верхних слоях, темной окраске по профилю до значительной глубины. Это позволяет отнести их к палеогидроморфным почвам.

Поскольку анализ распространения почв в регионе, влияние литолого-геоморфологического строения на почвообразовательный процесс уже рассмотрены (Калашников и др., 1956; Егоров, 1959; Вайлерт и др., 1961; Кимберг, Кочубей, Шувалов, 1964), отметим, что озерно-болотные комплексы становятся областью устойчивого накопления солей. На низких водоразделах между озерами и болотами наблюдается засоление почв до степени солончака. В зонах, где грунтовые воды лежат близко к поверхности, образуются типичные солончаки. Нижние части склонов высоких водораздельных равнин протоков характеризуются повышенной засоленностью, до солончака включительно, а верхние — стабилизацией соленакопления, местами рассолением. На прирусловых валах происходит прогрессивное рассоление.

Таким образом, солевой режим почв Южного Приаралья довольно сложный, это обусловлено, по-видимому, сложностью литолого-геоморфологического строения территории, режимом грунтовых вод, а также мозаичностью дренированности дельтовых равнин.

Приведем перечень типов почв по стадиям почвообразования, а также их трансформации в связи с падением уровня моря (рис. 11).

Б о л о т н ы е

Болотно-луговые

Орошаемые болотно-луговые

Л у г о в ы е

Орошаемые луговые

Луговые почвы, остаточно-болотные, повышенногумусные

С о л о н ч а к и болотные

соровые

луговые

типичные

остаточные

Л у г о в о - т а к ы р н ы е

Орошаемые лугово-такрыные

Лугово-такрыные, остаточно-болотные, повышенногумусные

Лугово-такрыные тугайные

Лугово-пустынные

Т а к ы р н ы е

Такрыные в комплексе с такрами, остаточными солончаками и песками

Такры

Пустынные песчаные

С е р о - б у р ы е

**Гидроморфные почвы.** Болотные почвы занимают днища бессточных и слабосточных понижений рельефа (обычно высыхающие озе-



ра). Большая площадь болотных почв приурочена к обсыхающему ложу оз. Судочьего. Избыточное увлажнение (глубина залегания грунтовых вод 0,0—0,5 м) и развитие анаэробных процессов обуславливают образование болотных почв. На них произрастают гидрофиты (тростник, камыш и др.). Различают торфянисто-болотные и иловато-болотные разновидности, для последних характерно соленакопление. Профиль болотных почв обычно мокрый, сильно окислен и оглеен, пронизан боль-

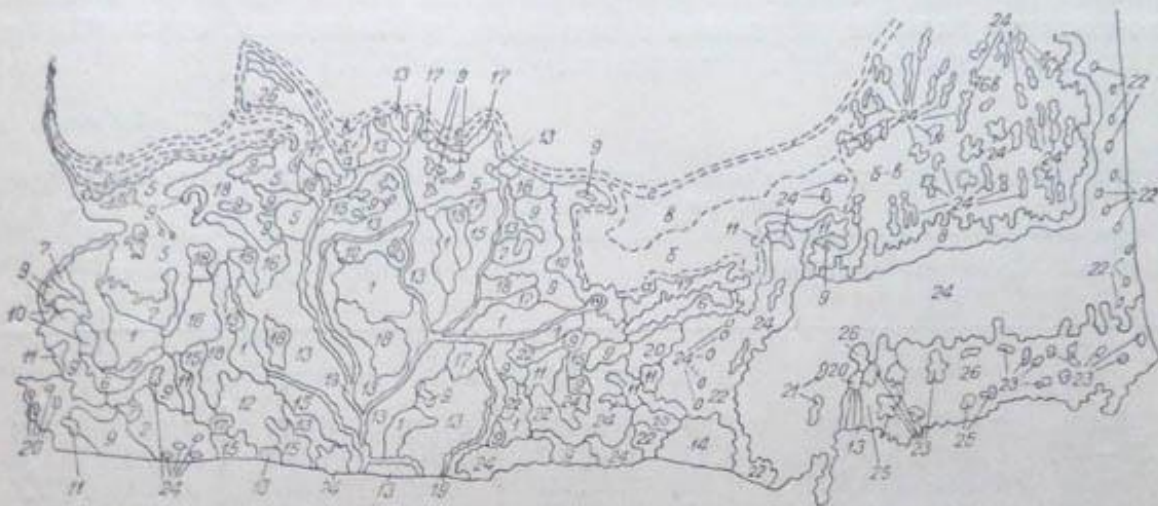


Рис 11. Почвы северной части Южного Приаралья:

1 — болотно-луговые пустынной зоны, 2 — орошаемые болотно-луговые, 3 — орошаемые луговые пустынной зоны, 4 — луговые почвы остаточного-болотные повышенного гумусные; 5 — луговые остаточного-болотные в сочетании с лугово-такрынными остаточного-болотными повышенного гумусными; солончаки: 6 — болотные, 7 — луговые, 8 — соровые, 9 — типичные, 10 — черные, 11 — чоклаковые, 12 — типичные в сочетании с лугово-такрынными почвами, 13 — лугово-такрырные, 14 — орошаемые лугово-такрырные, 15 — лугово-такрырные в сочетании с типичными солончаками, 16 — лугово-такрырные остаточного-болотные с лугово-такрынными, 17 — лугово-такрырные остаточного-болотные повышенного гумусные, 18 — лугово-такрырные остаточного-болотные в сочетании с типичными солончаками, 19 — лугово-такрырные тугайные в комплексе с лугово-пустынными, 20 — солончаки остаточные, 21 — такрырные, 22 — такрырные в комплексе с такрырами, остаточными солончаками и песками, 23 — такрырные серо-бурые, 24 — пустынные песчаные, 25 — серо-бурые, 26 — серо-бурые в комплексе с пустынными песчаными.

Обсыхающая часть дна Аральского моря: а — пустынные песчаные почвы и пески, б — типичные солончаки, в — луговые солончаки, г — маршевые солончаки. Болотные и луговые почвы пустынной зоны и такрыры в связи с распространением на незначительной площади на карте не указаны.

шим количеством корней тростника, иногда с торфянистыми прослоями. Мощность гумусового горизонта 20—40 см и более.

Содержание гумуса в болотных почвах колеблется от 1 до 7%. По содержанию гумуса и запасам органической массы почвы самые богатые в дельте Амударьи (Кимберг, Кочубей, Шувалов, 1964).

Основная часть болотных почв, до 1961 г. относившаяся к незасоленным и слабозасоленным, засолилась, чему способствовало близкое залегание минерализованных грунтовых вод (табл. 19).

Запасы солей в толще 0—20 см составляют 48 т/га, в толще 20—50 см — 55, 50—100 см — 57 т/га; содержание Cl соответственно 8, 7 и 8, используются эти почвы как сенокосные угодья.

Болотно-луговые почвы распространены по периферии оз. Судочьего, Кипсыра, Ходжакуля, Мошанкуля и др., а также в устьевой части Казахдарьи и КС-1. Водный режим болотно-луговых почв промывной и транспирационно-выпотной. В таких условиях анаэробные процессы (период затопления) периодически сменяются аэробными (период осушения), что вызывает в профиле почв совмещение признаков лугового и болотного почвообразования. Первый процесс проявляется в формировании дернового горизонта, а второй в глееобразовании



(Фанзов, 1970). С прекращением затопления эти почвы обычно переходят в луговые или солончаки.

Под дерновым горизонтом часто залегают оглеенные горизонты с многочисленными ржавыми и сизыми пятнами и мазками, придающими им пеструю окраску. Грунтовые воды находятся на глубине 0,8—1,5 м, сильноминерализованные, сульфатно-хлоридного типа.

Профиль болотно-луговых почв характеризует описываемый ниже разрез (р. 224), заложенный в береговой зоне оз. Кипсыра на плоской кочковатой равнине, поросшей тростником, гребенщиком, одуванчиком, реже карабарком с проективным покрытием 90%.

Таблица 19

Результаты химических анализов почв и воды в разрезе 201 на юго-восточном побережье оз. Судочьего

| Глубина, см         | Сумма солей, % | Общ. щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl     | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|---------------------|----------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Болотная почва, %   |                |                            |        |               |       |       |                |     |
| 0—20                | 2,014          | 0,026                      | 0,343  | 0,756         | 0,198 | 0,071 | 0,232          | 7,8 |
| 20—35               | 1,584          | 0,022                      | 0,176  | 0,707         | 0,210 | 0,048 | 0,129          | 7,8 |
| 35—52               | 1,306          | 0,027                      | 0,196  | 0,547         | 0,116 | 0,054 | 0,164          | 7,6 |
| 52—78               | 1,166          | 0,020                      | 0,150  | 0,521         | 0,122 | 0,043 | 0,133          | 7,8 |
| 78—90               | 1,126          | 0,021                      | 0,134  | 0,509         | 0,134 | 0,033 | 0,122          | 7,6 |
| Грунтовая вода, г/л |                |                            |        |               |       |       |                |     |
| 75                  | 25,638         | 0,543                      | 10,280 | 6,502         | 0,681 | 1,532 | 6,240          | 7,5 |

0—5 см. Темно-серая, влажная, слабоуплотненная, сильнокорешковатая, тяжелая супесь.

5—11 см. Темно-серый, почти черный, сырой, уплотненный, пористый, корешковатый, иловатый суглинок.

11—55 см. Ржаво-темно-сизый, сырой, уплотненный, пористый, слабокорешковатый, с крупными ржавыми пятнами, с запахом сероводорода, тяжелый суглинок.

55—90 см. Светло-ржаво-бурый, мокрый, уплотненный, с охристыми пятнами, с корневидными тростника, иловатый, тяжелый суглинок. Грунтовая вода на глубине 80 см.

Эти почвы не богаты гумусом, но его больше, чем в других почвах той же фации, из-за меньшей минерализации растительности в условиях заболоченной среды (табл. 20). Наибольшее содержание гумуса (1,1—1,8%) приурочено к верхнему (10—20 см) слою (Вайлерт и др., 1961).

Максимальное количество солей находится сверху с неравномерным распределением их по профилю. Засоление хлоридно-сульфатное с повышенным содержанием натрия (табл. 21).

Запасы солей в толще 0—20 см составляют 37 т/га, в толще 20—50 см — 16, 50—100 см — 35, при этом содержание Cl соответственно равно 7,11 и 8 т/га. Эти почвы используются как сенокосные угодья. Мероприятия по улучшению их указаны в работе Г. И. Вайлерта и др. (1961).

Луговые остаточно-болотные повышенного гумусные почвы занимают днища высохших озер живой дельты. Преобладающая часть их расположена в западной и центральной частях дельты Амударьи, до 1961 г. там были озера. С прекращением затоплений и снижением уровня моря часть озер высохла, на их месте сначала формировались болотные, а затем луговые почвы.



## Содержание гумуса в почвах Южного Приаралья по разрезам, %

| Номер разреза | Местоположение                              | Вид почвы                                     | Глубина, см | Гумус |
|---------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------|
| 288           | Ур. Шегекуль                                | Орошаемые                                     | 0—6         | 8,27  |
|               |                                             | болотно-луговые                               | 6—12        | 1,29  |
| 245           | Правобережье Ак-дарьи, к югу от ур. Майпост | Луговые остаточнo-болотные, повышенногумусные | 0—1         | 1,86  |
|               |                                             |                                               | 1—6         | 10,09 |
|               |                                             |                                               | 6—13        | 6,36  |
|               |                                             |                                               | 13—48       | 1,69  |
|               |                                             |                                               | 62—98       | 4,22  |
|               |                                             |                                               | 98—112      | 1,93  |
|               |                                             |                                               | 112—132     | 0,03  |
| 249           | Ур. Майпост                                 |                                               | 0—1         | 2,66  |
|               |                                             |                                               | 1—8         | 6,14  |
| 253           | Ур. Шегекуль                                |                                               | 1—8         | 3,30  |
|               |                                             |                                               | 8—44        | 4,91  |
|               |                                             |                                               | 67—127      | 1,58  |
| 265           | Обсохшая часть днища оз. Макпаль-куль       |                                               | 13—24       | 1,14  |
|               |                                             |                                               | 24—37       | 0,41  |
| 246           | Ур. Майпост                                 |                                               | 0—1         | 0,62  |
|               |                                             |                                               | 1—6         | 0,31  |
|               |                                             |                                               | 6—15        | 0,41  |
|               |                                             |                                               | 15—50       | 0,41  |
| 210           | Юго-восточное побережье оз. Судочье-го      | Луговые солончаки                             | 0—1         | 5,95  |
|               |                                             |                                               | 1—2         | 3,00  |
|               |                                             |                                               | 2—5         | 2,38  |
|               |                                             |                                               | 7—18        | 1,55  |
|               |                                             |                                               | 18—25       | 0,93  |
|               |                                             |                                               | 51—62       | 0,21  |
| 228           | Юго-восточное побережье оз. Ходжа-куля      |                                               | 0—1         | 3,21  |
|               |                                             |                                               | 1—5         | 0,72  |
|               |                                             |                                               | 5—14        | 0,72  |
|               |                                             |                                               | 26—75       | 0,72  |
| 279           | Между протоками Аккая и Инженеру-зека       | Корково-пухлые солончаки                      | 0—1         | 1,86  |
|               |                                             |                                               | 1—8         | 1,03  |
|               |                                             |                                               | 8—33        | 1,03  |
| 209           | Устье протока Кара-узека                    |                                               | 0—2         | 1,29  |
|               |                                             |                                               | 2—8         | 1,29  |
|               |                                             |                                               | 8—42        | 0,52  |
|               |                                             |                                               | 42—75       | 0,20  |
| 286           | Ур. Шегекуль                                |                                               | 0—1         | 1,55  |
|               |                                             |                                               | 1—2         | 4,14  |
|               |                                             |                                               | 2—5         | 2,07  |
|               |                                             |                                               | 41—72       | 4,92  |
| 250           | Правобережье Ак-дарьи в районе ур. Майпост  |                                               | 0—1         | 24,77 |
|               |                                             |                                               | 1—7         | 16,14 |
|               |                                             |                                               | 7—46        | 2,07  |
|               |                                             |                                               | 46—50       | 1,64  |
|               |                                             |                                               | 50—56       | 1,43  |
|               |                                             |                                               | 56—66       | 0,80  |
| 275           | Обсохшее днище оз. Джанглиша                | Корковые солончаки                            | 0—1         | 5,69  |
|               |                                             |                                               | 3—24        | 1,14  |
|               |                                             |                                               | 24—29       | 0,93  |
|               |                                             |                                               | 29—95       | 0,83  |
| 285           | Ур. Ушузек                                  | Корковые солончаки                            | 0—1         | 1,24  |
|               |                                             |                                               | 1—11        | 0,31  |
|               |                                             |                                               | 11—28       | 0,31  |
|               |                                             |                                               | 28—34       | 0,41  |
| 208           | Ур. Аксуат                                  |                                               | 0—3         | 1,14  |
|               |                                             |                                               | 3—6         | 2,07  |
|               |                                             |                                               | 15—80       | 0,52  |
| 315           | Ур. Кольсага                                |                                               | 3—7         | 16,55 |
|               |                                             |                                               | 7—18        | 1,45  |
|               |                                             |                                               | 19—41       | 0,52  |



| Номер разреза | Местоположение                                 | Вид почвы                                                  | Глубина, см | Гумус |
|---------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| 202           | Ур. Молчи                                      | Лугово-тапырные                                            | 0—3         | 6,20  |
|               |                                                |                                                            | 3—10        | 1,55  |
|               |                                                |                                                            | 20—38       | 0,62  |
|               |                                                |                                                            | 44—62       | 0,31  |
| 206           | Устье канала Орд-жоникидзе                     |                                                            | 0—10        | 2,07  |
|               |                                                |                                                            | 10—23       | 4,39  |
|               |                                                |                                                            | 23—35       | 0,20  |
|               |                                                |                                                            | 35—80       | 0,31  |
| 321           | Устье сухого русла Куныкегейли                 |                                                            | 0—3         | 1,29  |
|               |                                                |                                                            | 3—17        | 1,55  |
|               |                                                | Лугово-тапырные<br>остаточно-болотные<br>повышенногумусные | 17—28       | 0,26  |
|               |                                                |                                                            | 37—49       | 0,26  |
| 303           | Ур. Саксаулсай                                 |                                                            | 0,5—11      | 0,62  |
|               |                                                |                                                            | 11—21       | 0,31  |
|               |                                                |                                                            | 36—71       | 0,52  |
| 225           | Северо-восточная береговая полоса оз. Кипсыр   |                                                            | 0—5         | 3,52  |
|               |                                                |                                                            | 5—8         | 0,93  |
|               |                                                |                                                            | 8—15        | 0,83  |
| 243           | К югу от протока Мадалиузэка                   |                                                            | 15—63       | 0,72  |
|               |                                                | Лугово-тапырные<br>остаточно-болотные<br>повышенногумусные | 0—1         | 1,14  |
|               |                                                |                                                            | 1—4         | 0,72  |
|               |                                                |                                                            | 11—22       | 0,41  |
|               |                                                |                                                            | 22—26       | 1,03  |
|               |                                                |                                                            | 36—43       | 0,52  |
| 287           | Ур. Шегекуль                                   |                                                            | 56—70       | 0,52  |
|               |                                                |                                                            | 0—0,5       | 3,36  |
|               |                                                |                                                            | 0,5—3       | 2,59  |
|               |                                                |                                                            | 3—31        | 0,62  |
| 252           | В районе оз. Данагудь                          |                                                            | 31—50       | 0,72  |
|               |                                                | Лугово-тапырные<br>остаточно-болотные<br>повышенногумусные | 0—3         | 0,68  |
|               |                                                |                                                            | 3—38        | 2,23  |
|               |                                                |                                                            | 38—68       | 2,59  |
| 280           | Проток Караузек                                |                                                            | 0—1         | 0,89  |
|               |                                                |                                                            | 1—4         | 1,01  |
|               |                                                |                                                            | 4—15        | 1,74  |
| 277           | Низовья Урдабай-узэка                          |                                                            | 0—0,5       | 0,93  |
|               |                                                |                                                            | 0,5—8       | 0,31  |
|               |                                                |                                                            | 8—19        | 0,21  |
|               |                                                |                                                            | 19—34       | 0,10  |
| 298           | Левобережье Акдарьи в районе п. Заир           | Солончаки остаточные                                       | 0—1         | 4,80  |
|               |                                                |                                                            | 1—6         | 4,42  |
|               |                                                |                                                            | 6—15        | 0,41  |
|               |                                                |                                                            | 15—50       | 0,41  |
| 235           | Правобережье Кипчакдарьи в районе оз. Шегекуль |                                                            | 0—0,5       | 1,65  |
|               |                                                |                                                            | 0,5—3       | 0,92  |
|               |                                                |                                                            | 3,5—8       | 0,72  |
|               |                                                |                                                            | 8—30        | 0,62  |
|               |                                                |                                                            | 30—47       | 0,41  |
| 312           | Между сухими руслами Есыма и Кукузэка          |                                                            | 0—0,5       | 1,29  |
|               |                                                | Солончаки остаточные                                       | 0,5—8       | 2,07  |
|               |                                                |                                                            | 8—25        | 0,83  |
|               |                                                |                                                            | 41—120      | 0,52  |
| 316           | Ур. Кольсага                                   |                                                            | 0—0,5       | 2,58  |
|               |                                                |                                                            | 7—20        | 1,03  |
|               |                                                |                                                            | 20—41       | 0,41  |
|               |                                                |                                                            | 41—50       | 0,31  |
|               |                                                |                                                            | 50—72       | 0,51  |
|               |                                                |                                                            | 140—150     | 0,31  |



| Номер разреза | Местоположение                                  | Вид почв   | Глубина, см | Гумус |
|---------------|-------------------------------------------------|------------|-------------|-------|
| 323           | Правобережье сухо-<br>го русла Куныкегей-<br>ли | Такрыные   | 0—0,5       | 1,45  |
|               |                                                 |            | 0,5—9       | 1,55  |
|               |                                                 |            | 9—21        | 1,03  |
|               |                                                 |            | 21—35       | 0,72  |
|               |                                                 |            | 51—90       | 0,31  |
| 305           | Возвышенность<br>Бельтау                        | Серо-бурые | 0—8         | 0,20  |
|               |                                                 |            | 8—15        | 0,29  |
|               |                                                 |            | 24—47       | 0,20  |

Грунтовые воды обычно сильноминерализованные, залегают на глубине 2,5—5 м, местами 3—4 м, а в районе оз. Судочьего — 2—3 м от поверхности.

На поверхности высохших озер наблюдаются скопления купалов различных размеров, высотой до 1 м, диаметром 0,8—0,9 м. Глубокое

Таблица 21

Результаты химических анализов почв и воды в разрезе 224, восточный берег оз. Кипсыра

| Глубина,<br>см           | Сумма со-<br>лей, % | Общ. щел.<br>в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по раз-<br>ности | pH  |
|--------------------------|---------------------|-------------------------------|-------|---------------|-------|-------|---------------------|-----|
| Болотно-луговая почва, % |                     |                               |       |               |       |       |                     |     |
| 0—5                      | 0,361               | 0,062                         | 0,081 | 0,121         | 0,025 | 0,012 | 0,081               | 8,0 |
| 5—11                     | 0,176               | 0,055                         | 0,032 | 0,052         | 0,021 | 0,003 | 0,035               | 8,2 |
| 11—55                    | 0,156               | 0,043                         | 0,024 | 0,058         | 0,015 | 0,006 | 0,031               | 8,2 |
| Грунтовая вода, г/л      |                     |                               |       |               |       |       |                     |     |
| 80                       | 3,058               | 0,421                         | 0,727 | 1,106         | 0,311 | 0,135 | 0,540               | 7,2 |

залегание грунтовых вод не благоприятствует распространению тростника, зато хорошо развиваются солянки и гребенщики.

В условиях аридного климата сохранились свойства бывших болотных почв. На поверхности они образуют сплошную дернину — торф, состоящий из остатков полуразложившихся корневищ тростника, мощность 4—18 см. Торф придает почве черную окраску. Дерновый горизонт на поверхности образует непрочную корку мощностью от 1 до 10 см и более. Поддерновый горизонт обычно светлый с корневищами тростника, тонкостенными ракушками и сплошным оgleением. После освобождения от воды появляются трещины шириной до 3 см и глубиной до 1,5 м.

Для характеристики особенностей луговых остаточно-болотных почв приводим описание разреза 265, сделанного в днище высохшего оз. Макпалькуля. Это плоская кочковатая равнина с купалками высотой 0,5 м, редким гребенщиком, проективное покрытие — 30%.

0—9 см. Темно-серый, сухой, состоит из полусгнивших и сгнивших корней тростника, очень легкий, сжимается, как вата, торф.

9—13 см. Темно-серый, черноватый, свежий с полусгнившими корнями тростника, торф.



13—24 см. Сизоватый, серовато-сизый, свежий, слабоуплотненный, с пятнами оглеения в виде ржавчины, с корневищами тростника, слабо-слоистый, мелкозернистый песок.

24—57 см. Темно-серый, влажный, уплотненный, с остатками корней растений, слоистый, с редкими крупными пятнами ржавчины, иловатый, тонкозернистый песок.

57—59 см. Буровато-серая, влажная, уплотненная, с полуразложившимися корнями тростника, тонкослоистая супесь со ржавыми пятнами вокруг пор и тонких корней.

59—66 см. Темно-серый, слабовлажный, слабоуплотненный, с редкими пятнами ржавчины тонкозернистый песок.

66—76 см. Переслаивающиеся темно-серые тонкозернистые пески с буровато-серыми слоистыми, насыщенными ржавчиной супесями,

Таблица 22

Результаты химических анализов луговых почв по разрезам, %

| Глубина, см                                     | Сумма солей, % | Общ. щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Разрез 223, выдохшее оз. Туморлы                |                |                            |       |               |       |       |                |     |
| 0—12                                            | 1,602          | 0,038                      | 0,442 | 0,523         | 0,171 | 0,052 | 0,261          | 8,0 |
| 12—28                                           | 0,765          | 0,042                      | 0,163 | 0,304         | 0,106 | 0,031 | 0,092          | 8,1 |
| 28—50                                           | 0,646          | 0,024                      | 0,134 | 0,302         | 0,113 | 0,024 | 0,066          | 8,1 |
| 50—150                                          | 0,467          | 0,021                      | 0,097 | 0,203         | 0,065 | 0,012 | 0,071          | 8,0 |
| Разрез 245, выдохшее озеро в районе Майпостузек |                |                            |       |               |       |       |                |     |
| 0—1                                             | 1,437          | 0,086                      | 0,032 | 0,816         | 0,316 | 0,028 | 0,043          | 8,1 |
| 1—6                                             | 2,326          | 0,065                      | 0,346 | 1,012         | 0,321 | 0,067 | 0,232          | 8,0 |
| 6—13                                            | 1,084          | 0,042                      | 0,265 | 0,373         | 0,122 | 0,040 | 0,146          | 8,2 |
| 13—48                                           | 0,394          | 0,047                      | 0,113 | 0,114         | 0,061 | 0,018 | 0,039          | 8,0 |
| 48—62                                           | 1,346          | 0,074                      | 0,134 | 0,694         | 0,223 | 0,049 | 0,097          | 8,1 |
| 98—112                                          | 0,417          | 0,044                      | 0,077 | 0,187         | 0,076 | 0,012 | 0,044          | 7,9 |
| 112—132                                         | 0,211          | 0,042                      | 0,048 | 0,094         | 0,041 | 0,006 | 0,009          | 8,0 |

редкие, полусгнившие корни тростника, слой слабоуплотненный, влажный.

76—150 см. Переслаивающиеся влажные средние суглинки с супесью и тонкозернистым песком, толщина слоев 10 см, влажные, уплотненные.

Среднее количество гумуса колеблется от 2 до 10% в верхнем горизонте (15—20 см). Вглубь по профилю содержание перегноя постепенно убывает, достигая 1,5—2%, а на глубине около 1 м составляет 0,8—1% (см. табл. 20). Высокая плодородность этих почв связана с корневищами тростника, а структурность их обусловлена органическим веществом и цементирующей ролью гипса (Вайлерт и др., 1961). Это позволило указанным авторам определить почвы как перспективные для использования в сельском хозяйстве при условии применения комплекса агромероприятий, который позволил бы сохранить естественное плодородие почв и улучшить его.

Луговые остаточные-болотные почвы в различной степени засолены. Преобладают средне- и сильнозасоленные, тип преимущественно хлоридно-сульфатный (табл. 22).

Запасы солей в толще 0—50 см в среднем составляют 55 г/га, в толще 50—100 см — 75, при этом содержание Cl равно соответственно 13 и 3 т/га.



Луговые остаточно-болотные почвы используются преимущественно в пастбищном животноводстве, частично как сенокосные угодья. Большая часть территории из-за отсутствия воды пока не используется. При применении мелиоративных мероприятий она может быть пригодна для поливного земледелия.

Солончаки распространены повсеместно, особенно широко в междуречных понижениях, на днищах высохших озер, на периферии оз. Судочьего, в приморской полосе и в восточной части дельты. Они обычно приурочены к низким и наименее дренированным участкам, служащим очагами местного солесбора, встречаются и на повышениях рельефа.

Солончаки — почвы выпотного водного режима, в них доминируют восходящие токи влаги, приводящие к соленакоплению в активном слое грунтов и на поверхности почвы. По типу водного режима различаются гидроморфные и автоморфные, к первым относятся болотные, шоры, луговые, типичные, ко вторым — остаточные.

Болотные солончаки занимают понижения в береговой зоне оз. Судочьего, Ходжакуля и Каратеренга, разлива устьев КС-1, КС-3, КС-4 и других водоемов дельты. Они подпитываются грунтовыми водами, распространяющимися со стороны озер, и служат их регулярными испарителями. В результате в них постоянно накапливаются соли.

Опишем разрез профиля болотных солончаков (р. 210) в 250 м от уреза воды на юго-восточном берегу оз. Судочьего. Это плоская равнина с кочковатым микрорельефом, пятнами коркового солончака, поверхность сырая с угнетенным камышом, редким карабараком, проективное покрытие 10%.

0—1 см. Землисто-солевая влажная корка с мелкими ракушками.

1—2 см. Светло-шоколадный, сырой, с отмершими корнями растений, слабоуплотненный торф.

2—5 см. Темно-серый с сизоватым налетом, сырой, слабо уплотненный, тяжелый суглинок.

5—7 см. Бурый с темноватым оттенком, сырой, слегка уплотненный, со ржавыми пятнами, с массой друз солей без всякой примеси, средний суглинок.

7—18 см. Буровато-серый, сырой, уплотненный, с ржавыми и сизыми пятнами на отпечатках корней растений, с множеством мелких ракушек, тяжелый суглинок.

18—25 см. Сизоватая, мокрая, слегка уплотненная, с яркими ржавыми пятнами вокруг отмерших корней, с множеством мелких и средних, ракушек иловатая супесь.

25—51 см. Темновато-серый, мокрый, уплотненный, с ракушками и охристыми пятнами, иловатый средний суглинок.

51—62 см. Буровато-серая, мокрая, без пор, с ракушками различного размера, с друзами гипса размером до 3 мм в длину и 1 мм в ширину, глина.

62—70 см. Серый с темноватым оттенком, слабоуплотненный, мокрый, с крупными ржавчинами, тонкозернистый песок, с 70 см грунтовая вода.

В морфологическом отношении болотные солончаки очень близки к болотным почвам. В них также содержится большое количество гумуса (до 6%, см. табл. 20) и количество его постепенно уменьшается по профилю. Грунтовые воды этих почв значительно минерализованы (до 35—50 г/л) и относятся к сульфатно-хлоридному типу с повышенным содержанием Na (табл. 23). Запасы солей в толще 0—20 см сос-



тавляют 96 т/га, в толще 20—50 см — 59, при этом Cl соответственно 34—12 т/га.

Болотные солончаки почти не используются в хозяйстве. Для освоения необходимы дренаж и регулярная промывка большими нормами воды.

Солончаки соровые занимают днища соленых озер южной и юго-восточной береговой зоны Аральского моря, соляные озера полуострова Муйнак, встречаются у подножья Кушканатау и по периферии

Таблица 23

Результаты химических анализов болотных солончаков в разрезе 210, юго-восточный берег оз. Судочьего, %

| Глубина, см          | Сумма сол., % | Общ. щел. и $\text{HCO}_3$ | Cl     | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|----------------------|---------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Болотный солончак, % |               |                            |        |               |       |       |                |     |
| 0—1                  | 2,324         | 0,163                      | 2,092  | 2,223         | 0,387 | 0,361 | 1,376          | 8,4 |
| 1—2                  | 3,523         | 0,033                      | 0,81   | 1,42          | 0,305 | 0,127 | 0,63           | 8,5 |
| 2—5                  | 2,647         | 0,021                      | 0,426  | 1,215         | 0,296 | 0,096 | 0,584          | 8,5 |
| 7—18                 | 2,336         | 0,026                      | 0,393  | 1,116         | 0,276 | 0,068 | 0,374          | 8,3 |
| 18—25                | 2,187         | 0,021                      | 0,377  | 1,043         | 0,297 | 0,062 | 0,307          | 8,1 |
| 51—62                | 1,167         | 0,026                      | 0,262  | 0,487         | 0,122 | 0,031 | 0,212          | 8,0 |
| Грунтовая вода, г/л  |               |                            |        |               |       |       |                |     |
| 70                   | 35,463        | 0,445                      | 13,340 | 10,320        | 0,681 | 2,408 | 8,302          | 7,8 |

оз. Судочьего. Наиболее распространены в береговой зоне в фильтрационных озерах, чаще в понижениях грядового рельефа.

Аккумуляция солей происходит за счет смыва с вышележащих территорий и испарения близко залегающих сильноминерализованных грунтовых вод. В результате падения уровня моря многочисленные фильтрационные озера, расположенные на побережье, постепенно высыхают, а некоторые из них уже превратились в залежи соли, однако весной они часто вновь заливаются водой и превращаются в соровые солончаки.

Грунтовые воды залегают на глубине 0,5—2 м. Минерализация их превышает 50 г/л (рассолы), а рапы (насыщенный раствор) — 350 г/л. Близкое залегание минерализованных грунтовых вод обеспечивает постоянную капиллярную связь с поверхностными водами, горизонтами солончаков и большое засоление профиля. Нижние горизонты солончаков имеют следы оглеения в виде сизоватых, иссиня-черных и зеленоватых тонов в результате периодической смены окислительных процессов восстановительными (Фаизов, 1970).

Высокое засоление солончаков не способствует произрастанию даже галофитов. О морфологии соров можно судить по приводимому описанию разреза 314, юго-восточный берег моря. Это бессточная котловина среди грядово-ячеистого рельефа, в 2 км южнее берега Арала. Поверхность покрыта солью и лишена растительного покрова.

0—1 см. «Бронирующая» солевая корка, пепельно-серая, сухая, плотная, с поверхности шероховатая, с нижней стороны мелкопористая.

1—14 см. Окраска золотистая, сухая, под коркой рыхлая, внизу рассыпчатая, порошисто-зернистая соль.

14—38 см. Серая, светло-серая, свежая, с 30 см влажная, слабоуплотненная, зернистая соль.

38—50 см. Темно-серый, сырой, слабоуплотненный, вся масса сильно пропитана солями, бесструктурный, суглинок тяжелый.



50—70 см. Бурый с иссиня-черными прожилками, влажный, слабоуплотненный, с сизыми и ржавыми пятнами, иловатый суглинок тяжелый.

70—90 см. Бурый с сизоватыми оттенками, влажный, слабоуплотненный, с кристалликами солей, оглееный в виде охристых пятен, иловатый суглинок средний.

90—140 см. Бурая с иссиня-черными прожилками, влажная, уплотненная, с редкими кристалликами солей, глина.

140—160 см. Бурая с темными пятнами, влажная, уплотненная, вязкая и липкая, иловатая глина.

Сумма солей превышает в верхнем слое 50%, мощность солевого слоя достигает 42 см. Солевая корка состоит из Cl и Na (образует га-

Таблица 24

Результаты химических анализов сорových солончаков в разрезе 314, юго-восточный берег Арала, %

| Глубина, см | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl     | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|-------------|----------------|-----------------------|--------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| 0—14        | 84,082         | 0,038                 | 26,387 | 26,873        | 1,043 | 1,436 | 28,254         | 8,3 |
| 14—38       | 53,136         | 0,106                 | 5,163  | 28,575        | 0,287 | 0,721 | 15,43          | 8,7 |
| 38—50       | 13,25          | 0,041                 | 4,267  | 4,256         | 0,306 | 0,503 | 3,554          | 8,6 |
| 120—125     | 8,987          | 0,030                 | 3,77   | 1,49          | 0,155 | 0,446 | 2,187          | 8,5 |

лит). В нижних слоях преобладают сульфаты и катион натрия (табл. 24), как и в грунтовых водах.

Указанная сумма солей свидетельствует о сильной засоленности грунтов, до солончака включительно. С продвижением вглубь количество солей уменьшается, преобладает хлор. В. А. Ковда считает, что когда грунтовые воды опускаются ниже 200 см, выявляются и усиливаются признаки образования солонцов. Солевые запасы в толще 0—20 см составляют 1508 т/га, 20—50 см — 1485, в 50—100 см — 720 т/га, при этом Cl составляет соответственно 433, 138 и 256 т/га. Сорových солончаки не пригодны для сельского хозяйства.

Солончаки луговые распространены участками в сочетании с корковыми, пухлыми солончаками и луговыми почвами на периферии оз. Судочьего и в зоне разливов магистрального КС-1 и др. Этот подтип солончаков совмещает признаки солончакового и лугового процесса почвообразования. Кроме аккумуляции солей, образуется луговая дернина, главным образом из корневищ солевыносливого злака ажрека. В ней повышенное по сравнению с другими солончаками содержание гумуса (Кимберг, 1974).

Грунтовые воды обычно сильно минерализованы, залегают на глубине 1,5—3 м, что обуславливает постоянное соленакопление. Однако условия для произрастания злаковых и галофитных фитоценозов сохраняются. Этому способствуют периодические обводнения слабозасоленными водами луговых солончаков в результате разливов коллекторов и каналов. Эти почвы характеризуются темноокрашенным гумусовым горизонтом мощностью 20—30 см, присутствием солей на поверхности. Луговые солончаки в морфологическом отношении очень близки к луговым почвам, отличаются от них только более высоким засолением (табл. 25).



Луговые солончаки в большинстве случаев имеют хлоридно-сульфатный тип засоления с повышенным содержанием натрия. Солевые запасы в толще 0—20 см составляют 110 т/га, в толще 20—50 см — 32, в толще 50—100 см — 33 т/га, при этом Cl соответственно равен 8,2 и 2 т/га. Луговые солончаки используются в качестве пастбищ, при освоении нуждаются в проведении сложных мероприятий по рассолению почв, понижению уровня и отводу минерализованных грунтовых вод за пределы района.

Солончаки типичные распространены шире по сравнению с другими подтипами. Они встречаются по днищам высохших озер и болот, на повышенных участках дельты. Типичные солончаки в пределах

Таблица 25

Результаты химических анализов лугового солончака в разрезе 228, юго-западное побережье оз. Ходжакуля, %

| Глубина, см | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|-------------|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| 0—1         | 17,474         | 0,135                 | 0,143 | 9,503         | 0,255 | 0,893 | 3,772          | 8,3 |
| 1—5         | 0,955          | 0,938                 | 0,072 | 0,564         | 0,112 | 0,021 | 0,162          | 8,4 |
| 5—14        | 1,034          | 0,029                 | 0,072 | 0,592         | 0,163 | 0,018 | 0,12           | 8,2 |
| 26—75       | 1,635          | 0,024                 | 0,097 | 0,982         | 0,194 | 0,037 | 0,253          | 7,9 |

Южного Приаралья объединены по морфологическим признакам в корковые, пухлые, корково-пухлые, мокрые и черные солончаки.

Корковые солончаки отличаются плотной солевой коркой мощностью до 0,5 см. В составе солей преобладают хлористый натрий и гипс. Они обычно приурочены к днищам озер и плоской равнине со свободным доступом грунтовых вод.

Пухлые солончаки с поверхности покрыты слоем мелкозема в смеси с мелкими кристаллами сульфатно-натриевых образований. Они занимают пологие склоны высохших озер, плоские участки водораздельных равнин.

Для характеристики морфологии солончаков приводим описание разреза 32 в урочище Саксаульсай, в 8 км к западу от оз. Судочьего, на причинковой плоской равнине с корково-пухлым солончаком. Поверхность трещиноватая, с редкими кустами карабарака. Проективное покрытие 20%.

0—1 см. Солевая корка, светло-серая, на поверхности мелкие ракушечники и соли, порошисто-зернисто-комковатая, сухая, уплотненная, легкая супесь.

1—7 см. Серая, рассыпчатая, порошистая, с обилием ракушек, сухая, пылеватая супесь.

7—26 см. Бурая, уплотненная, с кристаллами солей и мелкими ракушками, бесструктурная, свежая, легкая супесь.

26—34 см. То же, что и 7—26 см, отличается осветлением окраски и обилием ракушечников.

34—86 см. Темно-бурый, комковато-зернистый, имеются тонкие вертикальные трещины, характеризуется накоплением солей по трещинам, основная часть солей на глубине от 40 до 60 см, книзу уменьшается, редко встречаются ржавые пятна, плотный, свежий, средний суглинок.

86—140 см. Серый, бесструктурный, тонкослоистый с крупными ржавыми пятнами, соли в трещинах встречаются редко, уплотненный, свежий, тонкозернистый песок.



140—200 см. Серый, с темноватыми оттенками, бесструктурный, уплотненный, с солевыми кристалликами, влажный, средний суглинок.

Типичные солончаки содержат солевые скопления в виде точек и прожилок, приуроченных к определенным слоям почвогрунтов, мощность таких горизонтов доходит до 3—5 см. Наблюдается по 2—3 подобных случая. Они являются поверхностью каймы, где происходило интенсивное испарение грунтовых вод. В этих горизонтах сумма солей колеблется от 2 до 3% и более при содержании Cl больше 0,3% (рис.

Таблица 26

Результаты химических анализов типичных солончаков по разрезам, %

| Глубина, см | Сумма солей, % | Щел. в HCO <sub>3</sub> | Cl | SO <sub>4</sub> | Ca | Mg | Na по разности | pH |
|-------------|----------------|-------------------------|----|-----------------|----|----|----------------|----|
|-------------|----------------|-------------------------|----|-----------------|----|----|----------------|----|

Разрез 203, ур. Молчи, юго-западное побережье оз. Судочьего. Пухлые солончаки

|         |        |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—3     | 18,016 | 0,066 | 2,788 | 7,280 | 0,396 | 0,679 | 3,580 | 6,9 |
| 8—40    | 2,458  | 0,022 | 0,809 | 0,562 | 0,130 | 0,092 | 0,479 | 7,6 |
| 55—90   | 1,058  | 0,023 | 0,330 | 0,298 | 0,046 | 0,040 | 0,237 | 7,5 |
| 110—150 | 0,736  | 0,019 | 0,122 | 0,329 | 0,062 | 0,031 | 0,112 | 7,4 |
| 150—180 | 1,270  | 0,041 | 0,337 | 0,419 | 0,078 | 0,045 | 0,260 | 7,3 |

Разрез 230, 6 км к юг-юго-востоку от сел. Караджар, Черные солончаки

|         |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0,0—0,2 | 9,561 | 0,040 | 3,861 | 0,953 | 0,432 | 0,394 | 1,764 | 8,0 |
| 0,2—13  | 8,196 | 0,040 | 2,937 | 1,399 | 0,578 | 0,342 | 1,306 | 8,1 |
| 13—39   | 5,834 | 0,021 | 2,425 | 0,802 | 0,346 | 0,234 | 0,924 | 7,9 |
| 39—100  | 3,776 | 0,038 | 1,476 | 0,643 | 0,114 | 0,121 | 0,93  | 8,0 |

Разрез 242, устье протока Талдыкдарьи. Корковые солончаки

|         |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—1     | 8,310 | 0,097 | 3,560 | 1,245 | 0,653 | 0,315 | 1,621 | 8,1 |
| 1—6     | 6,300 | 0,043 | 2,140 | 1,251 | 0,413 | 0,221 | 1,032 | 8,2 |
| 6—23    | 2,731 | 0,050 | 1,130 | 0,283 | 0,133 | 0,082 | 0,311 | 8,0 |
| 23—55   | 0,764 | 0,044 | 0,291 | 0,184 | 0,061 | 0,021 | 0,184 | 8,1 |
| 60—100  | 1,470 | 0,035 | 0,340 | 0,591 | 0,178 | 0,034 | 0,251 | 7,9 |
| 110—170 | 1,250 | 0,025 | 0,097 | 0,761 | 0,270 | 0,018 | 0,91  | 8,2 |

Разрез 328, ур. Актан, устье Казахдарьи. Корково-пухлые солончаки

|         |        |       |        |       |       |       |       |     |
|---------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—1     | 23,096 | 0,025 | 10,986 | 2,037 | 0,568 | 0,134 | 7,636 | 8,0 |
| 1—9     | 14,418 | 0,023 | 5,782  | 2,152 | 0,428 | 0,385 | 3,570 | 7,9 |
| 9—21    | 4,112  | 0,022 | 1,523  | 0,655 | 0,080 | 0,248 | 0,749 | 7,8 |
| 21—26   | 2,120  | 0,028 | 0,795  | 0,314 | 0,044 | 0,126 | 0,388 | 7,8 |
| 26—44   | 1,204  | 0,027 | 0,483  | 0,169 | 0,032 | 0,050 | 0,273 | 7,8 |
| 44—70   | 1,864  | 0,024 | 0,819  | 0,226 | 0,036 | 0,054 | 0,505 | 7,8 |
| 70—80   | 3,446  | 0,017 | 1,404  | 0,603 | 0,140 | 0,145 | 0,773 | 7,2 |
| 95—115  | 5,008  | 0,021 | 2,121  | 0,644 | 0,140 | 0,158 | 1,277 | 7,6 |
| 150—175 | 3,068  | 0,019 | 1,152  | 0,579 | 0,126 | 0,123 | 0,654 | 7,5 |

12—15, табл. 26). Общее содержание водорастворимых солей в слое 0,3 см в солончаках колеблется от 8,3 до 23,0% плотного остатка, но на глубине 2 м снижается до 1%. Тип засоления — хлоридный (разрезы 230, 242, 328) и сульфатный (разрез 203), а также сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием натрия.

Мокрые солончаки наиболее распространены в восточной части дельты (ур. Сакаколь, к северу от п. Шахамана и другие районы). Они отличаются повышенным увлажнением верхнего горизонта, где преобладают сильногигроскопические хлориды кальция и магния.

Черные солончаки типичны для обсохшей части дна оз. Судочьего и водораздельных поверхностей (Караджар, севернее устья Казахдарьи и других). Окраску их М. А. Панков (1970) связывает с содой в составе



солей, способствующей растворению перегноя и скоплению их на поверхности.

Гумуса в типичных солончаках содержится много (см. табл. 20). Так, в разрезе 250 в верхнем горизонте (0—1 см) его содержание достигает 24,77%, а в горизонте 1—7 см — 16,14%, оно уменьшается к

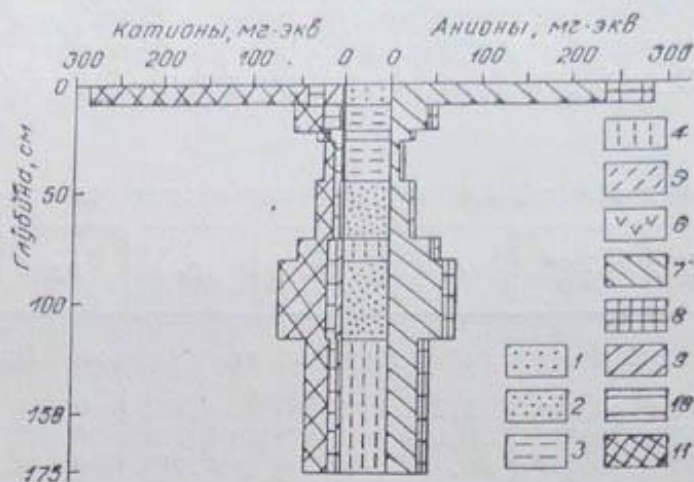


Рис. 12. Литологический и солевой профиль корково-пухлого солончака (разрез 328):

1 — супесь, 2 — песок, 3 — суглинок легкий, 4 — суглинок средний, 5 — суглинок тяжелый, 6 — алевроит, 7 — Cl, 8 —  $So_4$ , 9 — Ca, 10 — Mg, 11 — Na.

глубине 1 м до 1%. Это объясняется тем, что солончак образовался на месте болотных почв, произошла консервация гумуса в сильнозасоленной среде, где разложение органических остатков до полной минерали-

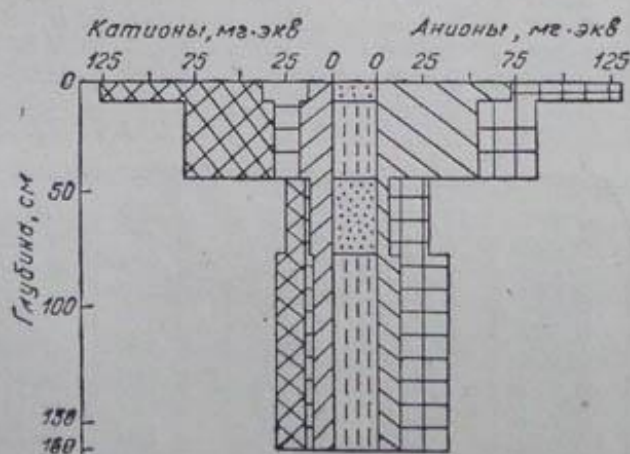


Рис. 13. Литологический и солевой профиль коркового солончака (суглинок средний). Усл. обозн. см. на рис. 12.

зации затруднено из-за отсутствия условий для развития микрофлоры (Вайлерт и др., 1961).

В зоне аэрации типичных солончаков максимум солей сосредоточен в самом верхнем горизонте 0—10 см. В разрезе 275 общий запас солей мощностью 11 см составляет 175 т/га. В метровой толще накапливается от 300 до 930 т/га, в трехметровой от 674 до 1800 т/га соли. Это на один порядок превышает допустимый уровень.

Влажность и объемный вес пухлых солончаков значительно выше по сравнению с другими почвами, например с лугово-такырными (раз-



рез 278). Об этом же свидетельствует большое количество солей, ржавые и охристые пятна (рис. 16, 17).

Типичные солончаки используются как малопродуктивные пастбищные угодья. При освоении под поливное земледелие необходим комплекс сложных мероприятий, включая гидротехнические. Требуется также регулярная промывка большими нормами.

**Полугидроморфные почвы.** К полугидроморфным почвам относятся лугово-такырные, орошаемые лугово-такырные, лугово-такырные остаточо-болотные повышенногумусные, лугово-такырные тугайные, кото-

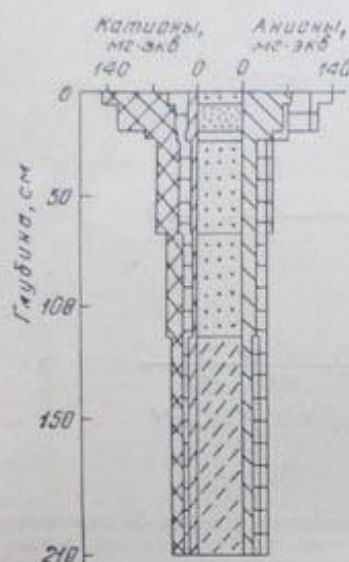


Рис. 14. Литологический и солевой профиль коркового солончака (суглинок тяжелый). Усл. обозн. см. на рис. 12.

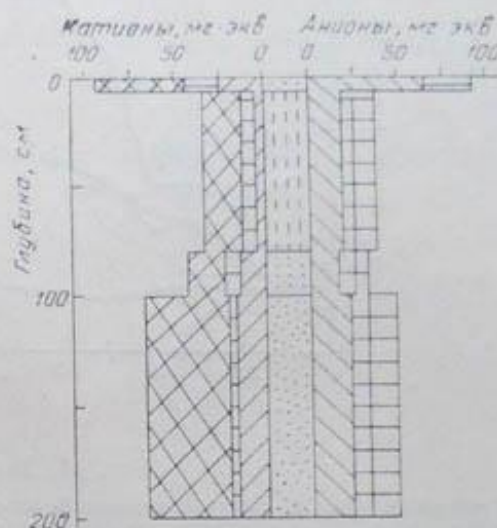


Рис. 15. Литологический и солевой профиль коркового солончака (суглинок средний, разрез 208). Усл. обозн. см. на рис. 12.

рые развиваются при глубоком залегании грунтовых вод (до 5—6 м). Основная часть их появилась в результате снижения уровня Аральского моря (после 1961 г.).

Лугово-такырные почвы широко распространены в северной части низовьев Амударьи, особенно на водораздельных равнинах и в восточной части дельты. Им присущи свойства луговых и такырных почв. Они обладают непрочной пористой корочкой и полигональной трещиноватостью поверхности, подкорковым чешуйчатым горизонтом, а также большим количеством гумуса, оглеенностью всего профиля. Г. И. Вайлерт и др. (1961) считают, что тростник и анабазис служат показателями перехода почв от луговых к такырным. Тростник указывает на предшествующий луговой процесс, а анабазис — на вступление почв в следующую такыровую стадию почвообразования.

Особенности данных почв можно охарактеризовать по разрезу 217, расположенному на водораздельной слаборасчлененной равнине в ур. Акпанкултук со слабовыраженными буграми высотой до 1 м. Разности понижений и повышений микрорельефа составляют 10—15 см. Растительность — однолетние солянки, гребенщик, парнолистник, редко тростник (угнетенный). Проектное покрытие 70%. Поверхность полигонально трещиноватая.

0—0,5 см. Светло-серая, комковато-зернисто-порошистая, сухая, микропористая, с непрочной коркой, при сдавливании легко распадается на мелкие комочки, пылеватая супесь.



0,5—5 см. Серый, сыпучий, сухой, слюдистый, мелкозернистый песок.

5—8 см. Серовато-темно-бурый, бесструктурный, сухой торф с включением мелких спиралеобразных ракушек (перегной разложившийся).

8—33 см. Палевый, крупнокомковато-зернистый, сухой, комковатый, легко распадающийся на мелкие зерна, тонкослоистый, слабоуплотненный, легкий суглинок; имеются остатки корней тростника, огле-

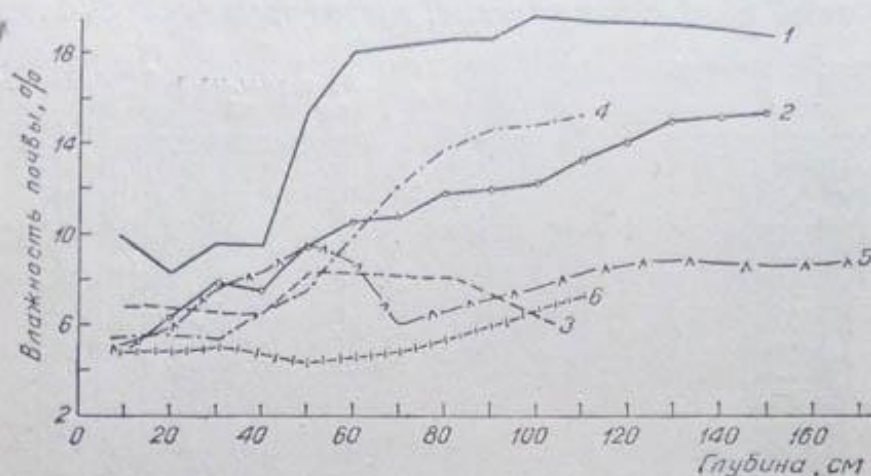


Рис. 16. Влажность почв:

1 — корково-пухлый супесчано-песчаный солончак на средних суглинках (разрез 55, правобережье коллектора КС-1 в районе пос. Шахаман), 2 — корковый супесчано-легкосуглинистый солончак на средних суглинках и мелкозернистых песках (разрез 60, совхоз «Каракалпак»), 3 — лугово-таырная супесчано-среднесуглинистая почва на легких суглинках (разрез 60-а, правобережье Акдары в районе сел. Байгужа), 4 — таырная почва легкосуглинистая на легких суглинках и тонкозернистых песках (разрез 70, левобережье коллектора КС-3, совхоз «Куралпа»), 5 — пухлый супесчано-песчаный солончак на мелкозернистых песках и средних суглинках (разрез 71, в 3 км к северо-западу от сел. Бешкампыр), 6 — таырная почва в сочетании с пухлыми солончаками, среднесуглинистая на мелкозернистых песках (разрез 278, в 5 км к северу от возвышенности Кушкантау).

ние выражено в виде ржавчины, которая придает желтоватую окраску, обнаружены мелкие ракушечники, а также крупные норы, заполненные песком.

33—51 см. Палевый, комковато-зернистый, нормальнослоистый, сухой плотный речной ил; между слоями имеются прослойки песка.

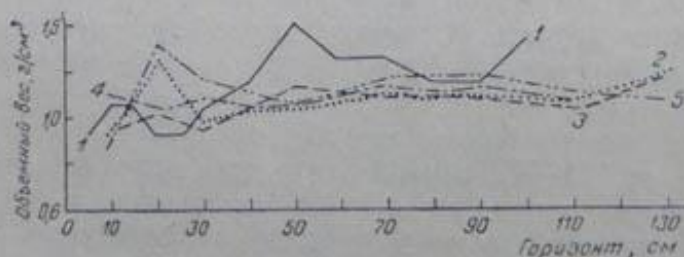


Рис. 17. Объемный вес почвы:

1 — лугово-таырная средне- и тяжелосуглинистая почва на средних суглинках (разрез 261, правобережье протока Картабайузек), 2 — лугово-таырная супесчано-среднесуглинистая почва на легких суглинках (разрез 60а, правобережье Акдары в районе сел. Байгужа), 3 — таырная почва в сочетании с пухлыми солончаками, среднесуглинистая на мелкозернистых песках (разрез 278, в 5 км к северу от возвышенности Кушкантау), 4 — таырная легкосуглинистая почва на легких суглинках и тонкозернистых песках (разрез 70, левобережье коллектора КС-3, совхоз «Куралпа»), 5 — пухлый солончак супесчано-песчаный на мелкозернистых песках и средних суглинках (в 3 км к северо-западу от сел. Бешкампыр).

51—85 см. Серый, свежий, слюдистый, тонкозернистый песок с горизонтальной слоистостью, среднекорешковатый, рыхлый, многоохристо-ржавые пятна.



85—160 см. Палевый, крупнокомковато-зернистый, свежий, сильноплотный речной ил, комки прочные, многоугольные, имеются поры сгнивших корней, ржавые пятна и точки.

160—200 см. Серый, комковато-зернистый, свежий, сильноплотный, редкие ржавые пятна, легкий суглинок.

Данные почвы развиты на слоистых отложениях, где преобладают легкие слои над тяжелыми. Весь профиль значительно осушен из-за глубокого залегания грунтовых вод и супесчано-песчаных грунтов.

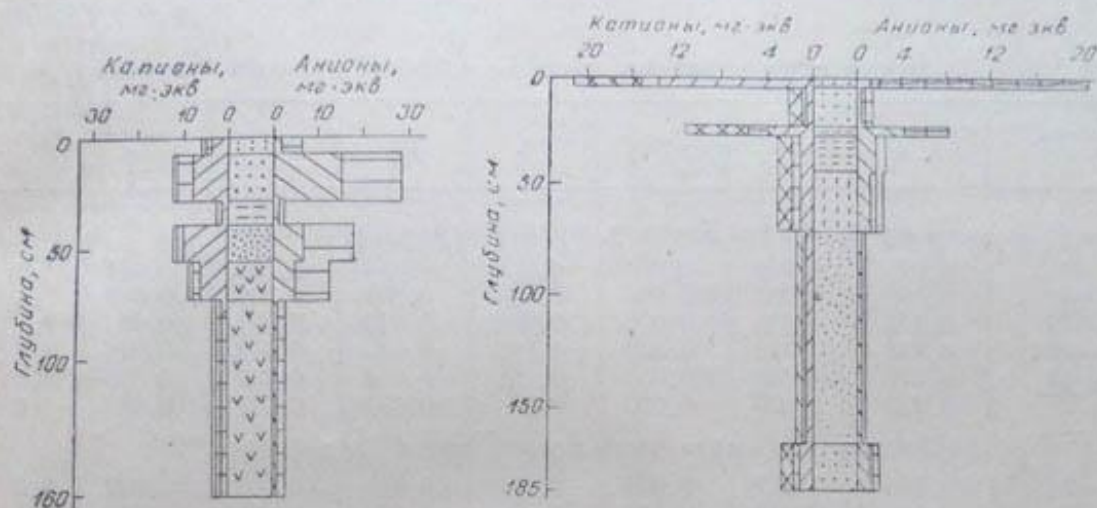


Рис. 18. Литологический и солевой профиль корково-пухлого солончака (р. 328). Усл. обозн. см. на рис. 12.

Рис. 19. Литологический и солевой профиль лугово-таежных почв (разрез 243). Усл. обозн. см. на рис. 12.

Лугово-таежные почвы богаты гумусом (см. табл. 20), но перегнойный горизонт маломощный (до 20 см), вглубь количество гумуса резко сокращается (разрезы 206, 321).

Среди этих почв преобладают средне- и сильнозасоленные разновидности (рис. 18, 19).

Анализ состава водных вытяжек показывает (табл. 27), что местами наблюдается процесс рассоления лугово-таежных почв (разрез 229, 232), хотя и на незначительной глубине из-за малого количества осадков и плохих фильтрационных свойств (табл. 28). Запасы солей в толще 0—20 см колеблются от 23 до 70 т/га, в толще 20—50 см — от 4 до 79, 50—100 см — от 10 до 51 т/га, при этом Cl составляет соответственно 2—40, 1—2,5, 1—17 т/га.

Лугово-таежные почвы используются как пастбищные угодья, они пригодны и под вспашку при орошении. Для вовлечения этих почв в хозяйственный оборот необходимы планировочные работы, рассоление корнеобитаемого слоя и систематическая промывка засоленных массивов.

Лугово-таежные остаточные-болотные повышенногумусные почвы занимают низкие водораздельные равнины между бывшими озерами и болотами живой дельты. Раньше эти участки заливались паводковыми водами и представляли собой типичные заболоченные территории с густыми зарослями тростника. Со снижением уровня моря болотные почвы перешли в стадию полугидроморфного развития. Грунтовые воды залегают на глубине 3—6 м, лишь местами 3—5 м. Минер-



рализация высокая, до 10—30 г/л, тип — сульфатный, хлоридно-сульфатный, реже сульфатно-хлоридный.

Морфологически они очень близки к болотным, можно наблюдать и признаки такрыных почв. Верхние горизонты имеют темную окраску и сизоватость, ярко выраженное оглеение. На поверхности слабо проявляются полигонально трещиноватые корки и подкорковый чешуйчатый слой. Трещины не имеют такого классического вида, как у лугово-такрыных, вследствие развитой корневой системы в верхнем горизонте.

Таблица 27

Результаты химических анализов лугово-такрыных почв по разрезам, %

| Глубина, см                                           | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|-------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Разрез 229, ур. Кинкаир, правобережье Талдыкдарьи     |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0,0—0,5                                               | 0,070          | 0,037                 | 0,004 | 0,012         | 0,010 | 0,005 | 0,001          | 7,8 |
| 0,5—4                                                 | 0,100          | 0,035                 | 0,007 | 0,025         | 0,008 | 0,006 | 0,009          | 7,5 |
| 4—16                                                  | 0,116          | 0,034                 | 0,020 | 0,034         | 0,016 | 0,006 | 0,006          | 7,9 |
| 16—26                                                 | 0,238          | 0,032                 | 0,329 | 0,069         | 0,030 | 0,008 | 0,016          | 7,9 |
| 26—48                                                 | 0,312          | 0,030                 | 0,058 | 0,102         | 0,034 | 0,017 | 0,026          | 7,8 |
| 48—70                                                 | 0,222          | 0,025                 | 0,050 | 0,024         | 0,034 | 0,011 | 0,010          | 7,8 |
| Разрез 232, южная часть правобережья Талдыкдарьи      |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—2                                                   | 0,165          | 0,047                 | 0,032 | 0,051         | 0,031 | 0,003 | 0,022          | 8,0 |
| 4—7                                                   | 0,801          | 0,033                 | 0,112 | 0,402         | 0,120 | 0,016 | 0,114          | 8,1 |
| 7—29                                                  | 1,840          | 0,029                 | 0,531 | 0,640         | 0,152 | 0,051 | 0,410          | 8,0 |
| 29—39                                                 | 0,221          | 0,030                 | 0,064 | 0,066         | 0,025 | 0,003 | 0,051          | 8,0 |
| 45—55                                                 | 1,170          | 0,037                 | 0,241 | 0,480         | 0,184 | 0,021 | 0,165          | 8,1 |
| 55—73                                                 | 0,943          | 0,021                 | 0,180 | 0,370         | 0,122 | 0,023 | 0,201          | 7,9 |
| 73—160                                                | 0,190          | 0,030                 | 0,048 | 0,064         | 0,031 | 0,033 | 0,662          | 7,9 |
| Разрез 263, между протоками Мадалиузек и Картабайузек |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—1                                                   | 2,102          | 0,024                 | 0,335 | 0,657         | 0,350 | 0,021 | 0,111          | 7,8 |
| 1—5                                                   | 2,260          | 0,019                 | 0,451 | 0,620         | 0,320 | 0,010 | 0,210          | 7,8 |
| 5—12                                                  | 1,780          | 0,016                 | 0,603 | 0,203         | 0,240 | 0,084 | 0,060          | 7,7 |
| 12—21                                                 | 0,728          | 0,019                 | 0,201 | 0,113         | 0,090 | 0,036 | 0,020          | 7,8 |
| 21—33                                                 | 0,770          | 0,019                 | 0,165 | 0,174         | 0,100 | 0,024 | 0,037          | 7,8 |
| 67—74                                                 | 0,354          | 0,023                 | 0,095 | 0,043         | 0,029 | 0,017 | 0,026          | 7,7 |

В качестве примера рассмотрим разрез 254 в устье р. Талдыкдарьи, западнее оз. Шагирлыккуль. Это плоская равнина с пологоволнистыми повышениями, где широко разросся тростник, редко встречаются солянки. Проективное покрытие 100%. На поверхности почвы местами образовалась тонкая корка, большей частью торф.

0—0,5 см. Светло-серая с буроватым оттенком, хрупкая, сухая корка, порошисто-зернистая структура, слабо уплотненная, сильнокорешковатая, легкая супесь.

0,5—5 см. Коричневый, сухой, пухлый, мягкий, как мочалка, с полуразложившимися корнями тростника, со следами гари торф.

5—9 см. Темно-серый, сухой, рыхлый, бесструктурный, сильнокорешковатый, с кристалликами солей легкий суглинок.

9—17 см. Золистый, свежий, слабоуплотненный, мелкозернистый, песок, переслаивающийся с суглинком, с редкими ржавыми пятнами, корешковатый, мелкозернистый песок.

17—39 см. Буровато-серый, влажный, слабоуплотненный, сильнокорешковатый, оглеение в виде крупных ржавых и охристых пятен, с мелкими ракушками, слюдяный мелкозернистый песок.



39—57 см. Бурый, влажный, плотный, сильнокорешковатый, с ржавыми пятнами вокруг пор и корешков, соли в виде точек, средний суглинок.

57—170 см. Темно-серый, влажный, слабоуплотненный, слабокорешковатый, с ржавыми пятнами до глубины 84 см, со скоплениями солей в виде точек, слюдястый, мелкозернистый песок.

Таблица 28

Водопроницаемость неорошаемых почв северной части Южного Приаралья

| Номер разреза | Почва                                                                            | Определение водопроницаемости | Средняя впитываемость за время наблюдений, мм/мин |          |           | Кол-во воды, впитавшейся за 6 час., мм |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|----------|-----------|----------------------------------------|
|               |                                                                                  |                               | за первые 10 мин.                                 | за 1 час | за 6 час. |                                        |
| 202           | Солончак корковый, средне- и тяжелосуглинистый                                   | С поверхности                 | 100                                               | 1500     | 8700      | 10200                                  |
| 204-а         | Лугово-болотная, среднесуглинистая                                               | С 8 см                        | 300                                               | 2100     | 10200     | 12000<br>Не опр.                       |
|               |                                                                                  | С 25 см                       | 100                                               | 600      | 5400      |                                        |
| 284-а         | Лугово-тапырная, тугайная, супесчано-песчаная                                    | С поверхности                 | 400                                               | 3400     | 13100     | .                                      |
| 284-б         | Лугово-тапырная, тугайная, иловато-супесчано-суглинистая                         | С поверхности                 | 250                                               | 600      | 2700      | .                                      |
| 230-а         | Солончак мокрый, средне- и тяжелосуглинистый с прослойками мелкозернистого песка | С поверхности                 | 200                                               | 800      | 6100      | .                                      |
|               |                                                                                  | С 35 см                       | 1000                                              | 4900     | 16500     | .                                      |
| 14            | Лугово-тапырная, супесчано-тяжелосуглинистая                                     | С поверхности                 | 250                                               | 1440     | 5000      | 6440                                   |
|               |                                                                                  | С 40 см                       | 150                                               | 500      | 3180      | 4650                                   |
| 14-а          | Лугово-тапырная, средне- и тяжелосуглинистая                                     | С поверхности                 | 200                                               | 850      | 2440      | 3660                                   |
|               |                                                                                  |                               |                                                   |          |           |                                        |
| 204-б         | Лугово-тапырная, тугайная, супесчано-песчаная и иловато-суглинистая              | С поверхности                 | 400                                               | 1300     | 5850      | 6780                                   |
|               |                                                                                  | С 50 см                       | 125                                               | 500      | 2100      | 2940                                   |
| 223           | Солончак пухлый, супесчано-песчаный и среднесуглинистый                          | С поверхности                 | 275                                               | 1170     | 9140      | 13060                                  |
|               |                                                                                  | С 5 см                        | 100                                               | 1690     | 7140      | 9310                                   |
| 41            | Лугово-тапырная, тугайная, супесчано-песчаная, иловатая                          | С поверхности                 | 1200                                              | 4600     | 3410      | 4250                                   |
|               |                                                                                  |                               |                                                   |          |           |                                        |
| 60            | Лугово-тапырная, легкосуглинистая                                                | С поверхности                 | 250                                               | 1300     | 5850      | 8150                                   |
|               |                                                                                  | С 40 см                       | 115                                               | 865      | 5290      | 7540                                   |
| 71            | Лугово-тапырная, супесчано-легкосуглинистая                                      | С поверхности                 | 300                                               | 2050     | 9700      | 11420                                  |
|               |                                                                                  | С 40 см                       | 100                                               | 670      | 5700      | 7900                                   |

170—180 см. Бурый, мокрый, слабоуплотненный, текучий плавун, алевроит.

180—200 см. Бурый, сырой, слабоуплотненный, с яркими пятнами оглеения, средний суглинок.

В 1977 г. вместо тростника был кочковатый рельеф. Шурф заложен в 1978 г., когда большая часть пастбищ была обводнена, в связи с этим наблюдалась повышенная влажность, поверхность почв густо заросла тростником.



Торф и остатки полуразложившегося тростника создают повышенную гумусность этих почв, но только в верхнем дерновом горизонте, вглубь по профилю гумусность падает.

Площадь описываемых почв засолена в различной степени (табл. 29).

Верхний горизонт 0—3 см обычно рассоленный (рис. 20), тогда как нижние горизонты сильно засолены (разрез 251). Тип засоления преимущественно сульфатный с повышенным содержанием кальция и натрия. Запасы солей в толще 0—20 см колеблются от 28 до 30 т/га, в толще 20—50 см — от 34 до 40, 50—100 см — от 80 до 105, 100—200—26—31 т/га, при этом Cl составляет соответственно 4—5, 4—4,8, 8—10,5—6 т/га.

Подобные почвы используются как пастбищные угодья, они также пригодны для поливного земледелия. По мнению Г. И. Вайлерт и др.

(1961), по запасам элементов питания они могут быть отнесены к потенциально высокоплодородным почвам. Эти авторы предложили основные приемы освоения данных почв.

Лугово-такырные тугайные почвы распространены в пределах древесно-кустарниковых тугаев дельты со злаково-разнотравным покровом. До изменения гидрорежима развивались преимущественно лугово-тугайные почвы. С прекращением постоянного стока они перешли в стадию полугидроморфного развития, в них появились признаки автоморфных почв в виде слабовыраженной пористой корочки с полигональной трещиноватостью и подкоркового чешуйчатого горизонта. Сохранились следы заболоченности бывших гидроморфных почв.

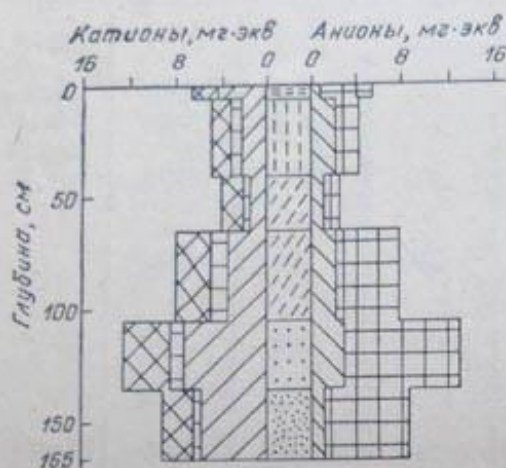


Рис. 20. Литологический и солевой профиль лугово-такырных остаточных болотных почв (разрез 251). Усл. обозн. см. на рис. 12.

Лугово-такырные тугайные почвы развиваются обычно на переотложенных прирусловых отложениях пыли, супеси, алевролита, ила и тонкого песка. Легкий механический состав отложений обуславливает глубокое проникновение корней растений до влажных горизонтов.

Охарактеризуем разрез 235 этих почв, сделанный в районе тугаев Кипчакдары, на правом берегу, возле п. Кызылджар. Это плоская поверхность прибрежной равнины с пологим уклоном к реке. Растительность представлена турангой, ивой, гребенщиком и янтарником. Проектное покрытие 80%. Поверхность почвы трещиноватая, сухая с опадом растений.

0—0,5 см. Светло-серая, сухая, уплотненная корочка, пористая, зернисто-пылеватая, среднекорешковатая, в нижней части корки карбонаты в виде точек, иловатая супесь.

0,5—3,5 см. Светло-серая, сухая, уплотненная, тонкослоистая, микропористая, с карбонатами, порошковидно-зернистая, иловатая супесь.

3,5—8 см. Светло-серая, сухая, тонкослоистая, с мелкими редкими пятнами оглеения, плотная, порошковидно-зернистая супесь.

8—30 см. Палево-серая, свежая, плотная, зернистая, слоистая, слабокорешковатая, тяжелая супесь.

30—38 см. Светло-серая, порошистая, слабоуплотненная, тонкослоистая с редкими ржавыми пятнами, иловатая супесь.



38—47 см. Как и слой 8—30 см, но более темная, со слабо выраженной слоистостью, комковато-зернистая структура.

47—110 см. Палево-серый, свежий, рыхлый, слоистый, иловатый песок.

110—130 см. Светло-серый, рыхлый, свежий, речной тонкозернистый песок.

Таблица 29

Результаты химических анализов лугово-такырных остаточно-болотных повышенногумусных почв по разрезам, %

| Глубина, см              | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|--------------------------|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Разрез 251, ур. Майпост  |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—1                      | 0,431          | 0,062                 | 0,006 | 0,217         | 0,084 | 0,006 | 0,023          | 7,9 |
| 1—6                      | 0,516          | 0,038                 | 0,042 | 0,266         | 0,080 | 0,012 | 0,054          | 8,0 |
| 6—41                     | 0,376          | 0,038                 | 0,071 | 0,103         | 0,043 | 0,009 | 0,041          | 8,2 |
| 41—65                    | 0,252          | 0,044                 | 0,048 | 0,085         | 0,031 | 0,005 | 0,045          | 8,2 |
| 85—105                   | 0,591          | 0,050                 | 0,083 | 0,269         | 0,077 | 0,020 | 0,076          | 8,0 |
| 105—145                  | 0,995          | 0,037                 | 0,097 | 0,537         | 0,147 | 0,029 | 0,112          | 7,9 |
| 145—165                  | 0,613          | 0,026                 | 0,043 | 0,350         | 0,121 | 0,005 | 0,060          | 7,9 |
| Разрез 287, ур. Шегекуль |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—0,5                    | 1,859          | 0,080                 | 0,301 | 0,925         | 0,315 | 0,059 | 0,253          | 8,5 |
| 0,5—3                    | 2,047          | 0,064                 | 0,511 | 0,721         | 0,275 | 0,606 | 0,264          | 8,4 |
| 3—31                     | 0,215          | 0,047                 | 0,027 | 0,093         | 0,027 | 0,007 | 0,036          | 8,2 |
| 31—50                    | 0,297          | 0,043                 | 0,025 | 0,091         | 0,023 | 0,006 | 0,038          | 8,4 |
| 78—105                   | 0,216          | 0,046                 | 0,030 | 0,081         | 0,023 | 0,008 | 0,034          | 8,5 |

Наибольшей фильтрационной способностью почв и грунтов тугаев обладают супесчано-песчаные породы (см. табл. 28).

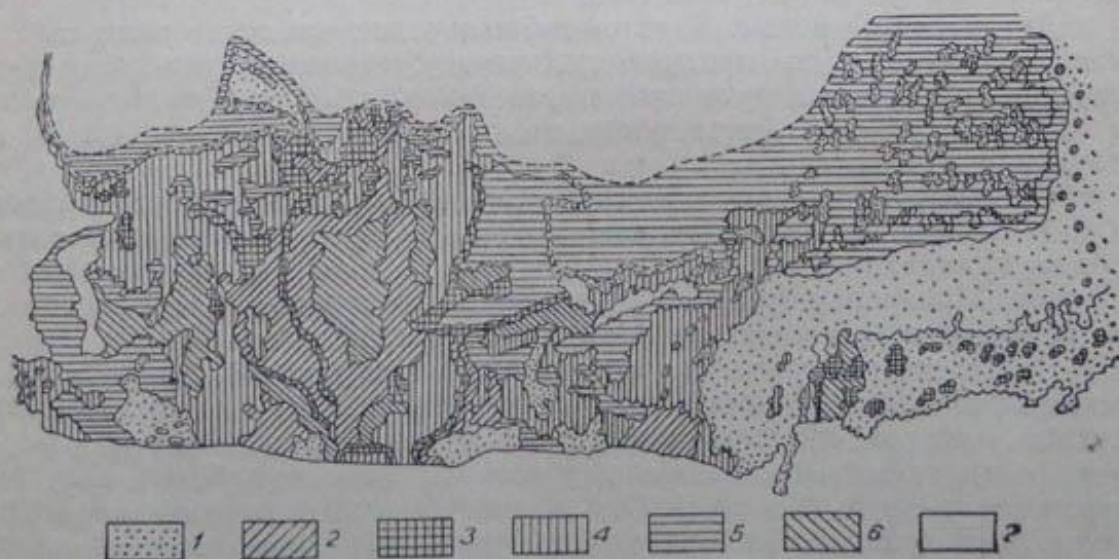


Рис. 21. Степень засоления почв северной части Южного Приаралья и обсохшей части дна Аральского моря:

1 — незасоленные, 2 — слабо- и незасоленные, 3 — слабо- и средnezасоленные, 4 — сильнозасоленные в комплексе с солончаками, 5 — солончак, 6 — различнозасоленные, 7 — озера.

Тугайные почвы содержат мало гумуса (см. табл. 20). Тугайно-луговые почвы (разрез 298) по сравнению с древесно-кустарниковыми (разрезы 277, 280) содержат больше гумуса. В этих почвах наблюдается много полуразложившихся остатков корней растений.



Почвы тугаев слабо- и незасоленные (рис. 21, табл. 30), сульфатно-кальцево-натриевого типа. Запасы солей в толще 0—20 см составляют 3 т/га, в толще 20—50 см — 5, в толще 50—100 см — 2 т/га, при этом Cl соответственно равен 1, 1,0 и 0,2 т/га.

Лугово-такрыные тугайные почвы используются как пастбищные угодья, на некоторых участках развивается поливное земледелие (мас-сивы Алинаул, Аспантай, Байгуджа и др.). При орошении на этих поч-

Таблица 30

Результаты химических анализов лугово-такрыных тугайных почв  
в разрезах, %

| Глубина,<br>см                                    | Сумма со-<br>лей, % | Щел. в<br>HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по раз-<br>ности | pH  |
|---------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|-------|-----------------|-------|-------|---------------------|-----|
| Разрез 276, лопасть Акдарьи                       |                     |                            |       |                 |       |       |                     |     |
| 0—1                                               | 0,126               | 0,076                      | 0,006 | 0,027           | 0,022 | 0,002 | 0,015               | 8,2 |
| 1—8                                               | 0,494               | 0,041                      | 0,046 | 0,229           | 0,086 | 0,006 | 0,046               | 8,1 |
| 8—20                                              | 0,453               | 0,46                       | 0,101 | 0,093           | 0,053 | 0,008 | 0,052               | 8,1 |
| 20—29                                             | 0,302               | 0,044                      | 0,074 | 0,071           | 0,037 | 0,005 | 0,048               | 8,1 |
| 29—69                                             | 0,643               | 0,046                      | 0,058 | 0,303           | 0,092 | 0,016 | 0,066               | 8,2 |
| 69—130                                            | 0,174               | 0,044                      | 0,014 | 0,079           | 0,015 | 0,004 | 0,040               | 8,0 |
| Разрез. 235, туган Кипчакдарьи возле п. Кызылджар |                     |                            |       |                 |       |       |                     |     |
| 0—0,5                                             | 1,401               | 0,064                      | 0,027 | 0,873           | 0,292 | 0,018 | 0,084               | 8,3 |
| 0,5—3                                             | 0,762               | 0,035                      | 0,097 | 0,342           | 0,083 | 0,013 | 0,201               | 8,2 |
| 3,5—8                                             | 0,253               | 0,037                      | 0,042 | 0,102           | 0,022 | 0,006 | 0,049               | 8,3 |
| 8—30                                              | 0,273               | 0,040                      | 0,061 | 0,05            | 0,031 | 0,009 | 0,028               | 8,2 |
| 47—70                                             | 0,103               | 0,030                      | 0,013 | 0,039           | 0,018 | 0,003 | 0,020               | 8,5 |

вах можно выращивать высокие урожаи, чему благоприятствуют незасоленность и механический состав.

**Автоморфные почвы.** К автоморфным относятся остаточные солончаки, такрыные почвы, такры, пустынные песчаные и серо-бурые почвы, развивающиеся в причинковых равнинах и восточной части дельты, а также в пределах Кызылкумов, возвышенностей Бельтау, Кушкана-тау.

**Остаточные солончаки.** Снижение уровня грунтовых вод (до 7—10 м и больше) обусловило отрыв нижних горизонтов солончаков от капиллярной каймы<sup>1</sup>. В результате большая часть солончаков Южного Приаралья (участки приморских солончаков и расположенных на водораздельных равнинах протоков) стали остаточными.

Остаточным солончакам свойственно не накопление солей, а медленное рассоление. Морфология их разнообразна. Можно встретить пухлые, корково-пухлые, черные и мокрые солончаки, а также остаточные такрыные солончаки, у которых максимум солей не у поверхности, а ниже (2—3 см). Они обычно занимают повышенные части рельефа со сравнительно легкими грунтами. Их морфология видна из описания разреза 318, сделанного в восточной части дельты к юго-востоку от буг. Нукускум. Это плоская равнина со слабым расчленением, растительность — карабарах и солянки, проективное покрытие 90%. Поверхность почвы шероховатая, со слабой темноватой корочкой корково-пухлого солончака.

0—0,5 см. Темновато-серая, сухая, хрупкая супесь, легкая корка порошисто-комковатая, на поверхности имеются кристаллы солей.

<sup>1</sup> На эту закономерность и вытекающие последствия указывал В. А. Ковда (1973).



0,5—8 см. Серая, сухая, слабоуплотненная, пылеватая, слабокорешковатая, легкая супесь.

8—17 см. Буровато-серый, свежий, слабоуплотненный, тонкозернистый песок с ржавыми пятнами, скопления солей в виде точек и прожилок, единичные ракушки, слоистый.

17—24 см. Золистый, свежий, слабоуплотненный, мелкозернистый песок, много охристо-ржавых пятен и ракушечников.

24—39 см. То же самое, но горизонт влажнее и светлее.

39—48 см. Темновато-зеленовато-сизый, влажный, средний суглинок, слабоуплотненный, крупные пятна оглеения, много солевых скоплений в виде точек и прожилок, заполняющих поры сгнивших корней в вертикальном направлении.

48—70 см. Сизовато-буроватый, влажный, уплотненный, тяжелый суглинок с максимальным скоплением солей.

70—120 см. Серый, влажный, плотный со слабым проявлением ожелезнения, средний суглинок.

120—150 см. Темновато-буровато-сизый, влажный, плотный с кристаллами солей в виде точек и прожилок, с ржавыми пятнами вокруг пор и тонких корней, средний суглинок.

150—160 см. Серый, светло-серый, рыхлый, влажный, с редкими пятнами оглеения, тонкозернистый песок.

Морфология остаточных солончаков такая же, как и типичных. Обычно выделяется несколько солевых максимумов, приуроченных к горизонтам тяжелого механического состава. В приведенном разрезе эти максимумы хорошо видны. Тип засоления преимущественно хлоридный, но встречается и сульфатный (рис. 22). Сульфатов в верхнем горизонте содержится больше, чем хлоридов в нижних; их количество заметно уменьшается и ионы хлора становятся доминирующими (разрез 316, табл. 31).

Запасы солей в толще 0—30 см составляют 242 т/га, 30—50 см — 145, 50—100 см — 111, 100—200 см — 540 т/га, при этом Cl соответственно равен 108, 54, 48 и 148 т/га.

Остаточные солончаки пригодны для поливного земледелия, но требуют серьезных мелиораций (удаления солей из корнеобитаемого слоя, планировки микрорельефа, регулярной промывки и дренажа). Большое содержание гипса с самого верха дает основание не опасаться возникновения солонцеватости (Калашников и др., 1956).

Такие почвы встречаются в восточной части дельты южнее, юго-восточнее возвышенности Бельтау (Саксаульная дача) и в причинковой равнине (ур. Саксаульсай). В комплексе с ними распространены такыры, остаточные солончаки и пески.

В восточной части дельты такырными почвами заняты понижения рельефа или плоская равнина между сухими руслами. В Саксаульной даче эти почвы развиты на плоской равнине в комплексе с остаточными солончаками, такырами и песчаными буграми.

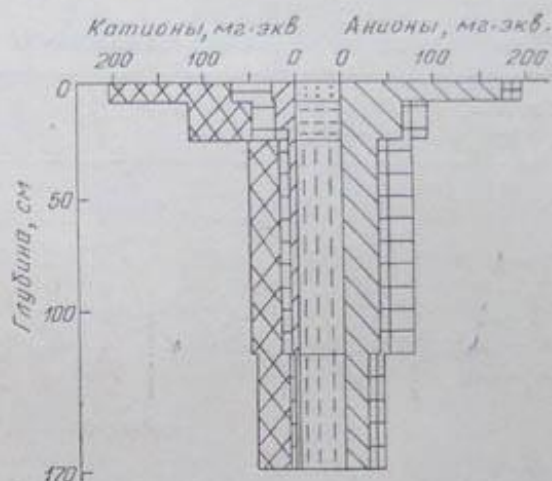


Рис. 22. Литологический солевой профиль остаточного пухлого солончака (разрез 12). Усл. обозн. см. на рис. 12.



Морфологию их характеризует разрез 310 из южного подножья возвышенности Бельтау. Это аллювиально-пролювиальная равнина с промоинами и рытвинами на поверхности. Растительность — черный саксаул, проективное покрытие 30%. Плоская, сухая поверхность разбита на полигональные отдельности.

0—0,3 см. Пепельно-светло-серая, такыровидная, хрупкая корка легкой супеси с гладкой поверхностью, снизу шероховатая, пористая, свободно отделяется от нижележащего слоя.

Таблица 31

Результаты химических анализов остаточных соленчаков по разрезам, %

| Глубина, см                                     | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|-------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Разрез 312, концевая часть сухого русла Кокузек |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—0,5                                           | 11,523         | 0,065                 | 5,692 | 0,343         | 0,221 | 0,485 | 2,732          | 8,5 |
| 0,5—8                                           | 15,258         | 0,056                 | 6,601 | 1,721         | 0,680 | 0,555 | 3,342          | 8,3 |
| 8—25                                            | 6,514          | 0,038                 | 2,362 | 1,312         | 0,463 | 0,286 | 1,112          | 8,3 |
| 41—120                                          | 2,976          | 0,043                 | 1,302 | 0,590         | 0,173 | 0,089 | 0,792          | 8,4 |
| 130—170                                         | 2,866          | 0,022                 | 0,912 | 0,843         | 0,243 | 0,085 | 0,801          | 7,9 |

Разрез 316, ур. Кольсага

|        |       |       |       |       |       |       |       |     |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—0,5  | 8,972 | 0,102 | 1,621 | 3,970 | 0,282 | 0,254 | 2,582 | 7,9 |
| 7—20   | 4,543 | 0,022 | 1,360 | 1,350 | 0,357 | 0,107 | 1,053 | 8,0 |
| 20—41  | 2,345 | 0,022 | 0,803 | 0,613 | 0,115 | 0,074 | 0,545 | 8,1 |
| 41—50  | 1,845 | 0,027 | 0,452 | 0,704 | 0,077 | 0,054 | 0,442 | 8,1 |
| 50—72  | 3,154 | 0,015 | 1,032 | 0,834 | 0,196 | 0,079 | 0,701 | 8,0 |
| 40—150 | 1,804 | 0,016 | 0,464 | 0,672 | 0,145 | 0,045 | 0,143 | 8,2 |

0,5—8 см. Буро-серая, сухая, слабоуплотненная легкая супесь, при сдавливании легко распадается на мелкие зерна, на границе с верхней коркой ноздреватая, с редкими мелкими хрящами.

8—17 см. Буровато-серый, сухой, рыхлый, тонкозернистый песок, в слое много кристаллов солей.

17—37 см. То же, что в слое 8—17 см, но с большим содержанием мелких кристаллов солей в виде белых точек.

37—39 см. Светло-бурый, сухой, уплотненный, зернисто-комковатый средний суглинок, повышенное содержание солей в виде точек и прожилков.

39—57 см. Светло-серый, сухой, рыхлый тонкозернистый песок, содержащий максимальное количество солей.

57—140 см. Светло-серый, слегка свежий, слабоуплотненный, переслаивающийся тонкозернистый песок с супесью, содержание солей значительно уменьшается, но в интервале 130—140 см вновь увеличивается.

Верхний горизонт 0—40 см вертикально трещиноватый, ширина щелей 1—2 см. В верхних горизонтах встречаются разновидности как с легким, так и с тяжелым механическим составом.

Морфология разреза 310 и данные о химическом составе почв (табл. 32) показывают, что в профиле имеется несколько солевых максимумов. Это позволяет предполагать, что почвы проходили стадию солончака с последующими перемежающимися стадиями рассоления. Преобладает стадия рассоления, о чем свидетельствуют разрезы 309 и 310.



Такырные почвы преимущественно сульфатного типа засоления с повышенным содержанием катионов натрия, однако встречаются и хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный типы.

В целях выяснения изменения солевого состава в пределах южного предгорья Бельтау был заложен почвенный профиль от склона возвышенности к пролювиально-аллювиальной равнине протяженностью 3 км. Оказалось, что палеогеновые глины наиболее засоленные (на глубине 0—4 см — 0,792%, а на глубине 4—8 см — 8,650%, разрез 311). От подошвы склона засоленность почвы постепенно уменьшается, количество солей в разрезе 310 на глубине 8—17 см доходит до 2,543%, а в разрезе 309 солевые максимумы на глубине 130—140 см составляют 1,454%.

Запасы солей такырных почв в толще 0—20 см равны 5—26 т/га, 20—50 см — 10—80, 50—100 см — 46—143, 100—200 см — 70—105 т/га, а запасы Cl составляют соответственно 0,6—4, 0,3—10, 4—12, 1—6 т/га.

Таблица 32

Результаты химических анализов такырных почв по разрезам, %

| Глубина, см | Сумма солей, % | Шел. в $\text{HCO}_3$ | Cl | $\text{SO}_4$ | Ca | Mg | Na по разности | pH |
|-------------|----------------|-----------------------|----|---------------|----|----|----------------|----|
|-------------|----------------|-----------------------|----|---------------|----|----|----------------|----|

Разрез 309. Аллювиально-пролювиальная равнина, предгорье Бельтау

|         |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—5     | 0,132 | 0,084 | 0,004 | 0,027 | 0,017 | 0,004 | 0,021 | 7,5 |
| 5—9     | 0,363 | 0,030 | 0,003 | 0,210 | 0,057 | 0,006 | 0,037 | 7,9 |
| 9—46    | 0,083 | 0,050 | 0,006 | 0,019 | 0,009 | 0,003 | 0,016 | 7,9 |
| 46—60   | 0,441 | 0,034 | 0,011 | 0,274 | 0,081 | 0,012 | 0,034 | 8,2 |
| 130—140 | 1,454 | 0,024 | 0,012 | 0,922 | 0,253 | 0,036 | 0,095 | 8,1 |

Разрез 310. В 400 м к северу от разреза 309

|         |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—3     | 0,088 | 0,056 | 0,008 | 0,017 | 0,011 | 0,001 | 0,021 | 8,0 |
| 3—8     | 0,625 | 0,021 | 0,232 | 0,046 | 0,05  | 0,006 | 0,114 | 7,9 |
| 8—17    | 2,543 | 0,023 | 0,462 | 1,082 | 0,241 | 0,018 | 0,521 | 8,2 |
| 37—39   | 2,231 | 0,026 | 0,238 | 1,180 | 0,252 | 0,024 | 0,040 | 8,2 |
| 130—140 | 1,205 | 0,027 | 0,079 | 0,710 | 0,161 | 0,009 | 0,193 | 8,2 |

Такырные почвы обладают относительно высоким естественным и хорошим эффективным плодородием, они вполне пригодны для освоения (А. И. Калашников и др., 1956).

Пустынные песчаные почвы распространены в основном в восточной части дельты, на возвышенностях Бельтау, Кушканатау, Кызылджар, полуострове Муйнак и в Кызылкумах. Они характеризуются слабой выраженностью генетических горизонтов. Так, верхний горизонт, аналогичный по положению в профиле дерново-перегнойному горизонту других богатых растительностью почв, выделяется от нижележащих небольшим количеством корешков (по-видимому, рапга и гречишки), не образующих дернины. При однородном литологическом профиле гумусовая окраска этого горизонта сказывается в некотором посерении. Ниже заметно слабое уплотнение, вероятно, от карбонатов. Еще ниже наблюдаются слабые гипсовые выделения. В слоистых грунтах последних два горизонта не обнаруживаются (Калашников и др., 1956).

Разрез 258 сделан на полуострове Муйнак, где преобладает грядово-бугристый рельеф с белыми саксаульниками, эфемерами и джужгунниками, проективное покрытие 60%.

0—15 см. Светло-серый, сухой, слабоуплотненный, мелкозернистый, золотистый песок с мелкими обломками ракушек, имеются также целые



винтообразные виды ракушечника, корешковатый, книзу слой светлеет, сверху тонкая непрочная корочка.

15—60 см. Светло-серый, сухой, рыхлый песок, золотистый, в слое 50—60 см, сцементированный песок с карбонатами, по всему горизонту встречаются мелкие ракушки.

60—170 см. Светло-серый, местами серый, рыхлый песок, золотистый, с редкими битыми ракушечниками, неясная слоистость.

Ракушки принесены ветром с берега моря. Пустынные песчаные почвы характеризуются однородным механическим составом, что позволяет вымывать вещества в нижние горизонты, в связи с чем в данном разрезе карбонаты располагаются в средней части профиля. Эти почвы в соответствии с легким механическим составом преимущественно неза-

Таблица 3

Результаты химических анализов серо-бурых почв по разрезам, %

| Глубина, см                                                                                       | Сумма солей, % | Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------|---------------|-------|-------|----------------|-----|
| Разрез 305. Западная часть возвышенности Бельтау                                                  |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—8                                                                                               | 0,061          | 0,043                 | 0,005 | 0,011         | 0,012 | 0,012 | 0,003          | 8,3 |
| 8—15                                                                                              | 0,075          | 0,043                 | 0,007 | 0,018         | 0,012 | 0,003 | 0,011          | 8,3 |
| 24—47                                                                                             | 0,070          | 0,033                 | 0,009 | 0,020         | 0,008 | 0,003 | 0,011          | 8,0 |
| 47—60                                                                                             | 0,058          | 0,032                 | 0,011 | 0,010         | 0,009 | 0,002 | 0,010          | 5,2 |
| Разрез 305-а. Склон Бельтау 250 м к западу от разреза 305                                         |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—0,3                                                                                             | 1,541          | 0,027                 | 0,113 | 0,884         | 0,255 | 0,018 | 0,180          | 7,9 |
| 8—16                                                                                              | 8,770          | 0,024                 | 2,081 | 2,750         | 0,153 | 0,180 | 2,180          | 7,8 |
| 16—30                                                                                             | 4,601          | 0,026                 | 1,290 | 1,180         | 0,115 | 0,122 | 1,063          | 7,7 |
| Разрез 307. Днища грядово-ячеистого рельефа с обнажением коренных пород, в 4 км от сз. Каратеренг |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—8                                                                                               | 1,220          | 0,028                 | 0,021 | 0,785         | 0,265 | 0,018 | 0,061          | 7,9 |
| 8—27                                                                                              | 2,790          | 0,061                 | 0,451 | 1,360         | 0,061 | 0,030 | 0,844          | 8,1 |
| Разрез 311. Южный склон Бельтау                                                                   |                |                       |       |               |       |       |                |     |
| 0—4                                                                                               | 0,790          | 0,037                 | 0,005 | 0,420         | 0,105 | 0,018 | 0,063          | 8,1 |
| 4—8                                                                                               | 8,651          | 0,032                 | 0,773 | 3,800         | 0,006 | 0,672 | 0,982          | 7,7 |

соленные, однако на тех участках песков Кызылкумов, где соленосные палеогеновые глинистые отложения близко подходят к поверхности, пустынные песчаные почвы обычно засоленные. Они используются в пастбищном животноводстве.

Серо-бурые почвы занимают возвышенности Бельтау, Кушканатау, полуостров Муйнак и участки Кызылкумов, где обнажаются коренные породы. Серо-бурые почвы развиваются на продуктах элювия. Им присуща скелетность механического состава (преобладание щебнистых супесей и связанных песков) и засоленность. В качестве характеристики морфологии этих почв приводим описание разреза 245, сделанного на межгрядовой плоской равнине на водоразделе полуострова Муйнак, растительность — солянки, зфемеры и полыньники. Поверхность равнины изобилует мелким щебнем и смесью с песком.

0—6 см. Серая, сухая, мелкокомковато-пылеватая слабоуплотненная супесь с редкими корнями, включающая несортированные хрящи, гравий и щебень (до 50% состава слоя).

6—15 см. Бурая, сухая, плотная, пылевато-зернистая супесь, включающая щебень и гравий (до 10% состава), пористая.



15—57 см. Бурый, свежий, комковатый, плотный, хрящеватый песок с супесью, большие включения щебня размером по длинной оси до 1 см, кристаллики соли, максимальное скопление в слое 33—48 см.

57—80 см. Желтый, свежий, бесструктурный, плотный, неотсортированный песок, включения хряща и щебня до 20% состава.

Содержание гумуса в этих почвах незначительно (см. табл. 20).

По характеру распределения солей в вертикальном профиле серо-бурые почвы региона относятся к солончаковым, т. е. максимум солей обнаруживается не на поверхности, а немного ниже (табл. 33). Как правило, количество солей начинает увеличиваться в пределах бурого горизонта, а максимум находится под ним. Это не противоречит возможности осолонцовывания бурого горизонта и даже предполагает его (Кимберг, 1974).

Засоление серо-бурых почв преимущественно сульфатного и хлоридно-сульфатного типа. Степень засоления почв на поверхности Бельтау и ее склонах различна (см. табл. 33). Это связано с соленостью пород. На водоразделе возвышенности обнажается песчаник. Он засолен меньше, чем подстилающие глины, обнажающиеся на склоне (разрез 305-а). Почвы, развивающиеся по днищам ячеистого рельефа, отличаются высокой степенью засоления (разрез 307). Там обнажаются палеогеновые соленосные глины. Запасы солей в толще 0—20 см колеблются от 2 до 106 т/га, в толще 20—50 см — от 2 до 100; при этом Cl составляет соответственно от 0,1 до 31, от 0,2 до 30 т/га.

Серо-бурые почвы используются как пастбищные угодья.

## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Все растительные группировки Южного Приаралья, по классификации Е. П. Коровина (1961), относятся к трем типам: тугайный, соляноковый и псаммофильный.

**Тугайная растительность.** Тростниковая формация (*Phragmiteta australis*). До 1961 г. массивы тростниковых зарослей в Южном Приаралье определялись от 500 тыс. га до 1 млн. га. В 1967 г. эта площадь сократилась до 350 тыс. га, в 1974 г. подобные пастбища и сенокосы составляли 77,7 тыс. га. Несмотря на такую резкую деградацию, формация тростника занимает доминирующее положение в травяных тугаях Приаралья (рис. 23). Широкая экологическая пластичность тростника позволяет ему произрастать как в гидроморфных, так и в полугидроморфных условиях. Тростниковые сообщества встречаются на различных остаточных-болотных и луговых почвах и даже на солончаках. Крупные массивы тростника сосредоточены на побережье залива Джилтырбас, на северо-западе дельты Амударьи и в урочище Шегеколь. Незначительные площади занимают днища высохших озер в живой части дельты (Большой Узунайдына, Макпалколь, Каратерень и др.). Почти повсеместно тростник угнетен. В составе этой формации выделяется 8 ассоциаций.

**Янтакная формация** (*Alhagieta pseudalhagi*) широко распространена в низовьях Амударьи. Ее роль как эдифактора растительных сообществ в изучаемом районе увеличивается с севера на юг. Фитоценозы с доминированием янтака характерны для берегов каналов и проток, залежных земель, равнин, окаймляющих возвышенности Кусхаватау, Иткыр, песков Туркмен-Кырлыган. Они развиваются на легких по механическому составу лугово-такрыных и пустынно-песчаных почвах. В янтакной формации выделено 4 ассоциации.



Гребенщикова формация (*Tamariceta varia*) характерна для Южного Приаралья, где встречается до 10 видов. По данным А. Бахиева и др. (1977) и нашим наблюдениям, в низовьях Амударьи наиболее широко распространено 2 вида гребенщика — *Tamarix rep. tandra* и *T. hispida*. Первый служит основным ценозостроителем кустарниковых тугаев. Высокая приспособляемость к условиям среды позволяет ему селиться на самом различном субстрате — песках, отакыренных почвах, солончаках. В условиях прогрессирующего падения

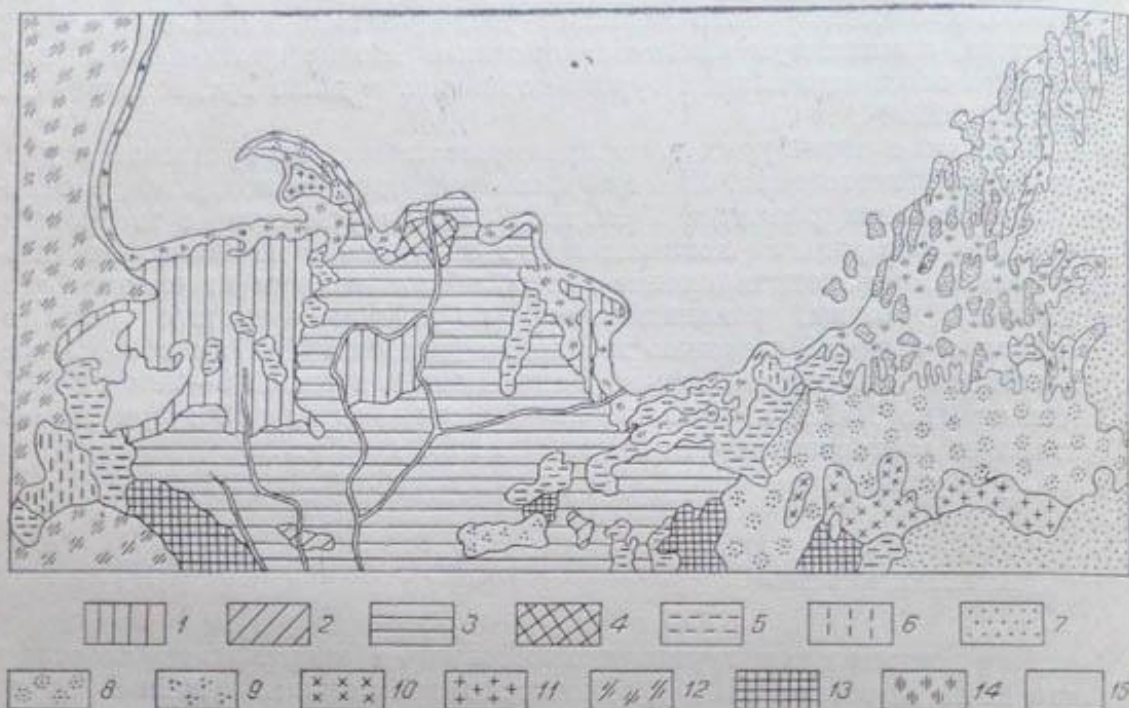


Рис. 23. Карта растительности северной части Южного Приаралья.

Тугайная растительность, формации: 1 — тростниковая, 2 — чичачная, 3 — юзгуновская, 4 — туранговая; галофильная: 5 — карабараковская, 6 — черносаксауловская; псаммофильная: 7 — смешаносаксауловская, 8 — белосаксауловская, 9 — джугуновская; гипсофильная: 10 — полынь раскидистая, 11 — полынь белоземельная, 12 — биюргунская; 13 — орощаемые земли, лишённые растительности: 14 — солончаки, 15 — водоемы.

уровня грунтовых вод, высыхания озер и засоления почв его сообщества приходят на смену тростниковым ассоциациям. Тамарикс жестковолосистый экологически связан с засоленными субстратами.

Гребенщикове сообщества ввиду широкой экологической амплитуды рода *Tamarix* распространены по всей территории дельты Амударьи — от чинка Устюрт до Кызылкумов. Они развиваются на остаточнo-болотных, лугово-такырных, пустынно-песчаных почвах, а также на солончаках. Виды гребенщика служат ландшафтными растениями на большой территории Южного Приаралья. Широкому распространению этой формации в условиях аридизации территории способствуют два фактора. Первый, как отмечено выше, — смена гребенщикове сообществами тростниковых ценозов на обширных междуречных понижениях и днищах высохших озер, второй — деградация обширных ранее древесных и кустарниково-древесных тугаев, замена их гребенщикове. Для исследуемого района наиболее характерны 12 ассоциаций.

Туранговая формация (*Populeta pruinosa et ariana*) включает тополь сизолистный и тополь арийский (местное название — туранга). Это эдификаторы туранговой формации. В древесных тугаях Южного Приаралья туранговники имеют господствующее положение.



В 50-х годах в нижнем течении Амударьи тугайные леса занимали 100 тыс. га. В 1974 г. они уменьшились почти вдвое. Туранговые сообщества продолжают деградировать и сокращаться. Усыхающие заросли кустарниково-древесных растений сохранились по периодически обводняемым руслам и протокам Амударьи (Акдарья, Кипчакдарья, Талдык, Картабайозек и др.). По прибрежной части дельты вдоль Урдабайозека и других протоков формируются молодые кустарниково-туранговые сообщества. Массивы опустыненных разреженных туранговиков встречаются по сухим руслам Эркиндарьи, Казахдарьи, Акбашлы и на аллювиальных равнинах дельты (урочища Кинкаир, Карабайкам, обширные участки по берегам Акдарьи севернее поселка Байгуджа и др.). В тугайных массивах много сухих деревьев, иногда сухостой достигает 50—60%. В исследуемом районе туранговая формация включает 5 ассоциаций.

**Солянковая растительность.** Содеросовая формация (*Salicornieta herbaceae*), распространение которой тесно связано с сырыми засоленными субстратами и маршевыми почвами, занимает прибрежные полосы Аральского моря и озера Судочьего. Ширина таких полос, перемещающихся вслед за отступающей кромкой воды, достигает местами 500—600 м. В составе этой формации выделено 3 ассоциации.

**Сарсазановая формация** (*Halocnemeta strobilacei*) мало распространена в Южном Приаралье и приурочена к припесчаненным солончакам. Зачастую разреженные сарсазанники образуют кольцевые структуры по берегам высохших соленых водоемов с рапой в центре. Сарсазанники встречаются на солончаках вокруг оз. Судочьего, вдоль берега Аральского моря и по обсохшим водоемам севернее Бельтау. Выделено 4 сарсазановых ассоциаций.

**Поташниковая формация** (*Kalideta caspica*), как и сарсазановая, распространена ограниченно в низовьях Амударьи. Типичные места обитания поташниковых сообществ — корковые и пухлые солончаки по берегам бессточных котловин. Небольшие участки этих растительных группировок встречаются на равнине, прилегающей к южному и западному берегу оз. Судочьего. В поташниковой формации описано 3 ассоциации.

**Карабараковая формация** (*Halostachydeta belangerianae*) занимает доминирующее положение в галофильной растительности низовьев Амударьи. Сообщества карабарака характерны для сильнозасоленных лугово-такырных и пустынно-песчаных почв и солончаков различных типов. В Южном Приаралье эта формация распространена довольно широко. Крупные массивы встречаются южнее оз. Судочьего, на приморских солончаках залива Жилтырбас между устьем Казахдарьи и песками Ешкульген. В пределах живой дельты эти сообщества широко представлены в долине. Куныдарьи, в междуречье Кипчакдарьи и Талдыка, на обсохших болотных массивах северо-восточнее оз. Судочьего. В исследуемом районе формацию карабарака характеризуют 8 ассоциаций.

**Карагановая формация** (*Salsoleta dendroides*) в низовьях Амударьи приурочена к периферии орошаемых массивов и характерна для залежных земель. Встречается она небольшими участками на засоленных лугово-такырных почвах и остаточных солончаках. На залежах совхозов «Раушан», «Каракалпак» и «Куралпа» описано 4 ассоциации.

**Черносаксауловая формация** (*Haloxyleta aphylli*) распространена в пределах древней дельты Амударьи на такырных, пустынно-песчаных почвах и солончаках. Сообщества черного саксаула



характерны для Айбугирской котловины южнее оз. Судочьего, орошаемых в древности земель южнее залива Джилтырбас, Бельтау и левобережья Кокдарьи. Описано 6 черносахсауловых ассоциаций.

**Псаммофильная растительность.** Белосаксауловая формация (*Haloxyleta persici*) экологически тесно связана с песками. Распространена она в Кызылкумах. Сообщества белого саксаула обычны на Бельтау. А. Бахиев и др. (1977) встречали белосаксауловую формацию на всех островах Карабайлийского архипелага. Для ее характеристики приводим 4 ассоциации.

**Джузгуновья формация** (*Calligoneta caput-medusae*) встречается на песчаных почвах от приморских равнин до внутريدельтовых возвышенностей, на полуострове Муйнак, возвышенностях Куханатау, песках северной периферии орошаемых массивов Кунградского, Чимбайского и Тахтакупырского районов. А. Бахиев и др. (1977) и Ж. Сапариязов (1977) приводят их для Северо-Западных Кызылкумов и Карабайлийского архипелага. Приведены 4 типичные джузгуновья ассоциации.

**Куянсуекова формация** (*Ammodendreta connollyi*) характерна для разбитого песчаного субстрата. Небольшие ее участки встречаются среди белосаксаульников и особенно среди джузгульников. В низовьях Амударьи нами отмечено 4 куянсуековых ассоциаций.

#### ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ИХ РАЗВИТИЯ

В северной части Южного Приаралья до 1960 г. развивались заболачивание, водная эрозия, засоление, дефляция и другие сопутствующие им процессы. Среди них первые распространились почти на всей площади живой дельты. Селективным проявлением отличалось соленакопление, оно ограничивалось районами приморских равнин и восточной части дельты.

На склонах возвышенностей и прирусловых валах активизировалась водная эрозия.

При формировании чинка существенное значение имели оползнеобразование и другие гравитационные процессы. Кроме того, в пределах примыкающей к нему равнины и в восточной части дельты были развиты дефляция и суффозия. Уже тогда достаточно отчетливо определилось разграничение: на востоке дельты (ближе к эоловой равнине Кызылкумов) начинали господствовать аридные процессы (испарение, ветровая деятельность и др.), в западной и центральной частях — гумидные.

С преграждением стока поверхностных вод (основного для водоема) стал резко снижаться уровень моря, прервалось затопление живой дельты (не считая искусственного обводнения), многие протоки высохли, резко понизилось зеркало грунтовых вод. Аридные условия распространились на всю описываемую территорию. В активизации природных процессов произошла смена ведущих из них.

В пределах живой дельты заболачивание уступило место дефляции, соленакоплению, образовались трещины усыхания, что обусловило ускорение опустынивания (рис. 24). Предпринята попытка классифицировать современные ведущие и наиболее активные сопутствующие процессы, а также показать значение их в природной среде северной части Южного Приаралья (табл. 34).

**Выветривание.** Наиболее активно проявляется механическое (физическое) выветривание, раздробление пород под действием резких перепадов суточных и сезонных температур. В жаркое время года к этому ведет высокая радиация и большая сухость, а в зимнее — мороз, резкие и частые перепады температур через точку замерзания.



Явления выветривания наблюдаются на возвышенностях Муйнак, Бельтау, Кушканатау, Кызылджар а также по чинку Устюрта, где коренные породы раздробляются и накапливаются в виде рыхлых образований на их склонах и у подножий. Эти процессы достаточно высоко интенсивны в дельте, где происходят дезагрегация поверхности почвы и рассредоточение мелкозема по равнине. Они в значительной мере активизировались с понижением уровня моря и опустынивания территории. Их активность при временных искусственных поливах нарастать не будет.

Охарактеризованные изменения природной среды обуславливают необратимость этого процесса.

Солончаковое (химическое) выветривание обычно сопровождается механическим выветриванием. В трещиноватых породах происходит инсоляционное выпотевание солевых растворов из самой породы и кристаллизация их на поверхности и по трещинам. Это, в свою очередь, приводит к раздроблению пород, так как такие преобра-



Рис. 24. Природные процессы северной части Южного Приаралья.

Выветривание: 1 — механическое, 2 — солончаковое (по крутым склонам возвышенностей и механическое); эоловое: 3 — дефляция и эоловая аккумуляция, 4 — то же на сухих руслах; флювиальные: 5 — подмыв берегов, 6 — глубинная и боковая эрозия; 7 — трещины усыхания; 8 — усадочно-эрозийные; 9 — заболачивание, 10 — соленакопление (кружки с точками обозначают фрагментарность распространения), 11 — рассоление, 12 — затление, 13 — зарастание.

зование сопровождается весьма большим изменением объема. Многократные растворения и кристаллизация, разрыхляя, превращают породу в солончаковую пудру. Подобное солончаковое выветривание сульфатного типа широко распространено на равнине живой дельты. При высоком стоянии уровня моря этот процесс отличался локальностью распространения, а с понижением и увеличением сухости значительно расширился. При искусственном увлажнении этот процесс в качестве сопутствующего будет сохраняться.

К эоловым процессам относятся разрушающая (дефляция), обтачивающая (коррозия), транспортирующая и аккумулирующая деятельности ветра, их можно объединить в две группы явлений — выдувание и аккумуляция.

Выдувание, как и в остальных пустынных районах Средней Азии, может быть плоскостным, или поверхностным, и глубинным, или очаговым. Первый вид распространен повсеместно, особенно на солончаках, где типично постоянное увлажнение за счет подъема капиллярной влаги, способствующее раздуву всей поверхности. Этот процесс развит локально в причинковой равнине, особенно в Кызылкумах и в восточной части дельты.



Классификация природных процессов северной части Южного Приаралья

| Характеристика процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                               | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                                                                         | приуроченность к рельефу                                                                                                                                                                                                                                                                                         | на природную среду                                                                                                                                                                                                                                                         | в прикладном отношении                                                                                                            |
| <b>Выветривание</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |
| <b>А. Механические</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |
| <p>Определяющие активизацию условия—трещиноватость пород, резкие температурные колебания, частое оттаивание и замерзание зимой, разнообразие минерального состава. Суточная амплитуда достигает 20–25, а сезонная—65–70°. Основные сопутствующие факторы—отсутствие коры выветривания и развитая корневая система по трещинам.</p> | <p>Разрушение пород происходит медленно, но постоянно. Максимальное ускорение летом—в жаркое время, зимой при колебании температуры около 0°.</p> <p>Усиление дезагрегации почвенного горизонта—с возрастанием сухости климата.</p>                                                            | <p>На поверхности и у подножий возвышенностей, сложенных скальными и полускальными породами, скопляется щебенка. Вдоль чинка отдалаются крупные глыбы. Глинистые породы образуют пыльные горизонты до 20–40 см, потоки по склонам. Дезагрегация почвенного горизонта обычно приурочена к повышенным пунктам.</p> | <p>Формирование рыхлообломочного материала и подготовка его к формированию почвы, создание условий образования выработанного рельефа ускоряет процесс дефляции.</p>                                                                                                        | <p>Обеспечивается возможность освоения новых почвенных массивов на продуктах выветривания.</p>                                    |
| <b>Б. Химические</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |
| <p>Близкое залегание сильно-минерализованных грунтовых вод и высокие летние температуры, обеспечивающие скопление солей (преимущественно сульфатах) и их кристаллизацию. Это сопровождается большим изменением объема и образованием корки и пудрообразных солончаков.</p>                                                         | <p>Непрерывный процесс с максимумом в жаркое время. Скорость соляного выветривания—до 5–7 см/г. Накопление пыляка—до 20–30 см/г. Смена погоды обуславливает многократную кристаллизацию и растворение, при этом происходит изменение объема в десятки раз, что ведет к раздроблению пород.</p> | <p>Наиболее интенсивно проходит процесс в понижениях, по дну мелких озер, в дельтах мелких сев, расчленяющих склоны возвышенностей.</p>                                                                                                                                                                          | <p>Пыльные солончаки развигаются ветром и обогащаются солями окружающую территорию. Устойчивое направление и сила ветров обуславливают перенос и аккумуляцию солей на сотни километров. Концентрация солей ведет к деградации растительного покрова и ухудшению почвы.</p> | <p>Сокращаются площади пастбищ, ухудшается плодородие земель, повышается необходимость (и затраты) мелиоративных мероприятий.</p> |

Продолжение табл. 34

| Характеристика процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                                                                    | приуроченность к рельефу                                                                                                                                                                      | на природную среду                                                                                                                                                                                                 | в прикладном отношении                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Ветровая деятельность</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>А. Дефляция (выдувание)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Породы, слабо противостоящие дефляции (в том числе солончаки), трещиноватость, фрагментарный растительный покров, распространение замерзающих животных, сухой климат с устойчивым режимом активного ветра. К этому же ведет нерациональная деятельность человека, нарушающая целостность закрепленного покрова.</p> <p>Важнейшие препятствующие активизации факторы—увлажнение поверхности и сплошной растительный покров.</p> | <p>С аридизацией климата связан процесс непрерывной дефляции, усиливающийся в соответствии с режимом ветра (скорость 5 м/сек и более).</p> <p>Большая часть выносимого материала транспортируется на короткое расстояние по воздуху, тонкий материал переносится на сотни километров.</p> | <p>На склонах возвышенностей формируется спелая физическая дефляционная скульптура с отчетливо выраженными следами эоловой обработки вертикальных поверхностей.</p>                           | <p>Выдувание почвенного горизонта, расчленение эолового характера и уничтожение горизонта с органикой, обсыхание болотных и луговых почв, а также активизация испарения ведут к опустыниванию природной среды.</p> | <p>Потеря плодородия почвы, ухудшение и даже гибель растительного покрова, в том числе сельхозкультур. Сокращение ресурсов поливных угодий, увеличение расчлененности, обуславливающие осложнение площадей строительства.</p> |
| <b>Б. Аккумуляция (навеивание)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>Источники дефляции, наличие поблизости мелких преград (кусты, строения и др.), задерживающих движение песчаных масс по поверхности, частые повторения сильных ветров, фрагментарность растительного покрова.</p>                                                                                                                                                                                                               | <p>Процесс непрерывный, наибольшая активность—в летний период с повторяющимися сильными ветрами. За год набегают барханные пески высотой до 0,5 м и более.</p>                                                                                                                            | <p>В пределах древней дельты с фрагментарным растительным покровом, на пологих склонах возвышенностей, сложенных породами, содержащими песчанники и песок, по сухим долинам, палеоруслам.</p> | <p>Формирование эоловой равнины сначала с фрагментарным покровом, затем со сплошным, что очень осложняет освоение территории.</p>                                                                                  | <p>Сокращение земель на орошаемых массивах, занос эоловым песком культурных ландшафтов.</p>                                                                                                                                   |



| Характеристика процессов                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                                        | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                           | приуроченность к рельефу                                                                                                                         | на природную среду                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | в прикладном отношении                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Флювиальные                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| А. Подмыв берегов (дейгиш)                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Слагающие равнины песчаные и суглинистые отложения, в толщу которых врезаются реки, каналы и коллекторы с крутыми берегами. | Постоянно, за исключением периода, когда водоток покрыт льдом, усиливаясь в паводок и ослабевая в межень. Скорость подмыва достигает 1 м в год и более, интенсивность и объем размываемого материала увеличивается с увеличением размера потока. | Подмываются в северном полушарии в соответствии с законом Кареолиса правые берега всех водных потоков. Локализация размыва зависит от литологии. | Из-за подмыва берегов выходят из эксплуатации обширные поля подивных угодий. Постоянное наступление вправо от потока, на пути разрушает строения, ЛЭП, дороги, растительность. Увеличивается ширина долин естественных русел каналов и коллекторов. Это также увеличивает площадь засоления по левобережью. Происходит заиливание ирригационной сети, однако развитие его снижает активизацию дейгиша. Блоки, испытывающие современное поднятие, усиливают процесс. | Инженерные сооружения (шпоры и др.) не всегда достаточно эффективны в предотвращении сокращения земельных ресурсов, сельскохозяйственных угодий и уничтожения строений. Ведущиеся исследования и организация мероприятий ограничены главным образом инженерной частью, необходимо расширение комплекса исследований за счет включения в связь природных условий. |

## Б. Эрозия

|                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наличие водного потока и разности высот, а также легкоразмываемых пород. При больших скоростях потока, обусловленных значительными разностями высот, преобладает глубинная | Здесь процесс протекает медленно. Возрастает скорость на поднимающихся блоках. Боковая эрозия по протокам достигает 3 м/год и более, а в ирригационной сети—0,4 м/год. Глубинная | Глубинная эрозия максимально проявляется на склонах возвышенностей, лишенных золового покрова, непосредственно в пределах дельты—в прирусловых вадах и на водо- | Расширение рек, протоков и ирригационных каналов, ускорение их заиливания, повышение мутности воды, уничтожение береговой растительности, разработка русел. | Требуются постоянные работы по очистке коллекторной и ирригационной сети. Сокращение земельных ресурсов и сельскохозяйственных угодий, разрушение растительных насаждений (по |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Характеристика процессов                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                        | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                           | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                                                                                  | приуроченность к рельефу                                                                                                                                                                                               | на природную среду                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | в прикладном отношении                                                                                                                                                                                       |
| эрозия, здесь широко развита боковая эрозия. Наличие паводков и иловатых пород способствует оплыванию склонов. | бинная эрозия в дельтовой равнине из-за отсутствия больших гипсометрических перепадов проявляется слабо.                                                                                                                                                                                                | раздельных участках (в зонах палеорусел). Боковая эрозия—в дельте на участках развития русловой фации.                                                                                                                 | На склонах чинка расчленение склонов, ускорение набухания глины, а в результате—ускорение перемещения по склону крупных глыб. Размыв дрейирующих горизонтов и обнажение пучащих глини, заиливание коллекторной сети приводит к засолению. Выработка новых протоков обуславливает активизацию золовых процессов в старых.          | берегам), уничтожение дорог.                                                                                                                                                                                 |
| Трещинообразование                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                              |
| А. Трещины усыхания                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                              |
| Высыхающие водоемы и глинистых отложениях, высокие температуры при дефиците влаги.                             | С аридизацией возрастает активизация процесса и ярко выраженная сезонность, но сокращается пространство из-за сокращения водоемов. Скорость образования трещин—от 5 до 15 дней. По днищам бывших озер продолжается в течение всего лета. Ширина трещин до 6 см, глубина 8—10 см, иногда до 1 м и более. | По днищам всех высыхающих озер, болот, мочажин, русел, дельты, а также поверхности авандельты. На поверхности древней дельты в местах спорадических разлизов образуются тапиры с мелкой полигональной трещиноватостью. | Стакирование почв, ухудшение почвообразования. Трещины—объект накопления мелкозернистого материала, служат местом произрастания растений, а также местом концентрации солей и песка, что способствует интенсификации раздува. При близком залегании глинистых пучающих пород может привести к разрушению воздвигаемых сооружений. | Образование крупных твердых глин усложняет распахку. На пониженных участках образуются солончаки, что усложняет организацию мелиоративных работ и способствует образованию малоурожайных галофитных пастбищ. |



| Характеристика процессов                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                     | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                                                          | приуроченность к рельефу                                                                                                                                                                                                                                  | на природную среду                                                                                                                                                                                                                                                                     | в прикладном отношении                                                                                                           |
| Б. Усадочно-эрозионные                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                  |
| Наличие трещиноватых пород, постоянная и даже спорадическая циркуляция воды по трещинам. | Процесс медленный, его ускорение зависит от степени трещиноватости. Активизируется в весенне-зимнее время и при поливах. Медленные углубления на равнине достигают 3 м и больше, на возвышенностях образуются бессточные котловины в местах развития карста до 60–80 м глубины. | На водораздельных участках дельты и в местах с повышенной заглифованностью, даже в толще эоловых песков Кызылкумов и эоловой равнины на поверхности дельты. Широко распространен в толще заглифованных пород Устьурта, его чинка и других возвышенностей. | Образование блюдцеобразных западин, бессточных котловин, провалов, воронок, подземных галерей. Очаги эрозийной деятельности ветра и воды, образование пунктов концентрации солей. Отток поверхностных вод обуславливает развитие эоловых процессов. Дегградация растительного покрова. | Сокращение и ухудшение пастбищных угодий из-за расчленения поверхности, образование опасностей для движения транспорта участков. |

## Лимнологические

## Заболачивание

|                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень грунтовых вод в результате их подпора, сброс дренажных вод и затопление полями. | При высоком увлажнении выход грунтовых вод на дневную поверхность ведет к быстрому заболачиванию, а при отсутствии значительного поверхностного увлажнения — к засолению, искусственные поливы лишь временно сохраняют болота. | Вблизи озер, в устьях коллекторов, в понижениях пойменной фации с понижением уровня моря процесс деградирует, обычно переходит в засоление, а болота остаются на редких участках. | В условиях усиливающейся аридизации, уменьшения подпора грунтовых вод, сокращения моря процесс становится более неустойчивым и активизируется засоление. Болота сохраняются фрагментарно, а восстановление процесса требует продолжительного замачивания и малейшее прекращение его усилит засоление. | Сохранение болотных условий не ведет к большому отрицательным явлениям. Переход его в засоление влечет ухудшение водно-физических свойств почвы, уменьшает площади пастбищ, осложняет хозяйственные мероприятия. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Характеристика процессов                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               | Влияние процессов                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                                                                                                                                                                            | динамика их проявления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | приуроченность к рельефу                                                                                                                                                                                                      | на природную среду                                                                                                                                                                                                                                                       | в прикладном отношении                                                                                                                                                                                 |
| Хемогенные                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                        |
| А. Соленакпление                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                        |
| Отсутствие и затруднение дренажа; распространение тяжелых по механическому составу пород, плоские равнины и западины, отсутствие поверхностного стока, близкое залегание минерализованных вод, наличие легко растворимых солей в породе, высокий дефицит влаги. | Образование коркового солончака в зависимости от степени, типа минерализации грунтовых вод и глубины их залегания, условий капиллярного подъема, наличия растительного покрова, сухости климата и высоких температур воздуха может осуществляться в 10–12 дней. Слабое засоление происходит в течение одного дня. При глубоком залегании грунтовых вод процесс замедляется. | На дне бессточных котловин, в западинах, на дне высохших водоемов, по периферии площади посева риса, в межрядовых понижениях при близком стоянии грунтовых вод, по периферии мелких конусов выноса у подножья возвышенностей. | Накопление солей вызывает смену растительности за счет появления галофитов. Накопление солей в корнеобитаемом горизонте и на поверхности почвы ведет к ухудшению физико-химических свойств почвогрунтов, создает благоприятные условия для их развешивания.              | Ведет к сокращению земельного фонда, пастбищных и поливных угодий, понижается урожайность до полной гибели сельскохозяйственных культур, ведет к резкому увеличению затрат на освоение новых площадей. |
| Б. Рассоление                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                        |
| Понижение уровня грунтовых вод ниже 5–6 м, прекращение затопления, устройство оптимальной сети дренажа, регулярная промывка земель, устойчивое выпадение атмосферных осадков в холодное время года.                                                             | Медленный, с этапами усиления и затухания и даже полного прекращения в зависимости от интенсивности дренажа, скорости понижения уровня грунтовых вод, качества промывки. Вмешательство человека значительно ускоряет процесс.                                                                                                                                               | Естественный процесс распространяется на прирусловые валы. С понижением уровня грунтовых вод (хотя и медленно) сначала рассоляются почвы в районе прибрежных солончаков.                                                      | Появляются новые типы почв: при тяжелом механическом составе — такыры, при легком — пустынно-песчаные почвы, меняется растительность на ксерофитные формы, улучшается степень задерживания, улучшается дренажность, а дренажные воды становятся менее минерализованными. | Увеличиваются площади земель, пригодных для освоения, возрастает возможность строительства.                                                                                                            |



| важнейшие обуславливающие их факторы                                                                                                                                                                          | Характеристика процессов                                                                                                                                          |                                                                                                                                       | Влияние процессов                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                               | динамика их проявления                                                                                                                                            | приуроченность к рельефу                                                                                                              | на природную среду                                                                                                                                                                   | и прикладном отношении                                                                                                                                                                                 |
| <b>Литогенные</b>                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Занление</b>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                        |
| Большая мутность воды, присутствие грунтов, способствующих оплыванию, боковая эрозия, слабое течение естественных потоков, малые уклоны ирригационной сети и коллекторов. Занлению также способствует дейгиш. | Устойчивый процесс с изменчивой скоростью. Занление почти полностью прекращается в зимнее время.                                                                  | Процесс локализуется в руслах действующих рек, протоков, ирригационной и мелiorативной сети. Более медленно заиляются поливные Земли. | Занление влечет подъем русла реки, каналов и коллекторов, вызывает разлив всех водотоков и засорение коллекторной сети. Разлив способствует засолению и образованию трещин усыхания. | Уменьшается к.п.д. ирригационной и мелiorативной сети, приводит к полному прекращению их функций. Это все значительно увеличивает объем и затраты по расчистке и восстановлению каналов и коллекторов. |
| <b>Биогенные</b>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Заращение</b>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                        |
| Слабая минерализация дренажных вод, занление русла, медленный сток                                                                                                                                            | Устойчивый процесс, наиболее интенсивный — в вегетационный период. За сезон в канале и дренаже второго и третьего порядка гребина может уменьшиться на 0,2—0,3 м. | Повсюду вдоль русел каналов и дренажной сети, но особенно по периферии и вдоль крупных коллекторов.                                   | Формирование тростниковых зарослей, зооценозов. Увеличение транспирации и занления каналов и коллекторов.                                                                            | Замедление стока и понижение к.п.д. ирригационной и дренажной сети.                                                                                                                                    |



Иногда на обширных участках проявляется своеобразная дефляция с образованием бессточных котловин.

Широко распространена на склонах возвышенностей и в дельте глубинная дефляция, ее активизация зависит от состава пород и сопротивляемости их действию ветра. Наиболее часто они проявляются вдоль сухих русел, вдоль дорог (на юго-западе живой дельты) и при наличии колен среди растительного покрова (по палеоруслам и на востоке — в дельтах Акчадарьи и Джанадарьи), а также по руслам на склонах возвышенностей.

На описываемой территории наблюдается распространение активизации эоловых процессов, в том числе выдувания, с северо-востока на юго-запад — со стороны Кызылкумов и в соответствии с господствующими ветрами.

При максимально высоком уровне моря, когда преобладали условия с относительно небольшим дефицитом влаги и болотные процессы, дефляция проявляла себя в основном на склонах возвышенностей и чинка, отличаясь фрагментарностью развития.

С резким сокращением водоема выдувание получило тенденцию необратимого процесса. При усилении общей аридизации даже поливы не ликвидируют этот процесс. При малейшем снижении увлажнения выдувание начинает проявляться сначала локально, затем расширенно.

Часто этот процесс активизирует нерациональная хозяйственная деятельность человека. Примером может служить интенсивное развитие дефляции вдоль дорог, вблизи строительства, у колодцев и в других местах, где нарушается целостность почвенного покрова.

**Процесс навевания (аккумуляции).** Выдувание постоянно сопровождается аккумуляцией осадков, нередко в непосредственном соседстве. Перенос мелких частиц материала на значительное расстояние происходит лишь по воздуху. Если часть передвигается дальше, то уже как аккумулятивное тело. Навейные толщи эолового песка обычно концентрируются у преграды (растительность, населенный пункт, увлажненные места). Своеобразно формирование рельефа чоколаков, они возникают при дизъюнктивах.

Вдоль подножья чинка, где море близко подходило к нему, в результате подводного выветривания был подготовлен песчаный материал. С обнажением дна моря на обсохшей поверхности сразу возникает барханный рельеф.

Флювиальные процессы связаны с деятельностью проточных вод и выражаются прежде всего в рельефе. Однако они сами или косвенно оказывают влияние на очень многие компоненты природного комплекса.

Наиболее активны на описываемой территории эрозия и явления подмыва берегов (дейгиш). Условно к этим явлениям можно отнести плоскостной смыв. Он ограничен обычно южными и западными склонами возвышенностей и чинком Устюрта. Рассеянная плоскостная, струйчатая и мелкорытвенная эрозия в условиях аридного климата Приаралья отличается небольшим проявлением. В рельефе и осадконакоплении они обычно ограничены метрами, но не выше первого десятка. Глубинная эрозия возникает на склонах возвышенностей, чинке Устюрта, в долинах действующих протоков (Акдарья, Казахдарья, Кипчакдарья, Ордобай) и магистральных каналов (КС-1, КС-3, КС-4), в основном на участках пересечения субмеридионального тектонического вала.

Боковая эрозия проявляется по руслам. Выявление следов этого процесса часто затруднено из-за сопровождающего быстрого оплывания склонов.



Явление подмыва берегов ограничено неширокой полосой правобережья основного русла реки на юге дельты.

Эрозионная деятельность, будучи связанной с проточной водой, проявилась при стоке амударьинской воды в море. Прекращение стока поверхностных вод резко сократило проявление этого процесса, однако с подачей воды он может вновь активизироваться.

**Образование трещин усыхания.** Под этим явлением понимаем полигональную трещиноватость на поверхности глинистого грунта, возникающую при ее быстром высыхании. Оно наблюдается на большей части обсохшего дна моря в связи с понижением уровня, на дне высохших озер, особенно в западной части дельты. Следовательно, при высоком уровне моря, когда природные условия отличались наиболее высокой влажностью, подобные явления могли наблюдаться на склонах возвышенностей, где обнажались глинистые породы.

С сокращением водоема, обусловившим понижение зеркала вод и общую активизацию аридных процессов, появление трещин усыхания быстро усилилось. С ростом аридности этот процесс будет сохраняться, особенно на возвышенных участках.

**Образование усадочно-эрозионных явлений.** Возникновение на поверхности трещин и воронок под влиянием выветривания и эрозии — результат суффозионной деятельности вод. Они распространяются по склонам возвышенностей Бельтау, Кушканатау, Кызылджар и по чинку Устюрта. Загипсованность рыхлых отложений способствует проявлению этого процесса даже среди золотого песка в восточной части дельты, в Кызылкумах и по водораздельным участкам дельты.

Понижение уровня моря большого влияния на активизацию этого процесса, очевидно, не имеет. Некоторой предпосылкой для развития его с общей аридизацией может явиться распространение трещин усыхания как путей проникновения воды.

**Заболачивание.** Подбор грунтовых и поверхностных вод морем обуславливал образование озер, мочажин и болот в пределах живой дельты, за исключением наиболее возвышенных участков палеорусел и современных русел рек. Широко развит этот процесс был и по краю надводной дельты вдоль побережья моря.

С сокращением водоема болотный процесс локализовался в западной части живой дельты, наиболее богатой озерами, благодаря сбросу коллекторных вод этот процесс необратимый. Даже разливы ирригационной сети, поливы зарослей камыша и сброс коллекторных вод при усилении аридизации будут способствовать не столько заболачиванию, сколько засолению.

**Процесс соленакопления.** В аридной зоне при отсутствии подземного стока происходит накопление солей в грунте. Оно осуществляется в процессе эволюции древних геохимических циклов, охватывающих горные сооружения и прилегающие равнины, включая мощные толщи осадочных пород. В результате в грунтах накапливается большое количество легкорастворимых солей, что обусловило образование солончаковых почв и солончаков. Они развиты по периферии ирригационных каналов, крупных озер (в том числе Судочьего), в котловинах вдоль подножья чинка и на склонах возвышенностей Бельтау и Кушканатау.

При высоком стоянии уровня моря этот процесс локализовался в основном на удаленных участках дельты. При дальнейшем освоении можно применять систематическую промывку.

**Процесс рассоления.** Снижение уровня грунтовых вод обусловило рассоление на границе надводной дельты и на рисовых полях при ис-



искусственной промывке. Медленный процесс в естественных условиях ускоряется вмешательством человека.

**Процесс заиления.** Громадное количество взвеси, несомой речными потоками и ирригационной системой, приводит к быстрому заилению, особенно искусственной сети. В дельтовых отложениях содержится много тонкого материала, способного при намокании образовывать плавуну, что обуславливает распространение влияния оплывания склонов каналов. Все это ведет к заилению их, особенно в междельтовых понижениях и на склонах водоразделов (зон палеорусл).

При высоком стоянии уровня моря эти явления ведут к ускорению миграции русел и протоков. При освоении территории заиление ирригационной сети увеличивается. Отстаивание взвеси в водохранилищах теряет значение на расстоянии ближайших километров движения воды в толще дельтовых отложений. К этому же приводит и планировка поверхности, не способствующая увеличению уклона ирригационной сети и скорости стока воды.

**Процесс зарастания.** Он наиболее активен при высоком уровне моря. Обширные естественные пространства покрываются зарослями камыша в пределах всей живой дельты. При понижении уровня такие площади резко сокращаются. Искусственный полив и сброс коллекторных вод способствуют сохранению этих зарослей, но в очень ограниченном размере. Отрицательное влияние этого процесса при освоении сказывается прежде всего на ирригационной сети.



## Глава III. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ТЕНДЕНЦИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

### ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Природные комплексы низовьев Амударьи изучены недостаточно, лишь в одной работе (Бабушкин, Когай, 1964) рассматриваются ландшафты и физико-географические районы Южного Приаралья в начале его опустынивания; для выявления развития природных комплексов она представляет интерес и в настоящее время.

Изучение происходящих изменений важно в теоретическом и прикладном значении для решения вопросов хозяйственного освоения территории, охраны и рационального использования естественных ресурсов в условиях дефицита воды и многих других задач.

Равнинная территория с незначительным уклоном (0,0001—0,0002), повсеместным преобладанием глинистых и песчаных разностей большой мощности, слабая расчлененность рельефа и другие физико-географические особенности затрудняют выделение площадей, которые резко отличались бы всеми показателями. Все это потребовало комплексного подхода к исследованиям и различных современных методов изучения.

В полевых условиях основной единицей картирования природных комплексов служили сложные урочища, представляющие собой обособленные части ландшафта. При их выделении применен литолого-геоморфологический принцип, являющийся весьма надежным критерием при картировании различных морфологических структур ландшафтов. Эти показатели являются нединамичными во времени, что позволяет выделять сложные урочища с ясно выраженными естественными границами. Остальные природные компоненты вследствие значительной динамичности не являются ведущими факторами при определении их местоположения.

Следует учитывать, что другие природные компоненты во многом зависят от литогенных факторов. Незначительные изменения литологического, а иногда и механического составов пород ведут к изменению остальных компонентов (степень дренированности грунтов, почвенный покров, его физические и химические свойства, тип растительности, динамика физико-географических процессов и др.). Это, в свою очередь, приводит к трансформации всего облика комплекса. Следовательно, в основе выделения природных комплексов лежит литолого-геоморфологическое строение территории.

Исследованный нами район дельты Амударьи в западной части представляет собой сочетание бессточных озерных впадин с низкими водораздельными равнинами. Бессточные котловины сложены глинисто-суглинистыми, а водоразделы — песчано-супесчано-суглинистыми отложениями. Эти резко различающиеся площади картируются нами как два обособленных сложных урочища. Каждому соответствуют свои спектры растительного и почвенного покрова, гидрогеологические усло-



вия. В восточной части дельты доминируют бессточные суглинисто-глинистые понижения с карабараичниками на пухлых и корковых солончаках, грядово-бугристые эоловые пески с псаммофитами и т. д.

Исследования и картирование природных комплексов проводились в полевых условиях с использованием крупномасштабных карт и аэрофотоснимков. Ценные данные получены с аэрофотоснимков, снятых до трансформации природных условий низовьев Амударьи. Эти данные послужили основой для выявления преобразований в структуре природных комплексов. Съёмка территории проводилась методами ландшафтной индикации и визуальных наблюдений с заложением профилей и шурфов глубиной до 5 м. В полевых и лабораторных условиях изучались физические свойства почв и грунтов. На базовых лагерях Южного Приаралья регулярно велись метеонаблюдения.

Собранные данные позволили составить серию синтетических и аналитических карт низовьев Амударьи. Сопоставление их с картами, составленными до снижения уровня Аральского моря, позволяет делать выводы об изменениях природных комплексов в дельте Амударьи с 1961 г.

Ценную информацию о закономерности динамики развития природных комплексов дает также сопоставление космических снимков различных периодов, дешифрирование крупномасштабных снимков 1976—1977 гг., на основании чего составлены карты отдельных компонентов.

Визуальные исследования геокомплексов, как общий универсальный метод изучения естественных объектов, применялся нами всюду, особенно при рекогносцировочных маршрутах, выявлении общих закономерностей развития природных процессов, размещении географических комплексов и их сочетаний. Однако изучение природной среды основывалось на индикационно-географическом или ландшафтно-индикационном методе, использующем совокупность легко наблюдаемых компонентов геокомплекса для определения тех компонентов, которые менее доступны наблюдению. В зависимости от характера сложности местности использованы индикационные исследования (геоботанические, почвенные, антропогенные, геоморфологические и др.), дополняющие и повышающие достоверность ландшафтно-индикационных исследований.

Этому предшествовало детальное изучение морфологических единиц ландшафта и динамических природных процессов на конкретных участках дельты Амударьи, различающихся между собой по структуре и характеру географических единиц, что позволило выявить и оценить индикаторы на основе собранной информации о взаимосвязях между объектом индикации и предполагаемым индикатором. После выявления основных индикаторов (например, отдельных видов растительности, форм рельефа и т. д.), которым соответствуют определенные компоненты природы (виды почв с определенной степенью засоления, литологический состав отложений и т. п.), они были широко использованы для исследований геокомплексов. Эти методы значительно облегчили и ускорили картирование территории и сбор первичной информации о ландшафтных условиях низовьев Амударьи.

Обсохшая часть дна Аральского моря, несмотря на кажущееся однообразие, характеризуется сложными природными условиями. На западе обнаженное дно моря представляет собою причинковую, на юге придельтовую и на востоке прикызылкумскую части, значительно отличающиеся друг от друга. Эти различия связаны с литолого-геоморфологическим строением участков берега.

При исследовании высохших территорий моря применен метод профилирования. Все профили заложены по направлению к современному



берегу моря. Это дало возможность проследить изменения природных условий всей обсохшей части дна моря. На западе первый профиль проходит от чинка Устюрта; второй профиль заложен на юго-западе от ур. Кызылкаир и захватывает обсохшую часть дна залива Аджибай; третий от северо-восточных берегов полуострова Муйнак; четвертый от берегов залива Рыбацкий; пятый от берегов ур. Узункаир с целью изучения юго-восточной обсохшей части дна Арала.

Профили заложены с применением нивелирования, способствующего получению точной информации. Ежегодное повторение заложения профилей поможет выявить основные изменения, происходящие на обсохшей части дна моря в связи с непрерывным снижением его уровня. При заложении профилей на определенных точках проведены комплексные исследования природных компонентов, процессов и комплексов; детально описаны почвенные шурфы с отбором проб почв, грунтов, грунтовых и поверхностных вод.

### ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Неотъемлемая часть физико-географических исследований — составление карты природных территориальных комплексов (ПТК). Мы составили карту в среднем масштабе. В основу ее положена структурно-генетическая классификация ПТК, разработанная В. А. Николаевым. Основной единицей картографирования принят ландшафт, представляющий собой геосистему, состоящую из сопряженных динамических и генетических ПТК — урочищ и фаций.

Положение Южного Приаралья в одном секторно-поясном регионе — крайнем варианте континентального субтропического климата Азии<sup>1</sup> — обуславливает рассмотрение ее территории в подсистеме субтропических континентальных ландшафтов.

По морфотектоническим показателям Южное Приаралье относится к классу равнинных ландшафтов. По гипсометрии, возрасту, генезису литогенной основы в нем выделены следующие подклассы: низинных (живая часть дельты, обсохшее дно), низменных (сформированная часть дельты), возвышенных равнин (Кызылкумы) и низких возвышенностей.

В пределах подклассов низинных и низменных ландшафтов по типу водного режима и условиям увлажнения выделены три группы ландшафтов: элювиальные, полугидроморфные и гидроморфные. Гидроморфность ПТК — важный диагностический признак при прогнозе возможных изменений ландшафтов со снижением уровня Аральского моря.

Положение территории Южного Приаралья в зоне северных пустынь субтропического пояса обусловило выделение групп ландшафтов с учетом мнения почвоведов (Генусов и др.) о том, что автоморфным (зональным) почвам широтной зоны и высотных почвенных поясов соответствует свой ряд гидроморфных и полугидроморфных почв. Интразональные ландшафты не выделяются в качестве самостоятельных, а рассматриваются в составе пустынных типов.

Типы ландшафтов, в свою очередь, по геоморфологическим данным делятся на роды. В Южном Приаралье выделяются морские, озерные, аллювиальные, аллювиально-пролювиальные, эоловые равнины, пред-

<sup>1</sup> Южное Приаралье, согласно существующим схемам природного районирования Средней Азии (Чотырнин, 1960; Бабушкин и Коган, 1975, и др.), находится на стыке пустынь умеренного тропического пояса. Граница их в пределах Южного Приаралья до сих пор спорна. Целесообразно исследуемую территорию рассматривать как умеренно-субтропическую пустыню.



ставляющие собой самостоятельные роды ландшафтов. В каждом из них различие генетических типов и литологии поверхностных пород дает основание выделять подроды. В исследуемом регионе род пустынных плоских аллювиальных равнинных ландшафтов включает супесчано-песчаные, суглинисто-супесчаные подроды ландшафтов.

Низшая категория ландшафта — вид, она представляет собой совокупность однотипных по генезису и структуре индивидуальных ландшафтов и характеризуется свойствами естественного покрова (группа ассоциации, формации) и сопряженных с ним почв (роды, разновидности), доминирующих в ландшафте урочищ. В Южном Приаралье выделено 68 видов.

Карта ПТК Южного Приаралья явилась моделью для изучения ее ландшафтной структуры и способствовала установлению современных тенденций развития природных комплексов.

В характеристику ландшафтов по родам входит определение генезиса, структурно-динамических связей всех компонентов природного комплекса на современном этапе и естественных тенденций развития с учетом степени дренированности.

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

**Антиклинальные возвышенности и плато.** К данному природному комплексу относятся поднимающиеся среди равнинной поверхности дельты, далеко отстоящие друг от друга невысокие возвышенности Бельтау, Кушканатау и Кызылджар с относительным превышением 30—70 м.

В разрезе пород, слагающих их, четко выделяются две пачки: нижняя мергельно-глинистая и верхняя песчаная, субгоризонтальное залегание их образует плоскую поверхность водораздела. Южные и западные склоны крутые, а северные и восточные — пологие.

Асимметричность склонов возвышенностей вызвана климатическим режимом и направлением потоков, размывавших их и протекавших у подножья.

Наиболее широко распространены серо-бурые почвы, сочетающиеся с пустынными песчаными почвами и такырами. Развита они в приобрывной полосе возвышенностей, часто хрящеватые и песчаные, реже супесчаные. Карбонатные новообразования залегают глубоко, отсутствует морфологически выраженный гипсовый горизонт (Кимберг, Кочубей, Шувалов, 1964). Почва сильносолончаковатая, в слое 50—100 см количество солей возрастает до 0,7%, хлора свыше 0,1%, а в слое 100—150 см солей содержится уже 1,4%. Повышенная щелочность до глубины 53 см указывает на возможную солонцеватость, с чем согласуется плотность этой части профиля. Содержание гумуса ничтожное (см. табл. 20).

В понижениях встречается своеобразная почва: в верхней части наблюдаются признаки такыра, а в нижней — «такыровидные серо-бурые» (Кимберг, 1964). Они, как и серо-бурые, сильно солончаковатые — от слоя 50—100 см количество солей возрастает, что связано с солонностью материнских пород.

Растительный покров возвышенностей разнообразный. На Кушканатау преобладает комплекс солянково-полынной пустыни с группировками боялычников, полыно-боялычников в западной части и полыно-боялычников, особенно биюргуников, — в восточной (Шербаев, 1978). В понижениях на более легких почвах и на развеиваемых песках с ними сочетаются пятна черносаксульников, группировки эфедры, черкезников и джужгунников.





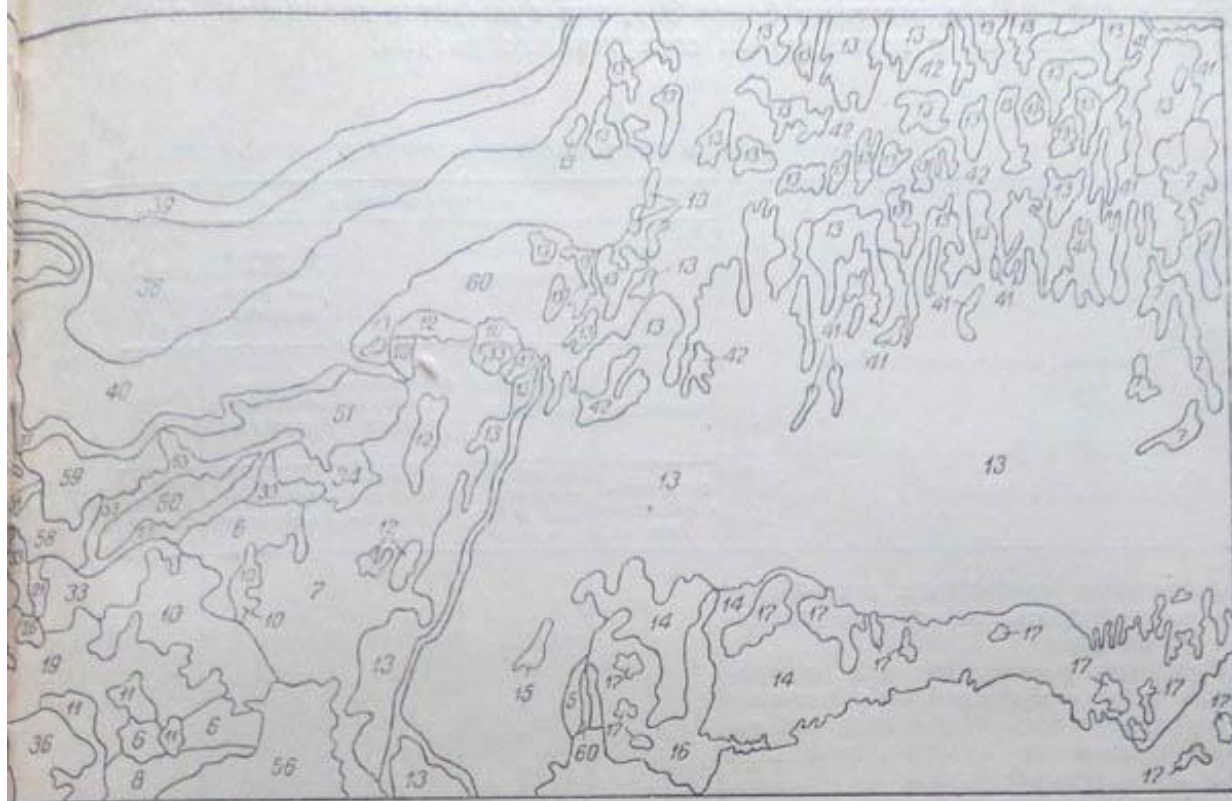
Рис. 25. Природно-территориальные комплексы северной части Южного Приаралья.  
Усл. обозн. см. в табл. 24.

Выровненные пространства на вершине и на полого спускающемся северном склоне возвышенности Бельтау заняты преимущественно полыно-боялычниками, достаточно хорошо сомкнутыми и более богатыми, чем на южном склоне. Местами полыно-боялычники перемежаются с группировками с согоподством и господством ириса, полыно-биюргунниками и мелкими массивами бугристых песков, занятых белосаксаульниками с боялышем, черкезом и рангом, пятнами черкезников и джужгунников.

Северный склон Бельтау переходит в Кызылкумы, занятые группировками песчаной акации, джужгунниками и белосаксаульниками. Северо-восточное и восточное окончания, постепенно понижаясь, сливаются с солянково-полынной (с пятнами солончаков) пустыней староречья Сырдарьи и Джанадарьи. На такырных понижениях произрастают лишь одиночные кусты биюргуна, черного саксаула и однолетних солянок (Верник и др., 1964).

Анализ природных компонентов и их взаимное сочетание позволяют в пределах возвышенностей выделить ряд природных комплексов (рис. 25, табл. 35—37). На глинах и песчаниках возвышенностей, среднерасчлененных, с бугристыми и грядово-ячеистыми песками кызылкумского типа произрастают джужгуновые белосаксаульники в сочетании с эфемеровыми джусанниками на пустынных песчаных почвах (рис. 25, 14). Бессточные котловины с выходами коренных пород имеют разреженные биюргунники, черные саксаульники и однолетние солянки на такыровидных серо-бурых почвах (рис. 25, 17). Водораздельные поверхности возвышенностей, сложенные песчаником и глинами, слабо расчленены, покрыты кейреуковыми джусанниками на хрящеватых супесчаных и песчаных серо-бурых почвах (рис. 25, 16).





Крутые и отвесные склоны — возвышенности с обнажающимися глинами и песчаниками — лишены почвенно-растительного покрова (рис. 25, 16). Склоны и водоразделы возвышенностей используются только в пастбищном животноводстве. Производительность пастбищ 1,5—2,5 ц/га. На склонах Кушканатау и Кызылджар близость к водным источникам и населенным пунктам (в среднем 8—10 км) позволяет использовать эти пастбища круглогодично; на Бельтау из-за удаленности от водных источников и суровых зим это возможно лишь в весенне-летне-осенний период.

При использовании пустынных пастбищ возвышенностей необходимо учитывать, что в связи с сильным нарушением закрепленных песков они будут подвержены интенсивной дефляции, а переносимый песок будет распространяться на орошаемые земли, населенные пункты и поливные пастбища на юге.

**Причинковые расчлененные равнины.** Эти комплексы занимают аллювиальные равнины у подножья чинка Устюрта. Сюда же следует отнести узкую полосу вдоль чинка, представляющую расчлененную пролювиально-аллювиальную равнину. Она сложена суглинисто-супесчаными и песчаными толщами с включением слабоокатанных галечников, щебня и хряща. Аллювиальная поверхность причинковых равнин сложена дельтовыми образованиями: суглинисто-песчано-глинистыми осадками.

Рельеф достаточно сложный. Под чинком выделяются бессточные котловины глубиной до 0,5—1 м, длиной до 3 км. Юго-восточнее мыса буг. Акшалака чинка Устюрта прослеживается слабозаметный вал высотой до 6 м, служащий водоразделом подчинковой равнины и оз. Судочьего. На поверхности равнины встречаются многочисленные неровности с амплитудой до 0,3 м и более.

Грунтовые воды причинковых равнин залегают устойчиво, ниже 10 м и не участвуют в почвообразовательном процессе. Минерализация их



высока (10—20 г/л, местами более 30), тип сульфатно-хлоридный, хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием натрия.

### Автоморфные природно-территориальные комплексы

| Почвенно-растительный покров                                                                           | Низинные равнины    |                                  |                               |                                  |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------|
|                                                                                                        | аллювиальные        |                                  |                               | эоловые и аллювиальных отложений | озерные     |
|                                                                                                        | плоские             | слаборасчлененные                | слабопологие расчлененные     | грядово-ячеистые и бугристые     | вогнутые    |
|                                                                                                        | суглинисто-песчаные | супесчано-суглинистые и песчаные | суглинисто-супесчано-песчаные | супесчано-песчаные               | суглинистые |
| Солянковые гребенщики с карабарком на приморских остаточных типичных солончаках                        | 1                   |                                  |                               |                                  |             |
| Карабарковые гребенщики с караганом на остаточных мокрых солончаках                                    |                     | 2                                |                               |                                  |             |
| Древесно-кустарниковые тугай сильно-опустыненные на лугово-пустынных и пустынно-песчаных почвах        |                     |                                  | 3                             |                                  |             |
| Черезовые джузгунники на пустынных песчаных почвах                                                     |                     |                                  |                               | 4                                |             |
| Разнотравные гребенщики на пустынных песчаных почвах                                                   |                     |                                  |                               |                                  | 5           |
| Гребенщиковые карабарачники на остаточных типичных солончаках                                          |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Гребенщиковые карабарачники с черным саксаулом на такырных почвах и остаточных типичных солончаках     |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Черносаксауловые гребенщики на чоклаковых и остаточных типичных солончаках                             |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Черносаксауловые гребенщики на чоклаковых и остаточных пухлых солончаках                               |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Черносаксауловые гребенщики на пустынных песчаных почвах                                               |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Черезовые джузгунники с илаком на пустынных песчаных почвах                                            |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Джузгуновы белосаксаульники в сочетании с солянковыми черносаксаульниками на пустынных песчаных почвах |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Янтакные гребенщики на такырных почвах                                                                 |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Кейреуковые джусанники на серо-бурых почвах                                                            |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Разреженные биюргуновы черносаксаульники с солянками на такыровидных серо-бурых почвах                 |                     |                                  |                               |                                  |             |
| Черносаксауловые гребенщики на такырных почвах и остаточных типичных солончаках                        |                     |                                  |                               |                                  |             |

Для равнины характерны остаточные солончаки и такырные почвы, встречающиеся часто в совокупности. Такырные почвы в основном солончаковатые. Распределение солей по профилю увеличивается сверху



вниз. Типичные корково-пухлые и пухлые остаточные солончаки. В корке солончаков количество солей достигает 6—8% и более, на глубине

Таблица 35

северной части Южного Приаралья

| Низменные равнины |                                |                       |                            |                              | Возвышенные равнины                     |                                         | Денудационные возвышенности |                                               |
|-------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| аллювиальные      |                                |                       | эоловые                    |                              |                                         |                                         | структурные                 | эоловые на структурно-денудационном основании |
|                   |                                |                       | на аллювиальных отложениях |                              | на плиоцен-древнечетвертичном основании |                                         |                             |                                               |
| плоские           |                                | пологие               | бугристые                  | грядово-ячеистые и бугристые | ячеисто-грядовые                        | котловинно-грядовые и грядово-бугристые |                             |                                               |
| глинистые         | супесчано-песчаные и глинистые | супесчано-суглинистые | суглинисто-песчаные        | супесчано-песчаные           | песчаные                                |                                         | глинисто-песчаниковые       |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
| 6                 |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
| 8                 | 7                              |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                | 9                     |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                | 10                    |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       | 11                         |                              |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            | 12                           |                                         |                                         |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              | 13                                      |                                         |                             | 14                                            |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         | 15                                      |                             |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         | 16                          |                                               |
|                   |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         | 17                          |                                               |
| 18                |                                |                       |                            |                              |                                         |                                         |                             |                                               |

10—20 см оно снижается до 2—3%. Ниже до глубины 3 м солевые скопления 0,5—2% неравномерно пропитывают толщу. Отмечаются 2—3 солевых горизонта, часто в верхней части горизонтов содержатся друзы гипса.



| Почвенно-растительный покров                                                                           | Названные равнины     |                    |              |                              |                              |                           | Измененные равнины |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                                                                                                        | морские слабо-пологие | озерные пониженные | аллювиальные |                              |                              |                           |                    |
|                                                                                                        |                       |                    | плоские      | плоские расчлененные         |                              | слабопологие расчлененные | плоские            |
|                                                                                                        |                       |                    |              | глинисто-суглинисто-песчаные | илувато-суглинисто-глинистые |                           |                    |
| Разреженные солянковые гребенщики на мокрых солончаках в сочетании с черными и типичными               | 19                    | 20                 | 21           | 23                           | 25                           | 22                        | 26                 |
| Тростник на луговых остаточно-болотных почвах                                                          |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Солянковые гребенщики на лугово-такрырных почвах                                                       |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Разнотравные гребенщики на лугово-такрырных почвах с пятнами типичных солончаков                       |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Тростниковые гребенщики и ажрековые гребенщики на лугово-такрырных почвах                              |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Разнотравные гребенщики на лугово-такрырных почвах и карабарачники на типичных солончаках              |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Солянковый тростник на лугово-такрырных остаточно-болотных почвах                                      |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Солянковые гребенщики и тростниковые гребенщики на лугово-такрырных остаточно-болотных почвах          |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Солянковые гребенщики и гребенщико-карабарачники на лугово-такрырных остаточно-болотных почвах         |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Разнотравные гребенщики на лугово-такрырных почвах в комплексе с лугово-такрырными остаточно-болотными |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Кустарниковые древесные тугай на лугово-такрырных тугайных почвах в комплексе с луго-пустынными        |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
| Карабарачниковые гребенщики на лугово-такрырных почвах в сочетании с типичными солончаками             |                       |                    |              |                              |                              |                           |                    |
|                                                                                                        |                       |                    |              |                              |                              | 31                        |                    |
|                                                                                                        |                       |                    |              |                              |                              | 32                        |                    |



Для равнины типичны шоколадовые солончаки, встречающиеся в комплексе с остаточными солончаками и такырными почвами. В растительном покрове доминируют гребенщикове карабарачники с черным саксаулом. Урожайность пастбищ 1—2,5 ц/га, их можно использовать как осенние и зимние пастбища для овец и верблюдов.

В пределах причинковых покатоств выделяются пологопокатые супесчано-суглинисто-песчаные равнины с гребенщиковыми карабарачиками в комплексе с черными саксаулами на такырных почвах и остаточных солончаках (рис. 25, 8). Территория пригодна для поливного земледелия. Для орошения необходимо в мелиоративный период применять комплекс гидротехнических, промывных и агро-мелиоративных мероприятий, включая дренаж.

**Эоловые пески платообразных пластовых равнин.** Эти комплексы занимают Северо-Западные Кызылкумы, представляющие собой песчаные массивы. Фундамент песчаной пустыни Кызылкумов — древнее разрушенное плато, сложенное плиоцен-древнечетвертичными отложениями. Эти отложения — основной источник образования эоловых песков, широко развитых в пределах Кызылкумов. Сложены Кызылкумы желтыми и красновато-желтыми средне- и мелкозернистыми, в основном кварцевыми песками. Для значительной части песчаных массивов характерны грядовые, ячеисто-грядовые формы эолового рельефа, они вытянуты в близком к меридиональному направлению. Выделяются крупные и высокие гряды на расстоянии 1000—1300 м друг от друга и находящиеся между ними относительно более мелкие гряды на расстоянии 100—140 м, которые разделяются котловинами-ячейками. В западной части Кызылкумов, вблизи оз. Каратеренг эти котловины заняты инфильтрационными водами с орошаемых земель, образован ряд озер. Глубина расчленения песков колеблется в среднем от 10 до 30 м и более. Вокруг колодцев и скважин встречаются массивы оголенных барханных песков.

Глубокое (ниже 10 м) залегание уровня грунтовых вод отражается на развитии в основном автоморфных пустынных песчаных почв, весь комплекс свойств которых связан с относительно легким механическим составом, в большинстве случаев песчаным, но местами и супесчаным. Пустынные песчаные почвы развиваются преимущественно на закрепленных песках, где имеются условия для их формирования. Рыхлочастичное сложение породы обуславливает ряд свойств развивающихся почв, что связано, по мнению Н. В. Кимберга и др., с глубоким промачиванием атмосферными осадками в связи с высокой водопроницаемостью, малой высотой капиллярного подъема влаги вследствие преобладания некапиллярной порозности и конденсационных процессов и, как результат, с постоянным влажным «ядром» на определенной глубине.

Пустынные песчаные почвы с поверхности не засолены, максимум воднорастворимых солей, редко превышающий 1%, расположен на глубине около 1 м. В периферии Аральского моря и дельты Амударьи почвы котловин часто засолены до степени солончака, что связано с инфильтрацией воды.

Растительный покров высоких песчаных гряд представлен главным образом псаммофитами, илаковыми белосаксаульниками, песчаными акациями, бугристых и ячеистых песков — джугунниками, конгурбасами, слабоволнистых песков — эфедрами; вокруг разбитых песков скважин и колодцев встречаются адраспаны. Широко распространены также серая полынь, каврак, гребенщик и др. Высокорослые плотные древесно-кустарниковые заросли встречаются только на труд-



подступных участках грядово-ячеистых песков на расстоянии 200—300 км от населенных пунктов, так как саксаул и песчаная акация всецело используются на топливо. Вблизи колодцев и скважин они более разрежены и низкорослы, что обуславливает усиление дефляции песков в периферии населенных пунктов. Древесно-кустарниковые леса — мощные естественные факторы, поддерживающие стабильность

#### Гидроморфные природно-территориальные комплексы

| Почвенно-растительный покров                                                      | Низинные<br>морские |                  |                  |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------------------|
|                                                                                   | плоские             | слабопологие     |                  |                             |
|                                                                                   |                     | илувато-песчаные | песчано-илуватые | илувато-песчано-суглинистые |
|                                                                                   | глинистые           |                  |                  |                             |
| Разреженные гребенчиковые карабараичники на типичных солончаках                   | 33                  |                  |                  |                             |
| Разреженные солянковые гребенчики с тростником на пухлых солончаках               |                     | 37               |                  |                             |
| Солеросники с сарсазаном на корковых и луговых солончаках                         |                     |                  | 38               |                             |
| Разреженные солеросники на маршевых луговых солончаках                            |                     |                  | 39               |                             |
| Солеросники с солянками на типичных солончаках                                    |                     |                  |                  | 40                          |
| Разреженные солянковые и сарсазановые гребенчики на луговых и корковых солончаках |                     |                  |                  |                             |
| Разреженные карабараичники на черных солончаках                                   |                     |                  |                  |                             |
| Солянковые карабараичники на луговых солончаках                                   |                     |                  |                  |                             |
| Тростник на болотно-луговых почвах                                                |                     |                  |                  |                             |
| Разреженный солянковый тростник на луговых солончаках                             |                     |                  |                  |                             |
| Карабараиковые гребенчики на корковых солончаках                                  |                     |                  |                  |                             |
| Солянковый тростник на мокрых и луговых солончаках                                |                     |                  |                  |                             |
| Разреженные гребенчиковые карабараичники и сарсазаники на мокрых солончаках       |                     |                  |                  |                             |
| Поливные земли на луговых почвах                                                  |                     |                  |                  |                             |
| Поливной камыш на луговых и такырно-луговых почвах                                |                     |                  |                  |                             |

в природе, они не допускают выдувания почвы, способствуют произрастанию различных растений, закреплению песков, создают микроклимат и т. д.

Песчаная пустыня используется преимущественно в пастбищном животноводстве. Среднегодовое количество сухой кормовой массы песчаных пастбищ, по данным У. Туремуратова, составляет 5,1 ц/га. Общий валовой запас сухих кормов Северо-Западных Кызылкумов достигает 21,9 млн. ц, что способно обеспечить содержание 1275 тыс. овец.



Преобладающая часть пастбищ обводнена за счет подземных вод. Действующие артезианские скважины характеризуются большим напором воды и малой соленостью, уменьшающейся по мере приближения к берегам моря.

**Водораздельные равнины современной дельты.** Для этих комплексов живой дельты характерны сочетания междуречных широких пони-

Таблица 37

северной части Южной Приаралья

| равнины                      |                               | Низменные равнины    |                       |                      |                    |         |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|---------|
|                              | озерные                       | аллювиальные         |                       |                      |                    |         |
| слабопологие<br>расчлененные | плоские                       |                      |                       |                      |                    | пологие |
| глинисто-суглинисто-песчаные | илловато-суглинисто-глинистые | суглинисто-глинистые | суглинисто-супесчаные | суглинисто-глинистые | супесчано-песчаные |         |
|                              | 34                            |                      |                       | 35                   | 36                 |         |
| 41                           |                               |                      |                       |                      |                    |         |
| 42                           |                               | 43                   |                       |                      |                    |         |
|                              | 44                            |                      |                       |                      |                    |         |
|                              | 45                            |                      | 46                    | 47                   |                    |         |
|                              |                               |                      | 48                    |                      |                    |         |
|                              | 49                            |                      |                       |                      |                    | 50      |
|                              | 51                            | 52                   |                       |                      |                    |         |
|                              |                               | 53                   |                       |                      |                    |         |
|                              |                               | 54                   | 55                    | 56                   | 57                 |         |
|                              |                               | 58                   |                       | 59                   |                    |         |

жений с явно выраженными водораздельными равнинами. В пределах северной половины дельты выделено 5 нормально выраженных главных водоразделов: Талдык-Кипчакдарьинский, Акдарьинский, Мадалиузек-Кипчакдарьинский, Куныдарьинский, Казахдарья-Эркиндарьинский. Кроме них, можно выделить ряд второстепенных водоразделов, но они не имеют столь большого значения. Каждой водораздельной равнине соответствует один или два рукава или проток Амударьи. Относительные высоты этих равнин над днищами обсохших озер составляют 2—



6 м. Хотя эти параметры считаются небольшими, они имеют весьма важное значение в дифференциации поверхностного и подземного стока, геохимической миграции веществ, распределении фитоценозов, динамике развития физико-географических процессов и, конечно, в становлении и развитии природных комплексов.

Водораздельным равнинам присущи прирусловая и русловая фации накопления осадков. Однако фациальные отложения равнин весьма изменчивы. Нередки случаи, когда под русловыми отложениями на не-

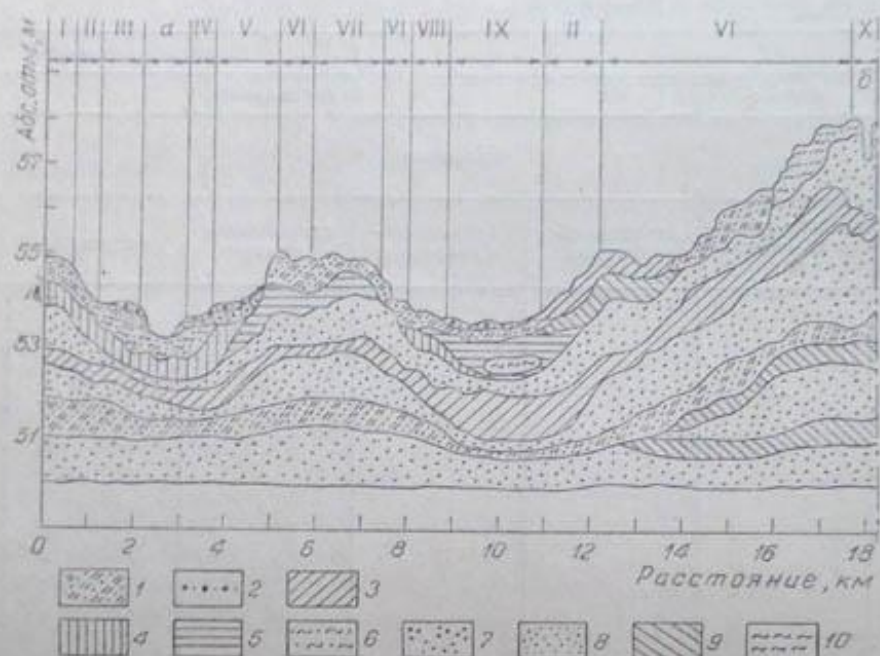


Рис. 26. Почвенно-литолого-геоморфологический профиль между оз. Кинсыр и Талдыкдарьей в районе п. Караджар (живая дельта Амударьи).

Почвенный покров: I — солончаки остаточные пухлые, II — лугово-тапирные остаточные-болотные различнозасоленные, III — луговые солончаки, IV — болотные сильнозасоленные почвы, V — луговые и типичные солончаки, VI — лугово-тапирные, преимущественно рассоляющиеся, VII — солончаки остаточные, черные, мокрые, VIII — луговые остаточные болотные, средние и сильнозасоленные, IX — солончаки типичные пухлые, X — лугово-пустынные слабо- и незасоленные; а — озеро, б — русло протока Талдыкдарьи.

Литологический состав: 1 — супесь светло-серая, рыхлая, пылеватая, 2 — торф бурый-черный, пухлый, состоит из полусгнивших корешков тростника, содержат ракушечник (спиралевидный), 3 — суглинок легкий светло-бурый, плотный, комковато-зернистый, много охристых пятен, 4 — суглинок средний бурый, плотный, мелкокомковато-зернистый, масса ржавых пятен, солевые скопления в виде точек и прожилок, 5 — суглинок тяжелый зеленовато-бурый, слабоуплотненный, бесструктурный, много зелено-сизых пятен и солевых точек, сгнившие корни тростника, 6 — ил озерный, бурый-серый, уплотненный, слоистый, пластинчатый, масса охристо-ржавых пятен и полог, 7 — песок тонкозернистый серый, рыхлый, слоистый, 8 — песок мелкозернистый, серый, слоистый, оглеение в виде ржавых и сизых пятен; 9 — плевролит серый, рыхлый, бесструктурный, 10 — глина тяжелая буровато-серая, очень вязкая и липкая, пластинчатая, оглеение в виде ржавых и сизых пятен. Для отложений верхних слоев характерны вертикальные трещины с диаметром от 1 до 5 см, сужающиеся книзу до глубины 2–2,5 м, слоистость суглинисто-песчаных толщ и содержание обильных солевых кристалликов.

большой глубине вскрываются глинистые и суглинистые прослойки озерной фации. Для изучаемых комплексов характерны отложения легкого механического состава (рис. 26).

В рельефе водораздельных равнин относительно ровные участки чередуются с расчлененными, имеющими волнистую поверхность. Характерны крупные бессточные понижения (длиной 2–3 км, глубиной 1–3 м) преимущественно овальной или удлиненной конфигурации. Имеются сухие русла длиной до 20 км, глубиной до 2 м и более (Ишаккеткен, Кувандарья, Ушузек, Актем и др.). Сеть русел прослеживается лишь на аэроснимках (длина русел от 3 до 15 км и более, глубина 0,5–1 м, реже до 2 м). Направление сухих русел совпадает с течением главных



рукавов и протоков. В большинстве случаев они отходят от основных протоков, когда при благоприятных топографических и гидродинамических условиях боковой прорыв перехватывает значительную часть стока (Костюченко, Сорокина, Тимошкина, 1969).

Наиболее густая сеть русел (от 1,5 до 2 км на 1 км<sup>2</sup>) наблюдается между протоками Раушаном и Уразгельды, Акбашлы и Кипчакдарьей, Каванузеком и Талдыкдарьей и др. Крупные сухие русла имеют слабо-выраженные прирусловые валы, сложенные преимущественно супесчанно-песчаными осадками русловой фации. В толще песков обильны мелкие тонкостенные ракушки. На север расчлененность уменьшается, там поверхность становится относительно плоской.

Водораздельная равнина также расчленена многочисленными протоками, отходящими от основных рукавов или русел Амударьи, Казак-жекена, Караузека, Заирской Прорвы, Ворошиловузека, Картабайузека, Мадалиузека и многих других, не имеющих названий. Они периодически используются для обводнения пастбищ. Древесно-кустарниковые тугаи в протоках и руслах — прекрасные индикационные признаки в полевых условиях и при изучении аэрофото- и космических снимков.

Микрорельеф водораздельных равнин определяется динамикой флювиальных процессов, дефляцией, суффозионно-карстовыми явлениями. Основные элементы микрорельефа — повышения, понижения, провальные воронки, полосы, просадки и трещины, различные по конфигурации и параметрам. В южной части водораздельных равнин они отчетливо выражены. Глубина (и высота) их до 60 см, чаще 15—25 см, длина — от 50 см до нескольких метров. В рельефе северной части равнины эти формы выражены слабо, что можно объяснить их относительной «молодостью», кроме того, до 1961 г. они большую часть года находились под затоплением.

Этот микрорельеф оказывает влияние на многие природные процессы, в том числе геохимические, биологические, а также на соленакопление, такырообразование и многие другие.

Водораздельным равнинам как областям элювиального и супераквального типов почвообразования свойствен особый тип режима грунтовых вод. Когда сток в протоках становится меньше, влияние реки на режим грунтовых вод периферии уменьшается. В некоторых протоках, где в течение ряда лет регулярный сток отсутствовал, изменился режим грунтовых вод; он меняется в зависимости от водоносности протоков, литолого-геоморфологического строения, подземного стока со стороны орошаемых и обводняемых массивов. Однако река, протоки и ирригационные каналы оказывают влияние на грунтовые воды только на расстоянии 3—5 км, в основной же части равнин оно очень слабо.

Грунтовые воды в Талды-Кипчакдарьинской, Акдарьинской, Эркиндарьинской, Кунядарьинской водораздельных равнинах залегают на глубине 5—10 м, местами 3—5. Степень минерализации в зоне влияния протоков и реки колеблется от 3 до 10 г/л, тип — гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием кальция. По периферии, где теряется влияние гидросети, степень минерализации увеличивается до 30 г/л и более, тип сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием натрия. Показатели режима грунтовых вод обводняемых пастбищ значительно отличаются от предыдущих. В 1978 г. в связи с обводняемостью большей части площади уровень грунтовых вод поднялся до зоны аэрации, изменился и химический состав, но это было временным явлением и в 1979 г. он вновь понизился до прежнего.

Режим грунтовых вод водораздельных равнин очень динамичен, что обусловлено спецификой литолого-геоморфологического строения и



дренированностью. Вместе с тем местный подземный отток идет в направлении субаквальных комплексов, это движение усиливается в связи с мозаичностью грунтов и особенностями рельефа (уклон и глубина расчленения).

Литология, рельеф и грунтовые воды определяют основные свойства и галогенохимию почвенного покрова. Глубокое залегание грунтовых вод обуславливает развитие почв в автоморфной тенденции, что ведет к естественному рассолению их. Развиваются лугово-такырные, а на прирусловых валах — лугово-пустынные почвы. Судя по всем показателям, наблюдается устойчивая эволюция лугово-такырных почв.

В пределах водораздельных равнин наблюдается своеобразие солевого режима почв, что связано с дренированностью и грунтовыми водами. В пределах Талдык-Кипчакдарьинской водораздельной равнины почвы преимущественно средне- и сильнозасоленные, вплоть до солончака. Преобладают хлоридный и сульфатно-хлоридный типы засоления с повышенным содержанием натрия. Сильнозасоленные почвы занимают прибрежную полосу Кипсыр-Караджарской озерной системы и полосу русла Талдыкдарьи, что обусловлено «фитильным» типом соленакопления. Вместе с тем степень засоления почв в сторону протока уменьшается. Полоса шириной 6—10 км к западу от русла Талдыкдарьи слабозасоленная либо незасоленная. Очевидно, там происходит прогрессивное рассоление почв.

В Кипчакдарьинской водораздельной равнине почвы преимущественно слабо- и средnezасоленные с участками солончака. Тип засоления — сульфатно-хлоридный (на солончаках и сильнозасоленных землях) и хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием кальция. Засоление распространено преимущественно к северу от протока Мадалиузека, где грунты отличаются более тяжелым механическим составом и грунтовые воды лежат в зоне аэрации. Территории, расположенные между протоками Картабайузека, Мадалиузека и Кипчакдарьи, в основном слабо- и средnezасоленные, чему способствует отток грунтовых вод в направлении оз. Макпалкуля и других субаквальных комплексов.

В пределах водораздельной равнины Акдарьи на левобережье почвы более засоленные, чем на правобережье. В первом случае тип засоления — сульфатно-хлоридный с повышенным содержанием натрия, а во втором — сульфатный с повышенным содержанием кальция. Это объясняется влиянием обводнения пастбищ на режим грунтовых вод и соленакоплением на левобережье; на правобережье грунтовые воды залегают ниже 5 м, наблюдается тенденция естественного рассоления почв.

Почвы водораздельной равнины Куныдарьи по сравнению с предыдущими комплексами более засоленные. Преобладают сильнозасоленные земли с участками солончаков, в устьевой части протока Куныдарьи тип засоления хлоридный с повышенным содержанием натрия (на сильнозасоленных и солончаковых массивах), в южной части равнины сульфатный с повышенным содержанием кальция, преобладают средне- и сильнозасоленные почвогрунты.

Общая закономерность засоленности почв водораздельных равнин — повышение ее от русла к периферии и к устьям протоков и рек. Подобные равнины, расположенные между бывшими озерно-болотными комплексами, несмотря на их слабую выраженность в рельефе, в современных условиях служат водо- и соледелителями данной территории.

Превышение этих равнин над днищами высохших озер варьирует от 1 до 3 м и более. На западе дельты можно выделить две равнины.



Одна простирается от устья протоков Караузека и сухого русла Джонсиза в меридиональном направлении к северу до широты п. Караджар, служит водоразделом оз. Судочьего и Караджар-Кипсырской озерной системы. Вторая расположена в северо-западном направлении от устья Талдыкдарьи до меридиана оз. Каратеренга и служит водоразделом между высохшими озерами Большим и Малым Узунайдыном и озерами береговой зоны.

Поверхность этих равнин мелкокочковатая, осложненная пологими неровностями микрорельефа. В составе отложений преобладают супесчано-песчаные осадки, редко переслаивающиеся суглинком. Грунтовые воды залегают ниже 4—5 м. Почвы лугово-такырные, остаточнo-болотные, повышенногумусные, различной степени засоления. Преобладают средне- и сильнозасоленные разности с пятнами солончаков.

Для растительности водораздельных равнин современной дельты характерно господство гребенщиков, пришедших на смену тростниковым зарослям.

Древесный ярус в гребенщико-вых сообществах отсутствует или представлен очень бедно припойменными гребенщиками. Это тополь сизолистный (*Populus prinosa*), изредка узколистный (*Elaeagnus angustifolia*) и ива джунгарская (*Salix songarica*). В одном ярусе с гребенщиками встречаются карабарак (*Halostachys belangeriana*) и дерево *Licium gathenicum* на различно засоленных почвах, чингиль (*Halimaden-dron halodendron*) на относительно хорошо увлажненных почвах.

Из многолетних трав с гребенщиком чаще других видов ассоциирует тростник (*Praginitich comminis*), представленный стелющейся формой, янтак (*Alhagi pseuolalhagi*) и парнолистник (*Lygorhullum oxianum*).

Другие характерные сопутствующие виды в нижнем ярусе — ажрек (*Acluropus litoralis*), акбаш (*Karelinia caspica*), кермек (*Linxonium otolepis*). Реже встречаются каперс (*Carparis spinesa*). Ветви гребенщика часто опутывает цинанхум (*Cynanchum sibiricum*). В гребенщиках, развивающихся на остаточнo-болотных поверхностно-торфянистых почвах, в ярусе трав преобладают однолетние солянки (*Climacoptira lapata*, *Cl. turcomanica*, *Salsola micrantpera*, *S. foliosa* и др.). Кроме гребенщиков, на водораздельных равнинах ограниченные участки занимают заросли угнетенного тростника, янтачники, карабарачники и реже сообщества ажрека, акбаша и солянок. Для пастбищ гребенщики не являются ценными угодьями.

В пределах водораздельных равнин выделяются следующие природные комплексы: плоские расчлененные супесчано-песчаные равнины с тростниковыми гребенщиками и ажрековыми гребенщиками на лугово-такырных почвах (рис. 25, 25), высокие суглинисто-супесчано-песчаные слабо- и среднерасчлененные равнины с разнотравными гребенщиками на лугово-такырных почвах с пятнами солончаков (рис. 25, 23), высокие суглинисто-супесчано-песчаные сильнорасчлененные равнины с разнотравными гребенщиками на лугово-такырных почвах с пятнами солончаков (рис. 25, 23a), плоские суглинисто-глинистые равнины с солянковыми гребенщиками на лугово-такырных почвах и карабарачниками на корково-пухлых солончаках (рис. 25, 21), межозерные суглинисто-супесчано-песчаные кочковатые равнины с солянковыми гребенщиками и гребенщиковыми карабарачниками на лугово-такырных остаточнo-болотных почвах (рис. 25, 29), межозерные, высокие, слаборасчлененные, супесчано-песчаные, кочковатые, с разнотравными гребенщиками на лугово-такырных в комплексе с лугово-такырными остаточнo-болотными почвами (рис. 25, 30). Все это свидетельствует о сложности структуры



ландшафтных комплексов водораздельных равнин, на что необходимо обратить внимание, особенно при проектировании освоения земель под орошаемое земледелие.

Выделенные геокомплексы различаются сложностью природных условий, динамичностью физико-географических и геохимических процессов, определяющих характер эксплуатации территории и возможность управления неблагоприятными явлениями и процессами, развивающимися в результате антропогенного воздействия. В связи с этим территории, занимаемые каждым природным комплексом, с точки зрения их хозяйственного использования благоприятны для развития той или иной отрасли сельского хозяйства. Каждая из них нуждается в определенных мелиоративных мероприятиях.

Для поливного земледелия весьма благоприятны природные комплексы (рис. 25, 25, 23), расположенные в полосе 6—10 км от русла рек и рукавов, где есть естественная дренированность территории, незначительное содержание солевых запасов в суглинистых прослойках грунтов зоны аэрации и близость источника воды. Все это способствует освоению земель в ускоренном темпе. В условиях типичной русловой фации орошение способствует нисходящему току влаги, в связи с чем на некоторых массивах дренаж не требуется. Однако эти земли занимают лишь узкую полосу (1—2 км) вдоль протока, а на остальных массивах необходим дренаж. Вместе с этим бессточные котловины на периферии этих равнин будут служить естественными дренами, так как часть инфильтрационных вод будет в них аккумулироваться. Для предотвращения подтопления целесообразно на водораздельных равнинах возделывать те культуры, которые потребляют мало воды. Такое влаголюбивое растение, как рис, следует выращивать на понижениях рельефа.

Основным мероприятием при освоении земель для орошаемого земледелия, кроме дренажа, должна быть их планировка с учетом создания оптимальных уклонов полей для бороздкового полива и предотвращения развития дефляции почв, регулярная эксплуатационная промывка засоленных участков, посадка лесных насаждений и др. Неотъемлемая часть этих мероприятий — меры по сокращению инфильтрации через распределительные системы и поля, так как супесчано-песчаный грунт впитывает чрезвычайно большой объем воды, что сказывается на к. п. д. ирригационных каналов.

Природные комплексы (рис. 25, 21, 22 и 30), занимая тыловую часть водораздельных равнин, также пригодны для орошаемого земледелия. Однако большое количество солевых запасов, недостаточная дренированность грунтов, плохая фильтрационная способность отложений отрицательно сказываются на почвенно-мелиоративном состоянии земель. Эти земли нуждаются в коренных гидротехнических и агро-мелиоративных мероприятиях. На развитие геокомплексов, расположенных в нижней части водораздельных равнин, при орошении будут воздействовать вышерасположенные комплексы. Произойдет приток грунтовых вод к характеризуемым территориям, что в значительной степени и определит мелиоративное состояние массивов.

Физико-географические условия низких водораздельных природных комплексов между бывшими озерно-болотными территориями благоприятны для организации лиманного орошения. На них можно ежегодно выращивать высокий урожай естественных кормов из молодого тростника.

**Тугай.** Данные комплексы занимают приречные полосы, периферию протоков дельты Амударьи и соответствующие им пойменные террасы шириной от несколько сотен метров до 5—6 км. Это своеобразные дре-



весно-кустарниковые ландшафты, занимающие наиболее высокие прирусловые зоны реки с соответствующим литологическим составом отложений, почвенным покровом и зооценозом.

Тугайные природные комплексы весьма сложны и динамичны. Их спонтанное развитие при вмешательстве человека быстро трансформируется, при создании благоприятных гидро- и биологических условий их развитие обратимо. Это не только «чисто» биоконплексы, а нормальные природные комплексы, которым присущи индивидуальные компоненты.

В пределах узких полос вдоль рукавов и протоков в дельте Амударьи развиты прирусловые фации, характеризующиеся отложениями глин, суглинков и песков с преобладанием последних. Часто пески отличаются большой мощностью. Преимущественно легкий механический состав отложений и высокий обрыв русл обуславливают устойчивое нисходящее направление влаги, способствующее рассолению почв тугаев. Однако рассоление происходит в пределах очень узких полос.

Рельеф тугайных комплексов характеризуется обычно расчлененностью, что связано с динамичностью водноэрозийных процессов. Прирусловые валы тянутся вдоль обоих берегов. Размеры их зависят от размеров русла и его возраста (Костюченко, Сорокина, Тимошкина, 1969). Высота грив Акдарьи достигает 4 м при ширине до 100 м. Прирусловые валы протоков, например Кипчакдарьи, в среднем имеют высоту 1,5—2 м, реже до 2,5 м при ширине до 100 м.

Прирусловые валы густо расчленены поперечными промоинами и оврагами. На сильно опустыненных тугайных комплексах в результате ликвидации задернованности русловых отложений могут формироваться эоловые формы рельефа. В суглинисто-глинистых толщах имеются суффозионно-карстовые образования.

В тугаях, расположенных в зоне влияния реки, грунтовые воды залегают неглубоко. Это зависит от высоты прирусловых валов и объема стока в русле. Их уровень в среднем залегает на глубине 3—5 м, в тугаях протоков — 5—10 м и более. В тугаях главного русла воды слабо минерализованные (от 1 до 6 г/л), тип — хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатный с повышенным содержанием кальция. Степень и тип минерализации, очевидно, изменяются по направлению к устью рек и протоков, где количество ионов хлора и натрия в плотном остатке становится доминирующим.

Для тугайных комплексов характерны лугово-такырные и лугово-пустынные почвы. Последние развиваются в сильно опустыненных тугаях. Тугайные почвы, тяготеющие к высокому обрыву (до 5 м) русла, в полосе до 1,6—2 км незасоленные. При большом удалении они вновь становятся засоленными.

На участках, где прирусловые валы размыты, почвы представлены засоленными разностями (разрез 235, табл. 38).

Засоление почв тугаев развивается также при отсутствии в протоках регулярного стока, обуславливающего рассоление, например, в тугайных комплексах протоков Эркиндарьи и Куныдарьи, так как там нет систематического стока, в результате прогрессирует процесс опустынивания.

В древесных тугаях доминируют туранговники. Эдификаторами этих сообществ являются два вида тополя — тополь сизолистный (*Populus prinos*) и тополь арийский (*Populus ariana*). В зависимости от условий увлажнения туранговники различаются по слагающим видам растений и густоте древостоя. В условиях относительно удовлетворительной влагообеспеченности по берегам обводняемых русл и протоков



на лугово-такрыных почвах развиваются разнотравно-талово-туранговая, чингиллово-гребеншиково-туранговая ассоциации. Эти сообщества характеризуют тугайные и природные комплексы в ранней стадии развития. Древесный ярус нередко сомкнут. В нем, кроме двух видов туранги (*Populus prinos* Pareina), присутствуют лох узколистный (*Elaeagnus agustifolia*) и ива джунгарская (*Salix sondarica*). В ярусе кустарников обычно гребенщик пятитычинковый (*Tamarix pentandra*), чингиль (*Halimadendron halodendron*), ломонос (*Clematis orientalis*), реже—гре-

Таблица 38

Результаты анализа водной вытяжки из почв тугайных природных комплексов, %

| Глубина, см                                              | Сумма солей | Шел. в HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по разности | pH  |
|----------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|-------|----------------|-----|
| Лугово-такрыные тугайные почвы                           |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| Разрез 235. Правобережье Кипчакдарьи в районе п. Шере    |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| 0—0,5                                                    | 1,400       | 0,064                   | 0,027 | 0,870           | 0,290 | 0,018 | 0,084          | 8,3 |
| 0,5—3                                                    | 0,763       | 0,035                   | 0,097 | 0,342           | 0,083 | 0,013 | 0,201          | 8,2 |
| 3—8                                                      | 0,252       | 0,037                   | 0,042 | 0,101           | 0,022 | 0,006 | 0,049          | 8,3 |
| 8—30                                                     | 0,272       | 0,040                   | 0,061 | 0,055           | 0,031 | 0,009 | 0,028          | 8,2 |
| 47—70                                                    | 0,104       | 0,030                   | 0,013 | 0,039           | 0,012 | 0,003 | 0,020          | 8,5 |
| Разрез 293. В 3 км от обрыва русла Амударьи, ур. Сарджоб |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| 0—13                                                     | 1,000       | 0,024                   | 0,173 | 0,190           | 0,102 | 0,020 | 0,051          | 7,7 |
| 13—21                                                    | 0,552       | 0,032                   | 0,086 | 0,123           | 0,046 | 0,024 | 0,028          | 7,8 |
| 21—52                                                    | 0,174       | 0,034                   | 0,014 | 0,066           | 0,022 | 0,008 | 0,013          | 7,8 |
| 55—70                                                    | 0,150       | 0,034                   | 0,011 | 0,048           | 0,018 | 0,007 | 0,009          | 7,8 |
| Разрез 297. В 1 км от обрыва русла Амударьи, там же      |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| 0—8                                                      | 0,201       | 0,049                   | 0,016 | 0,099           | 0,028 | 0,004 | 0,036          | 7,9 |
| 8—41                                                     | 0,173       | 0,041                   | 0,018 | 0,080           | 0,025 | 0,006 | 0,024          | 8,0 |
| 59—77                                                    | 0,190       | 0,043                   | 0,016 | 0,079           | 0,029 | 0,006 | 0,021          | 8,0 |
| Луговые-пустынные почвы                                  |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| Разрез 273. Устье протока Кунятальдыка                   |             |                         |       |                 |       |       |                |     |
| 0—3                                                      | 0,210       | 0,037                   | 0,038 | 0,072           | 0,032 | 0,005 | 0,026          | 7,8 |
| 3—35                                                     | 0,326       | 0,034                   | 0,092 | 0,087           | 0,035 | 0,009 | 0,020          | 7,8 |
| 35—75                                                    | 0,440       | 0,031                   | 0,134 | 0,113           | 0,040 | 0,048 | 0,015          | 7,7 |

бенщик рыхлый (*Tamarix taxa*), карабрак (*Helostachys belangeriana*), дереза (*Juncus ruthenicum*).

В нижнем ярусе на открытых участках ассоциируют многолетние травы: тростник (*Phragmites communis*), ажрек (*Aeluropus litoralis*), янтак (*Alhagi pseudalhagi*). По кустарникам разрастается цинанхум (*Cynanchum sibiricum*).

Вдоль сухих русел на лугово-опустыненных почвах с глубоким стоянием уровня грунтовых вод развиваются солянково-гребеншиково-туранговая и разреженная гребеншиково-туранговая ассоциации, представляющие собой последние стадии деградации туранговников. Древостой здесь сильно изрежен. Много сухих деревьев. Иногда сухостой достигает 50—60% общего числа особей туранги. В кустарниковом ярусе доминирует гребенщик пятитычинковый. Для нижнего яруса характерны однолетние галофиты (*Salsola micrauthera*, *S. foliosa*, *Climacoptera lanata* и др.).

По мере дальнейшей аридизации территории Южного Приаралья



древесные тугайные массивы сменяются гребенчиковыми сообществами. Тугаи дельты Амударьи по структуре фитоценозов, экологическим условиям развития, особенностям режима грунтовых вод и засоленности почв формируют следующие природные комплексы: тугаи, устойчиво опустынивающиеся с лугово-такырными тугайными почвами в комплексе с лугово-пустынными (рис. 25, 31), тугаи со слабым проявлением опустынивания обводненных главных рукавов с лугово-такырными тугайными почвами (31a); тугаи молодые, слабоизмененные в устьевых рукавах и островах между лопастями главного русла реки (31б). Выделенные виды тугайных комплексов соответствуют стадии современного развития. С изменением гидрологических и почвенных условий они быстро трансформируются, часто процесс опустынивания под влиянием деятельности человека усиливается.

Указанные комплексы перспективны в пастбищном животноводстве и поливном земледелии и являются продуктивным объектом охоты на фауну. В южной части низовьев Амударьи бывшие тугаи успешно используются для возделывания хлопчатника, люцерны, кукурузы, овощебахчевых культур и риса. Устойчивое благоприятное почвенно-мелиоративное состояние земель обеспечивает при несложных агрономических и дренажных мероприятиях ежегодный высокий гарантированный урожай названных культур. Повышению плодородия почв благоприятствуют наносы при поливах, содержащие гумус, азот, элементы питания и карбонаты. В новейших наилках полей ботанического сада г. Нукуса содержание гумуса 0,89—1,69, азота общего — 0,076—0,123,  $K_2O$  валового — 1,56—2,07,  $P_2O_5$  валового — 0,15—0,17 и карбонатов — 6,0—9,0% (Клюканова, 1969).

Тугайные комплексы северной половины дельты, где еще сохранились древесная, кустарниковая растительность и разнотравно-злаковые сообщества, из-за недостатка воды используются в основном в пастбищном животноводстве. Урожайность древесно-кустарниковых тугаев составляет 1—6 ц/га и превышает по этому показателю, например, пустынные пастбища. Для пастбы скота весьма благоприятны и микроклиматические условия. В знойные дни и при сильных ветрах они являются надежным укрытием для скота.

В некоторых хозяйствах, в частности в совхозах «Муйнак», «Аспантай», «Каракалпак», «Арал» и др., отсутствуют пастбищеобороты и рациональное использование пастбищ. В связи с этим в преобладающей части тугайных комплексов пастбища деградировали; на месте тугайных фитоценозов появляются малопродуктивные ксеро- и галофитные сообщества, усиливаются процессы дефляции. Из-за отсутствия дорог и водных ресурсов некоторые массивы тугаев практически не используются (низовья Аккая, Ордобайузек, Инженерузек, Старого Талдыка и др.). Правильная организация пастбищеоборота по всей территории тугайных комплексов позволит обеспечить кормом значительно большее поголовье скота, по меньшей мере в 2 раза.

Лишь некоторые участки тугайных комплексов площадью от 1 до 150 га и более используются при возможности полива водой из Амударьи. Поливные участки занимают тугаи, лишенные древесно-кустарниковых насаждений. Недоучет возможной активизации водноэрозийных, дефляционных и суффозионно-карстовых процессов при орошении приводит к быстрому изъятию их из хозяйственного оборота и даже невозможности использования их как пастбищ, поэтому важно учитывать почвенно-мелиоративные особенности каждой местности; нельзя расширять площади орошаемых массивов за счет рубки древесно-кус-



тарниковых насаждений, ведь достаточно свободных земель, благоприятных для освоения.

Во избежание дальнейшего опустынивания тугайных комплексов необходимо обеспечить постоянным стоком протоки, обводнить пастбища, создать экологические условия для естественного возобновления биоккомплексов.

**Золовые аккумулятивные равнины дельты Амударьи.** Данные комплексы занимают главным образом восточную часть дельты и небольшую площадь на юго-востоке оз. Судочьего. Основным материалом для образования золовых форм — русловая фация реки. Восточная часть дельты долгое время не затопливается даже в паводок. Из-за сухости и небольшой задернованности песчаные отложения слабо противостоят дефляции.

С правобережья Эркиндарьи наблюдаются простейшие золовые формы (мелкие кустовые и кучевые пески). Восточнее канала Кенес они, приобретая типичный вид, встречаются фрагментарно. От песчаного массива Туркмен-Кырылган они становятся доминирующими, а у русла Коксу образуют сплошной покров, сливаясь с песками Кызылкумов.

В восточной части дельты в направлении моря прослеживаются четыре песчаные полосы. Первая — западная от песков Туркмен-Кырылган простирается в северо-западном направлении до п. Джаманаул, вторая — от района п. Куралпа (параллельно первой) в направлении устья Казахдарьи; третья начинается между населенными пунктами Саматаул и Куралпа и в меридиональном направлении в сторону моря идет по трассе коллектора КС-3; четвертая от п. Караузек продолжается на север в сторону ур. Кольсага между руслами Есмы и Коксу.

Каждая из полос соответствует положению древних русел Амударьи. Это подтверждается направленностью их к морю, наличием сухих русел (Болтабек-Джилга, Кунякегейли и др.) и цепей бессточных понижений того же направления, соответствующей окраской аллювиального песка.

Золовый рельеф представлен грядово-ячеистыми, бугристыми, барханскими формами (Туркмен-Кырылганский массив, места у населенных пунктов). Грядово-ячеистые типичны для четвертой полосы, высота гряд варьирует от 2 до 10 м, глубина ячей 2—8 м. Бугристые распространены повсюду, особенно в пределах первой полосы, высота бугров от 1 до 5 м. Все золовые формы уменьшаются к северу.

Для природных комплексов золовых равнин характерны пустынные песчаные почвы и пески, местами на дне понижений между грядами и буграми образуются солончаки (пухлые, корково-пухлые, такырные), незначительные по площади. Пустынные песчаные почвы в южных районах (вблизи населенных пунктов) слабо- и среднезакрепленные, а в северных — хорошозакрепленные. Пески Туркмен-Кырылган слабо-закрепленные, местами незакрепленные, что связано с чрезмерным выпасом скота.

В первой и второй полосах растительный покров представлен черносаксаульниками, гребенщиками, в третьей и четвертой — черкезово-джузгуновниками с илаком. Проективное покрытие растительных сообществ варьирует от 30 до 40%, в северных районах доходит до 50—60%. Урожайность черносаксаулово-гребенщиковых пастбищ составляет 2,2—2,6 ц/га, они могут быть использованы осенью и зимой для овец и верблюдов. Черкезово-джузгуновые круглогодичные пастбища используются для каракульских овец и верблюдов, урожайность — от 1,5 до 2,5 ц/га.

В пределах золовых равнин различаются следующие природные комплексы: бугристые закрепленные пески с черносаксауловыми гребен-



щниками на пустынных песчаных почвах в сочетании с глинисто-суглинистыми понижениями с карабарачниками на пухлых и корково-пухлых остаточных солончаках (рис. 25, 11), грядово-ячеистые и бугристые закрепленные пески с черкезовыми гребенщиками, с илаком на пустынных песчаных почвах (рис. 25, 12). На днищах ячей и долинообразных глубоких понижений — множество тонкостенных мелких ракушек. Местами на дне подобных понижений имеются солончаковатые такырные почвы со следами освоения (остатки ирригационной сети, спланированные поля с чеками и бороздами, многочисленные развалины). Они, очевидно, орошались, когда была вода в сухих руслах Коксу, Есыма и Кокдарьи.

Пастбищные ресурсы в южной части, где имеются населенные пункты, эксплуатируются интенсивно, в северной практически не используются. Необходимость пастбищ обусловлена снижением уровня моря, что вызвало высыхание действовавших ранее колодцев с пресной водой. Для обводнения пастбищ можно использовать коллекторы КС-3 и 4, степень минерализации вод 2—4 г/л, преимущественно 2—3 г/л.

**Плоские расчлененные дельтовые равнины.** Эти комплексы занимают на востоке дельты места между массивами эоловых песков. В рельефе равнин имеются бессточные котловины и повышения. Последние обычно сложены аллювиальными песками, перекрытыми супесью небольшой мощности. Днища котловин сложены суглинисто-глинистыми озерными фациями. В низовье р. Коксу (ур. Кольсага) равнина плоская с песчаными буграми и одинокими барханами высотой 1—2 м. Западнее бугра Нукускум рельеф ее становится более расчлененным из-за сухих оврагов и логов глубиной до 5 м. Подобный ландшафт между сухим руслом Есыма и коллектором КС-3 продолжается до п. Караузек. К западу на поверхности равнины встречаются плоские понижения глубиной 0,5—1 м. Среди них на такую же высоту возвышаются уплощенные пологие бугры. Кроме того, имеются фрагменты сухих русел северной ориентации глубиной до 0,7 м, реже до 1 м, шириной до 10—20 м. Расчлененная поверхность равнины на севере становится плоской.

Дельтовая равнина сложена переслаивающимися суглинисто-глинисто-песчаными отложениями с преобладанием суглинисто-глинистых образований (верхние слои — супесчано-легкосуглинистые, а нижние — суглинистые с прослойками мелко- и тонкозернистых песков). В песчаных отложениях встречаются скопления тонкостенных ракушек. Повышения сложены обычно супесчано-песчаными осадками, а в понижениях залегают супесчано-суглинистые (см. рис. 26).

Грунтовые воды имеют гидрогеолого-стоковый тип режима, характеризуясь подземным притоком сбоку и естественным оттоком (Рахимбаев, Есенбеков, 1977). Формирование режима близко к естественному типу. Колебания уровня устойчивы, более 0,1—0,4 м, глубина залегания вблизи орошаемых земель 3—5 и 5—10 м, в береговой зоне моря — более 10 м. Минерализация воды в пределах 25—50 г/л и более (с глубиной увеличивается). Тип минерализации сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный.

На плоской расчлененной равнине широко распространены остаточные солончаки в комплексе с такырными почвами. На юге вблизи орошаемой зоны имеются лугово-такырные почвы и луговые солончаки, сочетающиеся с корковыми солончаками. Такырные почвы формируются на дне плоских понижений. Они обычно солончаковатые. Верхние корковые и подкорковые слои слабо- или средnezасоленные, а нижние сильнозасоленные до толщи 0,5 м.



Остаточные солончаки в основном пухлые и корково-пухлые, первые занимают плоские слабовыраженные понижения, а вторые образуются на повышениях. В отрицательных формах рельефа обычно распространяются солончаки злостного типа. Корковые солончаки хлоридно-натриевого типа на возвышении интенсивно засолялись и практически не затоплялись, в связи с чем условия для промывки почв отсутствовали. Такыры и пухлые солончаки сульфатного типа, располагаясь в понижении, время от времени затоплялись. Солончаки на повышениях обогащались не только за счет солей грунтовых вод, они засолялись также по «фитильному» способу в результате всасывания влаги периферийных понижений. Солончаки до глубины 5 м содержат 3—5 солевых максимумов, приуроченных не только к суглинкам, но и к супесчано-песчаным слоям.

В растительном покрове природных комплексов доминируют черносаксауловые гребенщики и гребенщиковые карабарачники с черным саксаулом. В составе этих фитоценозов встречаются солянки, янтарники, а в приорошаемой зоне распространены ажрек, акбаш, парнолистник и др. Проективное покрытие растительных сообществ изменяется от 30 до 100%. Кусты карабарачника часто приурочены к повышениям рельефа с пухлым солончаком. Для карабараковой ассоциации характерен бугристый микрорельеф. Встречаются и чоколаки. Благоприятным биотопом черного саксаула служат солончаковые такырные почвы и отакырывающиеся остаточные солончаки, часто они растут и на пухлых солончаках.

Гребенщиковая ассоциация — одна из ландшафтообразующих фитоценозов данной территории, местами это густые заросли с проективным покрытием до 60%. Широко распространена на засоленных такырных почвах. Урожайность пастбищ данных растительных группировок от 1 до 2,6 ц/га. Это осенне-зимне-весенние пастбища, они эксплуатируются нерационально из-за отсутствия воды.

Выделяются следующие природные комплексы: супесчано-песчаные и глинистые расчлененные равнины с гребенщиками и карабарачиками, с черными саксаулами на такырных почвах и остаточных солончаках (рис. 25, 7); глинисто-суглинистые слаборасчлененные равнины с черносаксаульными гребенщиками на такырных почвах и остаточных солончаках (рис. 25, 18).

Данные геокомплексы вполне пригодны для поливного земледелия. Об этом свидетельствуют успехи орошаемого земледелия в южных хозяйствах, имеющих аналогичные условия (совхозы «Куралпа», «Караузек», «Каракалпак» и др.), где ежегодно выращиваются высокие урожаи хлопчатника, риса, кормовых и зерновых культур. Для освоения необходимы рассоляющие гидротехнические меры и планировка земель с регулярной промывкой.

Широкое хозяйственное освоение целинных земель будет отражаться и на ландшафтах соседних песчаных равнин. Нерациональное использование пастбищ может привести к дефляции и переносу песков в соседние районы. В связи с этим освоение земель под орошаемое земледелие должно быть комплексным, при этом необходимо учитывать природные особенности окружающих территорий.

**Солончаки.** Падение уровня моря обусловило широкое развитие солончаковых комплексов в Южном Приаралье, где они занимают большие площади. Их можно назвать новейшими. Солончаки восточной части Южного Приаралья превращаются в остаточные.

Солончаковые комплексы характеризуются тем, что все природные компоненты при определенных условиях взаимосвязанно развиваются



с тенденцией галогенеза. Это возможно лишь при определенных условиях (литолого-геоморфологическое строение, режим грунтовых и подземных вод, водно-физические свойства грунтов и аридный климат), а на территории, характеризующейся подобным комплексом, формирующаяся природная среда способствует заселению солончакообразующих геоккомплексов солейлюбивыми фитоценозами, которые в процессе вегетации обогащают почву солями.

В пределах Южного Приаралья территории, имеющие эти комплексы, отличаются тенденцией развития, в связи с этим целесообразно рассмотреть их раздельно.

**Солончаки современной аральской дельты.** Эти комплексы занимают высохшие днища озер и приозерные (ранее заболоченные) равнины, плоские равнины, примыкающие к современным озерам, низкие водораздельные равнины между обсохшими озерами и болотами. В зависимости от рельефа и глубин залегания грунтовых вод выделяются типичные, луговые, болотные и остаточные комплексы солончаков.

Чаще всего они занимают днища озер и приозерные плоские равнины. До глубины 2,5 м слагаются резкослоистыми супесчано-суглинисто-песчаными отложениями с прослойкой ила. Часто и песчаные отложения иловатые. Плоские равнины юго-восточной береговой зоны Судочьего состоят из суглинисто-супесчаных толщ с прослойками мелкозернистых песков и алевроитов, с приближением к озеру почвогрунты становятся более глинистыми.

Днища обсохших озер обычно осложнены западинами глубиной 0,5 м и более, иногда из-за этого поверхность становится расчлененной. Для озер типичны купики различных размеров, часто высотой более 0,3 м. Однако не все озера имеют купики (например, оз. Шега, Коксу и др.), что связано с быстрым уходом воды, снижением уровня грунтовых вод, при таком водном режиме грунтов тростники не успевают заселиться. Поверхность приозерных равнин мало отличается от озерных, но там купики имеют иной вид, чем на озерах. Эти равнины также отличаются слабым расчленением. Переход равнины в ложе бывших водоемов постепенный. Плоская равнина с незначительным (0,00016) уклоном к северо-западу характерна для береговой зоны оз. Судочьего.

Глубина грунтовых вод типичных солончаков в пределах обсохших озер и болот варьирует от 2 до 5 м, при этом более близкое (2—3 м) залегание отмечается в районе так называемого Ургинского коридора, где вблизи чинка Устюрта грунтовые воды питаются из оз. Судочьего и их поток направляется в море. Помимо этого, в значительном радиусе от озера Судочьего зеркало грунтовых вод приближается к поверхности. На плоской равнине юго-восточнее Судочьего (в 12—14 км) находятся орошаемые земли (рисовые поля) совхоза «Раушан» и многочисленные оросительные системы. Инфильтрационные воды от них питают потоки грунтовых вод, в связи с чем развиваются типичные солончаки ирригационного типа. Минерализация грунтовых вод солончаков колеблется от 20 до 70 г/л и более.

Среди солончаков различаются корковые, пухлые, корково-пухлые и влажные разновидности. На поверхности обсохших озер и приозерных болот развиты преимущественно корковые (на понижениях), пухлые и корково-пухлые (на склонах озер и повышениях) солончаки, на периферии оз. Судочьего — корковые и корково-пухлые, реже пухлые.

Засоление солончаков преимущественно хлоридное (типичные корковые солончаки) и хлоридно-сульфатное (корково-пухлые солончаки) с повышенным содержанием натрия. Количество солей вниз по профилю постепенно убывает, при этом содержание ионов хлора и натрия срав-



нительно с ионами сульфата уменьшается быстрее, это связано с наибольшей подвижностью ионов хлора по отношению к ионам сульфата. В профиле солончаков до глубины 3 м обнаруживается, как правило, 3—4 солевых максимума, выраженных в виде точек и прожилок, мощность слоя — 2—4 см.

На всех солончаках растительный покров разреженный, его составляют главным образом карабарак, однолетние солянки, тростник угнетенный, гребенщик и кермек. На корковых солончаках растительность иногда отсутствует. Карабарак нормально растет на почвах с плотным остатком до 15%, при 30% (разрез 202) он становится угнетенным.

На типичных солончаках выделяются следующие природные комплексы: солончаки корково-пухлые и корковые на суглинисто-песчано-

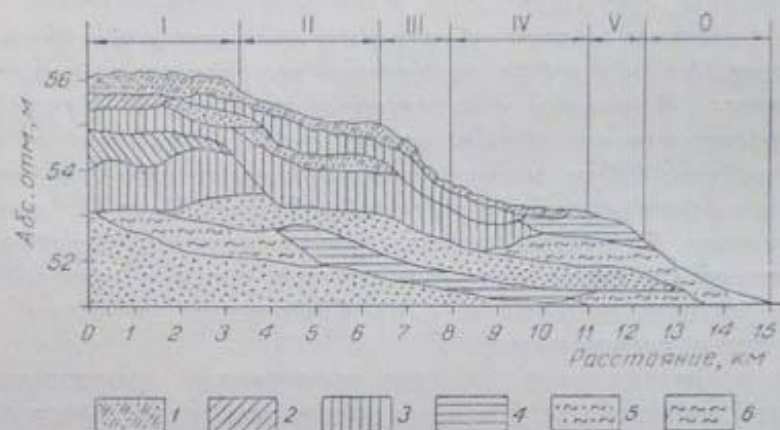


Рис. 27. Почвенно-литолого-геоморфологический профиль в районе юго-восточной береговой зоны оз. Судочьего (совхоз «Раушан»).

Почвенный покров: I — орошаемые болотно-луговые почвы, рассоляющиеся (рисовые поля), область формирования подземного потока грунтовых вод, минерализация 5—10 г/л, гидрокарбонатно-сульфатный тип, II — солончаки пухлые в сочетании с сильнозасоленными лугово-таежными почвами, III — солончаки корковые (наблюдается затрудненный транзит подземного оттока грунтовых вод с прогрессирующими повышениями их минерализации до 50 г/л сульфатно-хлоридного типа), устойчиво засоляющиеся, IV — солончаки луговые и мокрые (приближение к поверхности потоков весьма сильно минерализованных грунтовых вод свыше 50 г/л хлоридно-натриевого типа из-за гидростатического давления Судочьего, область интенсивного испарения и транспирации), прогрессивно засоляющиеся, V — солончаки болотные (выклинивание рассолов), усилению засоляющиеся, 2 — озеро.

Литологический состав: 1 — супесь светло-серая, рыхлая, пылеватая, с кристалликами солей, на поверхности солевые корочки, вспученная, с выцветами солей, хрупкая, бородавчатая, 2 — суглинок легкий, буровато-серый, уплотненный, 3 — суглинок средний, темно-серый, уплотненный, комковато-зернистый, много солевых скоплений, в виде точек и прожилок по ходам отмерших корней, мощность солевых горизонтов от 1 до 6 см, оглеение в виде ржавых пятен, 4 — суглинок тяжелый, бурый, плотный, бесструктурный, много охристых ржавых пятен, ракушечники, масса солей в виде гнезд и мелких кристалликов, образующих часто несколько солевых горизонтов мощностью 2—5 см, 5 — ил озерный, буровато-светло-черный, слабоуплотненный, с запахом сероводорода, 6 — глина ржаво-бурая, плотная, много ржавых и синих пятен, обильно пронизанная мелкими кристалликами солей.

глинистых обсохших днищах озер с купакками, угнетенными тростниками и разреженным карабарак (рис. 25, 34), солончаки корковые и корково-пухлые на суглинисто-песчано-глинистых приозерных равнинах с редкими угнетенными тростниками и разреженными солянковыми карабаракками (рис. 25, 34а), солончаки корковые на полигональных трещинах усыхания песчано-суглинисто-глинистых обсохших днищ озер с однолетними солянками и карабаракками (рис. 25, 34б).

Луговые солончаки развиты в пределах обсохшего дна Судочьего и береговой полосы. В составе отложений — переслаивающиеся иловатые суглинки, алевроиты и илы, содержащие мелкие ракушки (рис. 27). Суглинки сильнооглеенные с синими ржаво-охристыми пятнами. В суглинке встречаются кристаллы солей диаметром до 0,5—0,7 см, приуроченные к пустотам сгнивших корней тростника (длиной 3—5 см). Грун-



товые воды залегают на глубине 0,7—1,0 м, степень минерализации 50—70 г/л и более, тип — хлоридно-натриевый с повышенным содержанием сульфата.

Плотный остаток в луговых солончаках составляет 7—10%, тип засоления — хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный с повышенным содержанием натрия. Наиболее сильно засолены верхние слои до 20—25 см, где сухой остаток не снижается ниже 3% (хлора 0,4%). Произрастают солерос, однолетние солянки, реже карабарак. На периферии озера, где почвы менее засолены, растут ажрек и камыш (угнетенный).

В пределах луговых солончаков выделяются следующие природные комплексы: солончаки луговые на супесчано-суглинистых плоских равнинах с однолетними солянками, ажреком и угнетенными тростниками (рис. 25, 48), солончаки луговые на суглинисто-глинистых обсохших частях днища озер с солеросами, реже карабарачниками (рис. 25, 44).

Черные солончаки распространены вдоль юго-западной береговой полосы Судочьего, ранее (до снижения уровня моря) заболоченной, сложенной песчано-суглинистыми отложениями. Рельеф берега плоский с редкими невысокими (до 1 м) песчаными буграми и пологими понижениями. Поверхность почвы темная, образует хрупкую тонкую корочку, внизу имеется торф небольшой мощности. Окраска черных солончаков связана с содой, вызывающей растворение перегнойных веществ и скопление их на поверхности (Панков, 1970). Тип засоления — хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием натрия, сухой остаток более 3% при содержании хлора свыше 0,6%, наблюдается до глубины 2 м.

Природный комплекс берега Судочьего — солончаки черные на суглинисто-алевритово-глинистых обсохших берегах озера с редкими карабарачниками (рис. 25, 43).

Типичные остаточные солончаки в живой дельте встречаются в виде пятен. Крупные массивы их приурочены к приусловой фации. Грунтовые воды обычно залегают глубже 5 м и не участвуют в соленакоплении на поверхности почв. Различаются пухлые, корково-пухлые и мокрые; первые развиты на грядообразных повышениях в левобережье протока Раушана и Акбашлы и водораздельной равнине оз. Кипсыра; вторые и третьи — на периферии оз. Кипсыра и Каракултука. Образование солончаков на возвышениях рельефа связано с накоплением солей во время испарения грунтовых вод еще до 1961 г. при неглубоком их уровне, а главное, при подпитывании водами озер и болот, расположенных вблизи. Следовательно, они являлись аккумуляторами солей периферийных водоемов. Когда корнеобитаемые слои их оторвались от капиллярной каймы грунтовых вод (глубина залегания 7—10 м), произошел медленный процесс естественного рассоления. Степень минерализации вод — 30 г/л и более, тип — сульфатный, сульфатно-хлоридный и хлоридный с повышенным содержанием натрия, реже кальция.

Остаточные солончаки характеризуются скоплением солей (свыше 8—10%) на поверхности в виде пухлых масс и корок, большим содержанием их по всему профилю в виде белых крапинок и жилок, приуроченных к пустотам и трещинам. Они образуют ряд солевых максимумов с сухим остатком свыше 2—3% при содержании хлора более 0,3%.

Растительность угнетенная — низкая поросль гребеншиково-кермевой или акбашево-карабарачного сообщества с караганом. На солончаках с большим содержанием солей произрастает лишь угнетенный карабарачник.

На типичных остаточных солончаках выделены следующие природные комплексы: солончаки остаточные мокрые на слаборасчлененных



супесчано-суглинистых и песчаных равнинах с карабараковыми гребенщиками с участием каргана (рис. 25, 2), солончаки остаточные пухлые на плоскорасчлененных суглинисто-супесчано-песчаных равнинах с карабараковыми гребенщиками с участием солянок (рис. 25, 26).

**Солончаки древней аральской дельты.** Солончаки восточной и причинковой части дельты — преимущественно остаточные, в автоморфном режиме они развиваются уже много лет, что обусловило в них прогрессивное рассоление. Они распространены в бессточных котловинах, на плоской равнине с мелкими понижениями и на равнине с чоколаками.

Грунты котловин слагаются осадками озерной фации суглинисто-глинистого состава с прослойками песков. В верхней части их наблюдаются скопления мелких ракушек. Бессточные солончаковые котловины в основном удлиненные (в подчинковой равнине), глубиной до 0,5—1 м. Поверхность таких солончаков расчленена (0—2 м). Неровности рельефа образованы небольшими уплощенными повышениями и понижениями с разницей высот до 1 м, сетью сухих и редких протоков (Кызыл-узек), оврагами глубиной до 2 м.

Высокие крутосклонные песчаные бугры — чоколаки, распространенные в причинковой равнине и в восточной части дельты, содержат примесь суглинка и соляной пыли. Распространение среди солончаков позволяет выделять их как чоколаковые солончаки.

Грунтовые воды залегают достаточно глубоко, в бессточных котловинах — ниже 10 м, а в солончаках на равнине — 5—10 м. Минерализация создана близостью орошаемых земель, степень минерализации высокая (30—50 г/л), тип — сульфатно-хлоридный и хлоридный.

Солончаки главным образом пухлые, корково-пухлые и мокрые. Кроме котловин, они встречаются в комплексе с такыриными почвами и песками.

В составе растительного покрова часты галофиты, среди них карабарки, гребенщики, черные саксаулы, однолетние солянки и др. Проективное покрытие достигает 80% и более, местами оно отсутствует или ограничивается редкими кустами угнетенного карабарка. Причина — большое количество солей в корнеобитаемом слое и глубокое залегание грунтовых вод. Разреженный растительный покров способствует развитию дефляции. Особенно широко распространены выдувание и аккумуляция в восточной части дельты.

Выделены следующие природные комплексы: солончаки чоколаковые на суглинисто-песчаных и супесчаных расчлененных равнинах с черносаксауловыми гребенщиками (рис. 25, 10), солончаки корково-пухлые суглинисто-глинистые на обсохших озерных котловинах с разреженными карабарачниками (рис. 25, 49), солончаки мокрые и корково-пухлые на плоских слаборасчлененных суглинисто-песчано-глинистых равнинах с гребенщиковыми карабарачниками (рис. 25, 6).

Солончаки современного режима соленакопления на древней дельте развиваются между чинками Устюрта и Судочьего. Грунтовые воды питаются за счет верховодки (выше озера), инфильтрационных вод Кунградского коллектора и оросительных вод с земель совхоза «Раушан». Глубина залегания 3—5 м, в южной части — 2—3 м. Минерализация до 20—30 г/л и более, тип — сульфатно-хлоридный.

Рельеф плоский с редкими мелкими (до 1 м) песчаными буграми. В южной части слаборасчлененный из-за мелких плоских бугров и неглубоких впадин (глубиной до 2 м). Местами встречаются участки закрепленных бугристых песков и сосредоточения чоколаков. Вдоль строящихся дорог, трассы газопровода Газли—Урал, ЛЭП и телеграфных линий, а также на участках бурения расчлененность увеличилась, об-



разошелся эоловый бугристый рельеф, почвы и растительный покров деградировали.

Выделены следующие природные комплексы: солончаки пухлые и корково-пухлые на супесчано-песчаных и суглинистых слаборасчлененных равнинах с гребенщико-карабара-чниками с участием черного саксаула и солянок (рис. 25, 36), солончаки корковые на суглинисто-глинистых плоских равнинах с гребенщико-карабара-чниками (рис. 25, 36а).

**Солончаки приморских аккумулятивных равнин.** К данному комплексу относятся солончаки приморских равнин в пределах дельты Амударьи и Кызылкумов. Равнины занимают побережье моря там, где его влияние сказалось на отложении наносов и режиме грунтовых вод. Это характерно для северо-восточной береговой полосы (к востоку от устья Куныдарьи) и юго-восточной части берега Арала. Действие моря простирается в дельте в радиусе 20 км, а в Кызылкумах — до 40 км и более.

Приморские солончаки распространяются к востоку от русла Куныдарьи и южной береговой зоны залива Джилтырбас до устья Кокдарьи. Зона аэрации равнины, где развиты солончаки, сложена переслаивающимися суглинками с песком прирусловой фации. Поверхность аккумулятивной равнины слаборасчлененная с незначительным уклоном к морю. Имеются высохшие озера (Атабайкул, Гедей и др.) и сухие протоки (Атабайузек, Сарыгай, Гедей, Джалпак и др.). Между ними равнина расчленена сетью неглубоких оврагов глубиной до 1 м, реже до 2 м. Имеются плоские понижения глубиной до 0,7 м, сочетающиеся с повышениями, и участки эолового аккумулятивного бугристого песка (пески Аккум между сухими протоками Джалпак и Атабайузек, массив Актам) в устье Казахдарьи протяженностью до 2,5 км. Высота бугров достигает 1 м.

Снижение уровня моря и прекращение стока сказываются на уровне и минерализации грунтовых вод. Они залегают ниже 5 м, несколько варьируя по участкам. Так, по периферии низовьев Казахдарьи — 3—5 м, а в береговой зоне залива Джилтырбас — 1—2 м. От устья Казахдарьи до урочища Кольсага, являющегося местом сбора стока коллекторов КС-1, 3 и 4, образовались озера, соединенные узкими проливами, оказывающими влияние на режим грунтовых вод, что и определило близкое залегание их около залива Джилтырбас. Минерализация грунтовых вод колеблется от 20 до 80 г/л, тип на юге хлоридно-сульфатный, на севере хлоридный и натриево-хлоридный.

В связи с глубоким залеганием грунтовых вод на восток от Куныдарьи процессы соленакопления в почвах начинают стабилизироваться, а дальнейшее снижение уровня моря обуславливает их переход к элювиальному типу развития. На остальной территории приморских равнин солончаки находятся в гидроморфном режиме соленакопления.

Общее содержание солей водных вытяжек в верхних слоях 0—10 см колеблется от 20 до 28% плотного остатка и резко снижается до 0,5—1% на глубине 3—4 м. Тип засоления в большинстве случаев сульфатно-хлоридный и хлоридный с повышенным содержанием натрия. Ионы хлора и натрия преобладают в верхнем (0—10 см) горизонте, быстро уменьшаясь книзу. Это свидетельствует об интенсивном выносе солей (особенно хлоридов) из грунтовых вод на поверхность. Солончаки в профиле содержат ряд солевых максимумов, где сухой остаток составляет более 5% при содержании хлора 2,5% и натрия более 1% (разрез 328). Весьма сильное засоление почв, таким образом, вызвано высокой минерализацией грунтовых вод, питающихся морской верховодкой.

Растительность состоит из галофитов (преимущественно караба-



рак). Так, восточнее Куньдарьи на мокрых солончаках, сочетающихся с черными и корково-пухлыми, карабарачный разреженный покров имеет проективное покрытие от 0 до 20%. В южной части приморских солончаков появляется гребенщик, солянки и другие галофиты, а на солончаках вдоль озер растут сарсазанники, карабарачники и т. д., здесь проективное покрытие увеличивается до 70%.

По различным типам солончаков можно выделить следующие природные комплексы: солончаки мокрые, сочетающиеся с черными и корково-пухлыми типами на суглинисто-глинистых плоских равнинах с разреженными карабараками (рис. 25, 19), солончаки корковые и корково-пухлые на суглинисто-песчано-глинистых слаборасчлененных равнинах с гребенщиками и карабарачниками (рис. 25, 33), солончаки болотные и луговые на суглинисто-глинистых плоских равнинах с солянками и карабарачниками (рис. 25, 53).

Приморские солончаки в Кызылкумах резко отличаются от охарактеризованных, они развиваются в узких межгрядовых понижениях. До снижения уровня моря солончаки питались инфильтрационными водами Арала. Некоторые котловины представляли собой озера и являлись естественными испарителями и аккумуляторами солей. Прибрежные озера устойчиво высыхают. Образуются солончаки. Окраска акваторий высыхающих озер от Бельтау к морю изменяется от белой до светло-оранжевой. Встречаются озера светло-голубые, зеленоватые и другие, что, видимо, связано с химическим составом вод.

Плотный остаток рапы высыхающих озер чрезвычайно высокий — 335,8 г/л (разрез 306), при этом хлор составляет 175,8, сульфат — 42,7, натрий — 94,2, магний — 20,5 г/л. В окончательно высохших озерах образовались солевые залежи мощностью до 1 м. На поверхности сформирован плотный и твердый «бронирующий слой» из солей NaCl мощностью 1—3 см, местами до 15 см ниже лежат пудрообразные соли сульфатов. Сухой остаток солевых залежей составляет более 80% (разрез 314). Ниже — зеленоватый грунт, сильно пропитанный солями (преобладают солевые кристаллы) мощностью до 0,5 м. Некоторые котловины покрыты тонкой хрупкой соляной коркой, под которой обнажается вязкий ил, другие, где соленакопление идет более интенсивно, имеют очень мощную корку. Поверхность соляной равнины обычно шероховатая.

Соляная равнина практически лишена растительности. По краям вегетируют самые выносливые галофиты (сарсазан, поташник и другие). Вдоль высыхающих озер с рапой образуются полосы растительного покрова, состоящие из псаммофитов, заменяющихся солеустойчивыми фитоценозами из кермека, карабарака (корковые солончаки). С увеличением засоленности почв и повышением грунтовых вод они заменяются сарсазанниками (сильнозасоленные корковые солончаки), а затем солеросами (такырообразные корковые солончаки на вязких топких илах), за которыми начинается соляная равнина.

В пределах приморских солончаков Кызылкумов выделен комплекс соляных равнин на песчано-глинистых межгрядовых котловинах (рис. 25, 41) с высыхающими озерами, так как там образуются солевые корки.

Пастбища приморских солончаков практически не годны для использования в животноводстве, как и черные, мокрые солончаки водораздельных равнин и береговой зоны Судочьего. Ничтожной (0,1—1,2 ц/га) урожайностью отличаются корковые и корково-пухлые солончаки с карабараками и солянками. Их можно использовать как осенние и зимние пастбища для овец и верблюдов. Более продуктивные пастбища луговые (солянково-ажрековые) и гребеншиково-карабараковые с



черным саксаулом и акбашево-карабараковыми корково-пухлыми солончаками (урожайность составляет от 0,9 до 2,0 ц/га).

Под орошаемое земледелие пригодны солончаки современного режима соленакпления в пределах причинковой равнины и береговой зоны Судочьего (рис. 25, 36, 36а), остаточные солончаки восточной части дельты (рис. 25, 6) и живой дельты (рис. 25, 26). Природные комплексы обсохшей части дна озера (рис. 25, 34 а, 34 б, 34) пригодны для лиманного орошения тростников. Для поливного земледелия шоколаковые солончаки пригодны при условии, если будут сниматься песчаные бугры. Освоение солончаковых комплексов отличается трудоемкостью и требует применения очень сложных мероприятий.

**Бессточные котловины.** В Южном Приаралье выделяются озерные (болотные), межгрядовые (эоловые), тектонико-денудационные и ингрессионные котловины. Они рассматривались в составе других комплексов, частью которых они являлись (кроме озерных). Озерные и болотные котловины в пределах дельты распространены довольно широко, располагаются обычно между руслами и протоками и внутри дельты. Большая часть озер и болот высохла и превратилась либо в солончаки, либо в кочковатые поверхности (первые рассмотрены в составе солончаковых природных комплексов).

Озерные и болотные котловины заполнены осадками озерной фации, преимущественно глинистыми и суглинистыми. Встречаются также грунты легкого механического состава, особенно пески. На поверхности и в слое 0—50 см обильные включения ракушек. Разнообразие литологического строения грунтов котловин свидетельствует о динамичности смены речного и озерного осадконакопления.

Поверхность бывших болот ур. Байджанкуль и Шегекуль (между Кипчакдарьей и Акдарьей) имеет расчлененный рельеф (0—2, местами до 0—3 м) с густой сетью оврагов (Раметиляузек, Курбанузек, Торпаузек и др.) и сухими руслами (Джиделнузек, Казалыузек и др.), глубина которых достигает 3 м. Эрозионные борозды направлены преимущественно от водораздела котловин. Кроме того, много мелких плоских бугров и понижений.

Расчленена и поверхность котловин ур. Майпост (0—2 м). Узкие сухие русла в сочетании с плоскими невысокими буграми и понижениями между ними образуют своеобразный слабопересеченный рельеф. Подобная расчлененность характерна и для других озерных котловин дельты. Это вызвано эрозионными процессами прорывов Амударьи еще до 1961 г., о чем свидетельствуют овраги и сухие русла, расположенные вблизи Акдарьи и ее протоков.

Для котловин типичны купаки, густо покрывающие их днища. Наличие их свидетельствует о постепенном снижении уровня воды в водоемах, что позволяет вегетировать тростникам (3—4 м и более). Обилие полуразложившихся корней обеспечило повышенное содержание (более 10%) гумуса. Купаки в некоторых котловинах деградируют и становятся объектом дефляции, особенно в связи с прокладкой дорог.

Грунтовые воды находятся на глубине 2—5 м, на локальных участках 1—2 м и менее. Тип минерализации вблизи водоемов хлоридно-сульфатный и хлоридный. В береговой зоне моря (междуречье Акдарьи и Кунядарьи, к северу от Караджарской озерной системы и др.), количество сухого остатка колеблется от 20 до 50 г/л и более.

Близкое залегание уровня грунтовых вод и смыв солей с окружающих склонов обуславливают энергичное засоление почв и грунтов котловин, поэтому многие бессточные понижения являются типичными солончаками. Для котловин характерны луговые остаточные-болотные по-



вышенногумусные, лугово-такрыные почвы различной степени засоления в комплексе с типичными солончаками. Солончаки занимают повышенные участки котловины, а засоленные в различной степени луговые и лугово-такрыные остаточно-болотные почвы — плоские участки и понижения рельефа. Там накапливаются осадки и сбросные воды, которые, просачиваясь вглубь, промывают поверхностные соли. Все это создает пестроту в распределении солей на поверхности субстрата. На восточном берегу оз. Каратеренга развиты засоленные лугово-такрыные, а на западном — пустынные песчаные почвы.

Котловины занимают галофиты и засухоустойчивые фитоценозы. Там, где грунтовые воды близки к поверхности или проводится лиманное орошение, произрастают тростники. Из солеустойчивых растений широко распространены кермек, акбаш, карабарак, из засухоустойчивых — гребенщик, реже стелющийся камыш; доминируют гребенщик и карабарак с солянками, первыми осваивающими котловины после усыхания водоемов. На живой дельте эти фитоценозы (особенно гребенщики) занимают самую большую территорию.

В озерно-болотных котловинах дельты выделяются следующие природные комплексы: бессточные суглинисто-глинисто-песчаные аллювиальные (ступенчатые склоны озер) с ажрековыми гребенщиками на пустынных песчаных почвах (рис. 25, 5), бессточные суглинисто-глинистые с карабариковыми гребенщиками на лугово-такрыных почвах (рис. 25, 5 а), внутридельтовые суглинисто-песчано-глинистые с тростниками и местами карабариковыми гребенщиками на луговых остаточно-болотных и лугово-такрыных остаточно-болотных повышенногумусных почвах в комплексе с солончаками (рис. 25, 34 а), междуречные суглинисто-глинистые с кочковатой поверхностью, солянковыми и тростниковыми гребенщиками на лугово-такрыных остаточно-болотных повышенногумусных почвах в комплексе с солончаками (рис. 25, 28).

Природные комплексы котловины оз. Каратеренга благоприятны для пастбищного животноводства и поливного земледелия (западная часть западного берега озера между горизонталями 45—57,5 м). Рельеф ступенчатообразно снижается к акватории озера. Ширина ступеней 200—300 м, почва пустынная, песчаная, поверхность относительно плоская. Восточная береговая полоса (рис. 25, 5 а) значительно узкая (200 м) и крутая (более 0,02), в связи с чем целесообразно использовать ее в пастбищном животноводстве.

Бессточные котловины между Акдарьей и Кипчакдарьей, а также Эркиндарьей и Куньдарьей (рис. 25, 28) можно использовать в поливном земледелии (для выращивания риса), для культивации тростника и лиманного орошения (в зависимости от наличия поливной воды). В современных условиях дефицита воды целесообразно создать плантации тростниковых зарослей путем полива (для корма крупному рогатому скоту). Существующие сухие русла и протоки при обводнении пастбищ могут быть использованы как внутриводосборные распределители.

Внутридельтовые котловины (рис. 25, 34 а) также пригодны для поливного земледелия и лиманного орошения, однако наиболее выгодно их использовать как тростниковые пастбища с одновременной заготовкой фуража. Большая часть этих комплексов из-за отсутствия воды используется как малопродуктивные пастбища. Хозяйства, расположенные вдоль Акдарьи, практикуют полив незначительных массивов пастбищ в пределах ур. Шегекуль, Майпост, Байджанкуль и других путем машинного орошения.



**Древнедельтовые равнины.** Вся восточная часть Южного Приаралья занята комплексами древнеаллювиальных дельтовых позднелайстоценовых и голоценовых равнин Акчадарьи. Акчадарьинская дельта продолжается на западе Жанадарьинскую и по характеру рельефа значительно ей близка. Преобладают плоские такыры и такыровидные поверхности, сочетающиеся с бугристыми и грядовыми эоловыми формами, расчлененные многочисленными сухими руслами (Иткараузяк, Каракульсай, Камышлысай и др.), радиально расходящимися от Акчадарьинского коридора. Они направлены частично на север и впадают в Аральское море или сливаются с руслами Жанадарьи, часть из которых направлена в оз. Каратеренг (эти русла используются для сброса отработанных вод хлопковых и рисовых полей). Большая часть русел заполнена песками развеечного руслового аллювия, в связи с этим их глубина колеблется от 1 до 2 м.

Древнеаллювиальная равнина сложена песчаным материалом с прослоями супесей и суглинков и речного ила. Верхнелайстоценовый аллювий, по данным А. С. Кесь и Т. П. Грязнова, имеет мощность до 20 м. Он подстилается среднелайстоценовыми аллювиальными песками, достигающими в центральной части дельты мощности 70 м. Как и в других районах низовьев Амударьи, прирусловые повышения чаще всего сложены с поверхности легкими отложениями — супесями и песками, а междельтовые понижения — сверху преимущественно суглинисто-глинистыми толщами. На такырах и такыровидных поверхностях верхняя часть профиля иловато-суглинистая и глинистая, а ниже залегает речной песок.

Почвенный покров на аллювии древнедельтовых равнин развивается без воздействия грунтовых вод, которые залегают глубоко, в среднем на 15—20 м. Такырные почвы и такыры как самостоятельные крупные площади в дельте распространены незначительно. Помимо этого, встречаются комплексы такырных почв, такыров, остаточных солончаков, местами сочетающиеся с песками. Все эти почвы приурочены к определенным участкам рельефа, в частности такыры занимают относительно неглубокие крупные понижения с плоским дном, такырные почвы — незначительно повышенные части равнины (не более 10—15 см), остаточные солончаки — днища бессточных котловин и, наконец, пески — положительные формы рельефа. В зависимости от этого литологический состав отложений также разнообразен, солончаки и такыры характеризуются более тяжелым механическим составом.

Все такырные почвы и такыры солончаковаты, т. е. соли расположены преимущественно в нижних горизонтах, что не только является результатом промывания атмосферными осадками, но и связано с литологической неоднородностью профиля почв (Кимберг, Кочубей, Шувалов, 1964). При этом почвы, расположенные в северной части дельты, вблизи русла Жанадарьи, более сильно солончаковаты, чем в южной и центральной частях, что связано с преобладанием солончаков в русловой зоне Жанадарьи. В южной предгорной покатости Бельтау в западной части распространены такырные почвы, а на восточной — такыры, причем все они сильно засоленные, преимущественно хлоридного характера, что связано с продолжающимся периодическим обновлением поверхности за счет отложений делювия, слагающих Бельтау соленосных неогеновых песчаников или палеогеновых глин.

Древнеаллювиальная равнина Акчадарьи в пределах северной части благоприятна для развития орошаемого земледелия, что обусловлено слабым расчленением рельефа, наличием сухих русел для использования в качестве ирригационных каналов. Только в пределах



ур. Джетымсенгир имеется 200 тыс. га земель, пригодных для орошения, немного меньше находится в ур. Саксаульная Дача. Однако дельта Акчадарьи так слабо естественно дренирована, что при эксплуатации под поливное земледелие подъем уровня вод неизбежен. Это требует применения гидротехнических мероприятий для улучшения подземного стока грунтовых вод на оптимальных глубинах, помимо этого, необходимы рассоляющие меры на такырных почвах и такырах и противозерозионные на эоловых песках.

Древнедельтовые равнины используются в отгонном животноводстве, урожайность пастбищ составляет 1,5—2 ц/га, в основном за счет растительного покрова песков. Отары обеспечиваются водой из скважин.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОРЕЖИМА ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИ

Географический анализ эволюции природных комплексов при снижении зеркала Арала (сукцессия растительности, изменения почвенного покрова и режима грунтовых вод) позволяет определить тенденции естественного развития геокомплексов, при этом учитывается хозяйственная деятельность человека как ведущий фактор интенсификации природных комплексов.

Характер территории в аридных условиях определяет многие свойства природного комплекса, в частности влияние грунтовых вод на остальные компоненты. При определении развития комплексов основное внимание обращено на динамику режима грунтовых вод, так как от этого зависят процессы почвообразования, сукцессия растительности, характер и интенсивность физико-географических, геохимических процессов и т. д. Все виды природных комплексов в зависимости от занимаемой территории условно рассматриваются нами в трех типах местоположения: элювиальном, подножья склонов и бессточных котловин. Такое деление целесообразно в том отношении, что оно позволяет правильно установить характер их эволюции в связи с изменением гидрорежима дельты; на этом основании выделяются следующие типы развития природных комплексов (рис. 28, 1—11):

1 — прогрессирующее постепенное снижение уровня грунтовых вод, переход почв из гидроморфной фазы в полугидроморфную, экзогенная и антропогенная сукцессия растительного покрова (Никитин, 1966), т. е. замещение гидрофитов галофитами и ксерофитами, осушение болот и озер, развитие процессов соленакопления;

2 — снижение уровня грунтовых вод, переход почв из гидроморфной фазы в полугидроморфную, трансформация растительного покрова: смена гидрофитов и гигрофитов ксеро- и галофитами, высыхание заболоченных комплексов, концентрация солей в активном слое почв, отакыривание поверхности субстрата;

3 — интенсивное снижение уровня грунтовых вод, переход почв из гидроморфной фазы в полугидроморфную и автоморфную, смена гидрофитов ксерофитами, усыхание заболоченных участков, осушение верхних слоев почв, «фитильное» соленакопление на периферии озер, усиление ветроэрозионных процессов;

4 — интенсивное устойчивое снижение уровня грунтовых вод, переход почв из гидроморфной фазы в полугидроморфную и автоморфную, смена мезофитов и гигрофитов ксерофитами, реже галофитами, засоление почв, активизация водной эрозии и дефляция;



5 — интенсивное устойчивое снижение уровня грунтовых вод, переход почв из полугидроморфной фазы в автоморфную, замещение мезофитов ксерофитами, процессы рассоления и усиления выдувания почв;

6 — стабилизация уровня грунтовых вод, развитие гидрофитов на гидроморфных почвах, заболачивание, (местами соленакопление (болотное солончакообразование));

7 — постепенное снижение уровня грунтовых вод, переход почв из полугидроморфной фазы в автоморфную, широкое распространение ксеро- и галофитов, концентрация солей в активном слое почв (на пе-

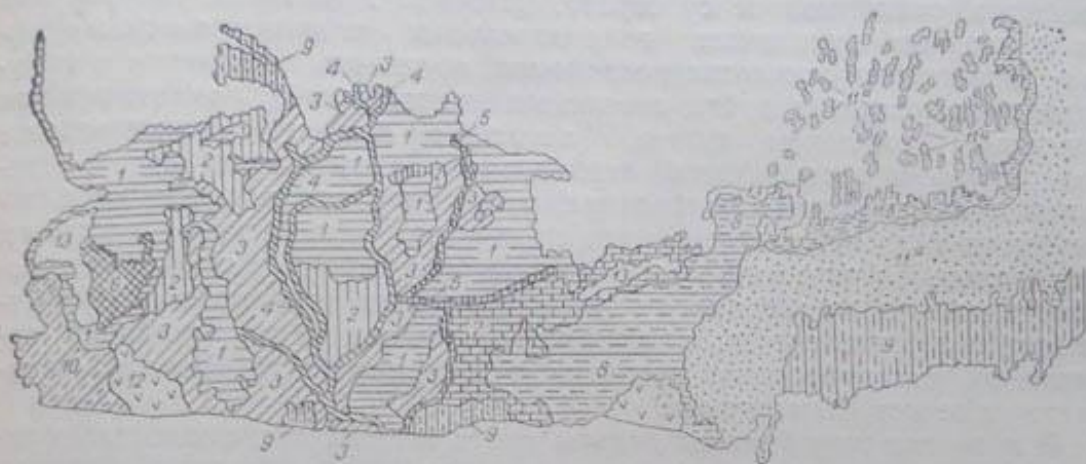


Рис. 28. Типы тенденции развития природных комплексов северной части Южного Приаралья (см. текст).

риферии озер и болот), прогрессирующее развитие ветроэрозионных процессов и аккумуляции;

8 — постепенное снижение уровня грунтовых вод, устойчивое развитие природных комплексов в автоморфных условиях, доминирование ксеро-, гало- и псаммофитов, локальное рассоление, прогрессирующее развитие дефляционных процессов и аккумуляции;

9 — устойчивое развитие природных комплексов в автоморфных условиях, широкое распространение псаммофитов, интенсивное развитие ветроэрозионных процессов;

10 — устойчивое развитие природных комплексов в автоморфных условиях, широкое распространение ксеро-, гало- и псаммофитов, засоление почв (на периферии орошаемых земель) и локальное рассоление, усиление ветроэрозионных процессов и аккумуляции;

11 — устойчивое развитие природных комплексов в автоморфных условиях: а) деградация псаммофитов на эоловых песках, прогрессирующее развитие дефляционных процессов и аккумуляции, формирование классических подвижных аэродинамических форм эолового рельефа; б) высыхание всех инфильтрационных озер и формирование на них солевых залежей, выдувание солей.

Следовательно, тенденция развития природных комплексов в Южном Приаралье многообразна, что связано со сложностью физико-географических условий территории, динамичностью геокомплексов и процессов и все более активизирующимся влиянием хозяйственной деятельности человека. Это многообразие эволюции природных комплексов в связи со снижением уровня моря представляется возможным систематизировать по направленности. Типизация тенденции развития



их базируется на определении ведущих процессов (прогрессирующее соленакопление, активизация дефляции и т. д.), динамичности их и главных физико-географических факторов, определяющих эволюцию геокомплексов (гидроморфное, полугидроморфное и т. д.). На этом основании можно выделить следующие тенденции развития: гидро-морфная (преобладание гидро-, гидро- и галофитов и соленакопление в почвах), охватывающая обсыхающее дно озер живой дельты, полугидроморфная (широкое распространение ксеро- и галофитов и соленакопление в зоне аэрации), присущая природным комплексам живой дельты, автоморфная (доминирование ксеро- и галофитов, отакиривание субстрата, усиление дефляции), характерная для природных комплексов водораздельных равнин, автоморфная (экзогенная сукцессия ксерофитов, осушение, рассоление и выдувание почв, усиление рубки древесных насаждений), охватывающая природные комплексы тугаев, автоморфная (доминирование гало-, ксеро- и псаммофитов, стабилизация аккумуляции солей в активном слое, локальное рассоление, прогрессирующее дефляции и аккумуляции песков), типичная для природных комплексов восточной части дельты, устойчивая автоморфная (усиление антропогенного влияния на деградацию псаммофитов на эоловых песках, прогрессирующее развитие дефляционных процессов и аккумуляции), характерная для природных комплексов возвышенности Бельтау, Кушканатау и песков Кызылкумов.

В пределах живой части дельты почти во всех геокомплексах можно проследить полуавтоморфную и автоморфную тенденции развития. Это обусловлено устойчивым снижением уровня грунтовых вод, осушением верхних горизонтов почвогрунтов, которые определили замещение гидрофильных биоценозов ксерофитными и солеустойчивыми. Появляются природные комплексы, которым присущи естественные свойства автоморфных ландшафтов: глубокое залегание грунтовых вод, отакиривание поверхности почв, слоистость верхних горизонтов почвогрунтов, гипсы и карбонаты в генетических горизонтах почв, засоленность верхнего слоя. По мнению А. Г. Исаченко, «консервативные элементы наиболее полно соответствуют современным условиям и определяют современную структуру ландшафта» (1965). Вместе с этим в них хорошо сохранились реликтовые элементы в виде пятен оглеения, корней тростника, купаков, темной окраски почвенного профиля, повышенной гумусности почв, мощного слоя торфа и др., которые указывают на предшествующую историю развития геосистем.

Возникают новые элементы, новые фации (биогеоценозы), которые постепенно приводят к становлению нового ландшафта на месте прежнего. Появление прогрессивных элементов подчеркивает динамичность ландшафта и указывает на тенденцию развития (Исаченко, 1965). Этими элементами в природных комплексах живой дельты могут быть фации, рассоляющиеся в тугайных ландшафтах, или фации, претерпевающие изменения под влиянием эоловых процессов (формирование котлов выдувания, барханов и т. д.). Следовательно, выявление реликтовых консервативных и прогрессивных элементов природных комплексов способствует определению их тенденций развития.

Прогноз тенденции развития геокомплекса представляет некоторую трудность, так как в природных комплексах живой дельты нет пока еще ясно выраженных форм новых прогрессивных элементов. Однако нынешний этап развития ландшафтов будет продолжаться долго, полуавтоморфные комплексы только формируются. На медленное самораз-



витие ландшафтов указывали еще Л. С. Берг, В. В. Польшов, А. Г. Исаченко и другие представители советского ландшафтоведения.

Развитие восточной части дельты протекает с большим опережением. В течение нескольких десятилетий ландшафты развиваются уже в полуавтоморфной и даже автоморфной тенденции, влияния паводкового затопления Амударьи не ощущается. Понижение грунтовых вод ниже зоны аэрации вызвало аккумуляцию больших солевых запасов в толще почвогрунтов. Этим также обусловлено развитие преимущественно галофитных ландшафтов. Отсутствие или очень медленное промышленное действие осадков на фоне практической бессточности грунтов территории будет способствовать, по-видимому, длительному развитию этих ландшафтов. В аридных областях накопившиеся массы солей очень долго сохраняются в почвах, грунтах и грунтовых водах (Ковда, 1977). Следовательно, развитие ландшафтов с такой же тенденцией будет продолжаться долгое время.

В данном регионе развиты русловые пески различной степени закреплённости, значительно переработанные эоловыми процессами. Тенденция их развития зависит от характера эксплуатации пастбищных ресурсов и грунтовых дорог. Все более усиливается деградация растительного покрова и развеваются пески в результате прокладки многочисленных дорог машинами. Усиление этого процесса будет способствовать формированию ландшафтов подвижных аэродинамических эоловых форм.

#### ПРОЦЕССЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ

Развитие природных комплексов, начиная с 1961 г., характеризуется переходом к аридизации и континентальному опустыниванию природной среды. Процесс этот весьма сложный, зависит от местных природных и социально-экономических условий. Сначала коротко определим, что мы понимаем под опустыниванием.

Накопился значительный материал (см. «Проблемы освоения пустынь», 1976, № 3—4; Ковда, 1977, и др.) по характеристике и предотвращению этого процесса. И. П. Герасимов (1978), анализируя различные мнения, высказанные на конференции ООН по проблемам опустынивания (29 августа — 9 сентября 1977 г.), приводит такое определение: «Опустыниванием называется долгосрочное падение биологической продуктивности территории» (М. Толба). В других источниках (см. «Пояснительная записка к Всемирной карте опустынивания в масштабе 1:25 000 000») приведена следующая характеристика: «Опустынивание представляет собой процесс, ведущий к снижению биологической продуктивности с последующим сокращением растительной биомассы в отношении потенциальной емкости данного района для домашнего скота, сбора урожая и материального благополучия людей».

Причиной развития опустынивания признается деятельность человека, нарушающего природу засушливых земель. Эта деятельность, как считают многие исследователи, вызвана в большинстве случаев объективными факторами, прежде всего ростом населения и вызванным этим увеличением потребностей, а также требованиями рыночного (товарного) производства, заставляющими усиливать использование природных ресурсов засушливых территорий. К этим факторам относятся и неблагоприятные стихийные бедствия, подобные засухам.

Таким образом, согласно приводимым определениям, «опустынивание — это проблема взаимодействия между сложной и неустойчивой средой засушливых территорий, использованием и засолением этой сре-



ды человеком в его попытках обеспечить себе средства к существованию».

М. П. Петров (1974) считает, что под опустыниванием (*desertification*) следует понимать природные процессы, усиливающие напряженность физико-географических факторов в аридных областях независимо от того, что является причиной — общий процесс прогрессирующего иссушения аридных территорий или нерациональное использование человеком природных ресурсов аридных областей. Это определение ближе к действительности и правильно отражает ее основные свойства. Он отмечает также два направления в опустынивании аридных областей: естественные процессы прогрессирующего усыхания территории пустынь, характерные для экстрааридных пустынь, и процессы опустынивания аридных и полуаридных областей, возникающие при нерациональной деятельности человека (*man made desert*).

Процессы опустынивания природной среды Южного Приаралья целиком зависят от антропогенных факторов, так как связаны с использованием водных ресурсов Амударьи в пределах ее бассейна. Доказательства этого процесса — переход гидроморфных природных комплексов в автоморфное развитие, усиление континентального соленакопления в почвах, высыхание болотных и луговых почв, переход их в стадию отапыривания, повышение минерализации грунтовых вод и качественное изменение их (увеличение ионов хлора), смена влаголюбивых и тугайных сообществ более разреженной растительностью ксеро- и галофитов, вытеснение биогенных процессов в экосистемах хемогенными, активизация дефляции, аридный литогенез, хемогенное осадкообразование на высыхающих озерах и болотах (схема 2).

Главные факторы развития антропогенных процессов опустынивания — регулирование гидрорежима для выращивания сельхозрастений, вызвавшее устойчивое снижение уровня моря. Последствием этого явилась трансформация почти всех природных компонентов и комплексов, что сказывается на социально-экономическом состоянии района. Взаимосвязи между компонентами в ландшафтах аридных областей очень неустойчивы, при нарушении одного из них меняются и другие. В отличие от влажных природных зон в аридных экосистемах не происходит взаимной компенсации между компонентами (Петров, 1976).

Изменение природной среды, которая возникает в результате взаимодействия компонентов, вызвана динамичностью физико-географических процессов. Их скорость определяется комплексом факторов, среди которых наиболее существенны климатический режим, характер рельефа и горных пород. Суммарный эффект влияния этих факторов на скорость физико-географических процессов выражает степень активности процесса (Звонкова, 1970). В практически бессточных условиях Южного Приаралья, где естественная дренированность грунтов ничтожна, уклон поверхности рельефа незначителен, скорость восходящих токов влаги интенсивна, динамичность природных процессов, особенно соленакопления, чрезвычайно высока. Ускорение развития процессов опустынивания прежде всего связано с благоприятностью территории к накоплению солей (приморская бессточная дельта). Концентрации солей в почвах определили склонность биоценозов к аридизации — появление ксеро- и галофитов на месте гидро- и мезофитов.

Осушение верхних песчаных толщ и появление разреженных растительных группировок повышает податливость верхних горизонтов почв к дефляции. Все более активным фактором становится техноэрозия почв (выдувание колеи), ветроэрозионные процессы повсеместно приобретают рельефообразующий характер.



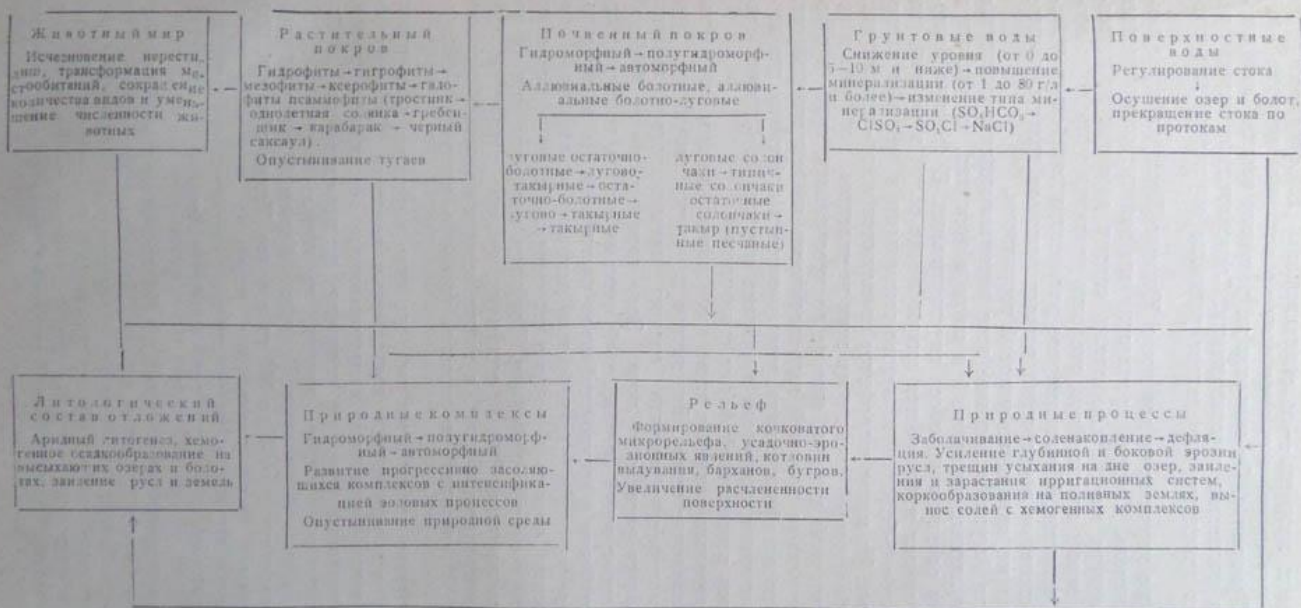


Схема 2. Влияние регулирования гидрорежима дельты Амударьи на трансформацию природных компонентов, процессов и комплексов.



Два природных процесса — соленакопление и дефляция — наряду с другими аридными процессами определяют опустынивание природной среды Южного Приаралья. От скорости их развития зависит интенсивность проявления процессов опустынивания. Следовательно, степень регулирования этих процессов определяет развитие опустынивания природной среды.

Опустынивание характерно для всего Южного Приаралья, не считая орошаемых земель. Степень проявления его зависит от природных комплексов, характера их трансформации, стадии развития компонентов, становления новых ландшафтов, скорости развития природных процессов и других аспектов. Неравномерное распространение опустынивания связано со степенью воздействия водных режимов дельты, прежде всего — с различиями природных условий территории.

Живая дельта Амударьи, больше всех испытывающая последствия прекращения регулярных затоплений и стока в протоках, находится в начальной стадии развития процесса опустынивания. В бывших болотно-озерных комплексах наблюдается аккумуляция солей в почвах, они заменяются остаточными, лугово-тамырными и местами типичными солончаками. На месте гидрофитов появляются ксеро- и галофиты. Однако на преобладающей части почв этих комплексов, хотя они и засолились в достаточной степени, еще не распространены сухо- и солелюбивые растения из-за хорошей закреплённости почвенного покрова, кочковатого микрорельефа и купака, увлажнённости субстрата, где деятельность дефляционных процессов выражена еще слабо. Процесс аридизации находится в начальной форме становления.

На водораздельных равнинах протоков живой дельты процессы опустынивания проходят иначе. Вследствие глубокого залегания грунтовых вод соленакопление прошло стадию интенсивного развития. Кое-где наблюдается рассоление почв. Зона аэрации имеет большой потенциальный запас солей, выраженный местами в виде типичных солончаков. Солелюбивая и засухоустойчивая растительность распространена всюду. Разреженность растительного покрова, деятельность землероющих животных, сухость пахотного горизонта и влияние техноэрозии способствуют развитию дефляции. Пока эти процессы еще не получили большого размаха. Это, по-видимому, связано с растительным покровом и затамыренностью почв, а также недостаточностью скорости ветра (см. табл. 3), который не способен выносить частицы с поверхности земли.

Дефляция сильно проявляется там, где явно выражена деградация почв в результате хозяйственной деятельности человека. Современные сельскохозяйственные машины и многотоннажные автомобили превращают в пыль почвенные агрегаты, ускоряют их податливость эрозии (периферии населенных пунктов, загоны, грунтовые дороги и т. д.). В этих местах активно формируются эоловые формы. Размеры подобных площадей колеблются от 1 до 100 га и более. Таким образом, процессы опустынивания на водораздельных равнинах протоков живой дельты классически выражены на некоторых участках солончаков и супесчано-суглинистых грунтах, где развитие аридных процессов активное.

Процессы опустынивания присущи тамгайным комплексам, занимающим узкие полосы рек и протоков дельты. Не на всех потоках имеется регулярный сток. Среди них Акдарья, Инженерузяк, Ордобайдарья в течение года имеют сток различных объемов. В Казахдарье, Кипчакдарье, Акбашлы сток носит периодический характер (санитарный попуск). В Эркиндарье, Талдыкдарье, Раушане, Куньдарье сток с конца



60-х годов почти отсутствует. В связи с этим тугай по степени опустыненности в зависимости от физиологического состояния биоценозов и характера почвенного покрова можно разделить на три группы: постепенно устойчиво опустынивающиеся, интенсивно опустынивающиеся и опустыненные.

Постепенно устойчиво опустынивающиеся тугай приурочены к систематически обводненным протокам дельты. Сток в них, хотя и регулярный, зачастую в несколько раз ниже нормального. Отсутствие полного стока в русле, прекращение затопления береговой полосы, очень глубокий (3—8 м) и продолжающий понижаться уровень воды, кроме того, неразумная эксплуатация лесов и освоение тугайных земель под сельскохозяйственные культуры — все это обуславливает деградацию древесно-кустарниковых растений. Влаголюбивая растительность заменяется засухоустойчивыми разнотравно-кустарниковыми видами. Тугай этой группы претерпевают существенное опустынивание.

Интенсивно опустынивающиеся тугай расположены вдоль периодически обводняемых протоков, где из-за слабого стока, нерегулярного затопления древесно-кустарниковые насаждения высыхают. Деградацию тугаев ускоряет заготовка древесины местным населением. На некоторых участках тугаев (площадью от 1 до 100 га) растительность отсутствует. Тугай изрежены, много сухостоя, в видовой состав внедряются галофильные виды (Бахнев и др., 1977). О более обширных площадях тугая в прошлом свидетельствуют редкие экземпляры туранги или лоха, удаленные на 1—2 км от русла, следовательно, процесс опустынивания начался давно и становится более интенсивным.

Опустыненные тугай характерны для тех протоков, на которых сток давно прекращен или по ним проходит редкий кратковременный сброс (раз в 2—3 года). Из-за неблагоприятных экологических условий для развития гигрофитов и мезофитов на их месте появляются засухоустойчивые виды растений (гребенщик) и галофиты. Древесно-кустарниковая растительность почти вся высохла, остались редкие экземпляры туранги. Почвенный покров развивается в автоморфном направлении, в верхнем горизонте содержатся легкорастворимые соли, часто понижения рельефа заняты пухлыми солончаками. Активное развитие дефляции и аккумулятивных эоловых форм (тугаи Кунядарь и Эркиндарь). Этому способствуют сухие и рыхлые пески в прирусловых валах.

Опустыненные тугай характеризуются замещением влаголюбивых растений соле- и засухоустойчивыми сукцессиями, появлением автоморфных пустынных почв, широким развитием солончаков и эоловых процессов, типичных для пустынь.

Восточная часть дельты и причинковые равнины Устьюрта меньше всех испытывали снижения уровня моря. Однако и там для развития природных комплексов характерны дальнейшее снижение уровня грунтовых вод, повышение степени минерализации, концентрация солей в активном слое почв и усиление дефляции. Характер природных процессов и направленность развития геокомплексов, а также интенсификация хозяйственной деятельности человека свидетельствует о том, что на некоторых участках опустынивание приобретает интенсивный характер. На это указывают активизация дефляции, формирование котлов выдувания, бугристых песков, местами подвижных форм — барханов.

Другая форма опустынивания — развитие чоколаковых и типичных солончаков, где произрастают лишь галофиты и редкие кусты гребенщиков. Пухлые солончаки подвержены дефляции.

Для природных комплексов причинковых равнин Устьюрта и восточной части дельты характерно развитие устойчивой аридации. Опустынивание местами приобретает интенсивно динамический характер.



Следовательно, процесс опустынивания характерен для всей территории Южного Приаралья. Разнообразие природных условий регионов и степень влияния хозяйственной деятельности человека определяют градацию формирования стадий. Разумное использование естественных ресурсов и их постоянное возобновление, рациональная эксплуатация дорог, орошение земель и обводнение пастбищ позволят противостоять развитию процессов опустынивания.

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Исследование тенденции естественного развития природных комплексов и его компонентов позволяет прогнозировать их эволюцию. Последствия снижения уровня моря в пределах бассейна Амударьи уже ощущаются, однако неизвестно, какие изменения будут происходить в Приаралье при снижении зеркала моря на 10 м (43 м абс. выс.), 20 м (33 м абс. выс.) или при превращении его в небольшой остаточный горько-соленый водоем. Справедливо отмечают Н. Т. Кузнецов и др. (1979), что необходим научно обоснованный прогноз изменений природной среды Приаралья с целью максимального предотвращения их отрицательных последствий.

Прогнозирование трансформации природной среды Южного Приаралья в связи с проблемой Аральского моря опирается на совокупность факторов, среди которых важнейшими являются глубина снижения уровня моря, водообеспеченность дельты Амударьи и хозяйственная деятельность человека. Эти наиболее динамичные факторы при максимальном воздействии оказывают усиленное влияние на развитие природных комплексов Приаралья, при минимальном (рациональное использование естественных ресурсов, нормальное обеспечение водой дельты, стабилизация или очень медленное падение уровня моря) — достигается постепенное развитие и облегчается управление природными комплексами и процессами. Поэтому при прогнозировании целесообразно иметь в виду параметры их воздействия.

Многогранность природных условий, динамичность физико-географических процессов, неоптимальное использование естественных ресурсов и другие особенности региона сказываются на развитии среды, определяя скорости и направления эволюции природных комплексов. Самое важное значение имеют литолого-геоморфологическое строение комплексов. Являясь нединамичным во времени, оно определяет характер и скорость развития других компонентов, следовательно, всего геокомплекса. Например, природные комплексы бессточных котловин, склонов водораздельных равнин и прирусловых валов резко отличаются между собой по динамичности, устойчивости к внешним факторам, степени возможности использования их ресурсов.

Бессточные котловины служат аккумуляторами наносов, содержащих соли, смытые со склонов и водоразделов, являются естественными испарителями грунтовых и поверхностных вод.

Склоны водораздельных равнин развиваются под воздействием поверхностных и грунтовых вод. Нижние части склонов находятся в сфере влияния подземных вод, осуществляя транзит мигрирующих солевых стоков, одновременно обогащаются солями поверхностных и грунтовых вод. Склоны служат объектом смыва и выдувания, а пологие — и областью аккумуляции веществ.

Прирусловые валы, являясь водоразделом междурусловых протоков, представляют области сноса химических веществ, выщелачивания солей и эрозии. Они развиваются под воздействием атмосферных осадков, в них резко преобладают нисходящие токи влаги.



Таким образом, литогенный фактор — фундамент любого природного комплекса, он определяет характер, динамичность и устойчивость природных процессов. Эти многогранные свойства служат обоснованием для прогнозирования развития геокомплексов.

Гидрогеологические условия природной среды дельты — один из основных факторов, сказывающихся на их современном состоянии и развитии. Грунтовые воды, режим которых, в свою очередь, в немалой степени зависит от литогенных факторов — важнейший компонент природной среды. От глубины залегания химического состава и степени подземного оттока в почвах и грунтах зависят тип и степень засоления почв, а также типы солончаков. При взаимодействии с поверхностными водами они формируют болотные почвы. Глубина залегания грунтовых вод определяет фазы развития почв, фитоценозы (гидрофиты, ксерофиты и др.), типы биокомплексов, стадии и тенденцию развития геокомплексов. Изменения этих факторов неизбежны при снижении уровня моря.

Уровень грунтовых вод Южного Приаралья из года в год понижается. На большей части целинных территорий их глубина достигает 3—5 м, местами 5—10. На некоторых участках сохранились заболоченные массивы и озера (глубина их 0—3 м). При современной тенденции развития природных комплексов, обеспеченности дельты водой (предполагается коллекторно-дренажный сток в оз. Судочье, Кипсыр, Мошанкуль, Ходжакуль, в озера в устье Казахдарьи, обводнение пастбищ живой дельты) на уровне 1977 г. при прочих равных условиях зеркало грунтовых вод региона будет снижаться. Из-за своеобразия местных условий они будут различаться глубиной, химическим составом и степенью минерализации. Это и обуславливает мозаичность степени засоления почв и грунтов.

Почва как «зеркало ландшафта» при прогнозировании природных комплексов вместе с растительностью служит индикатором состояния территории. Особенности почв дают информацию о ландшафте и возможности использования земель для сельского хозяйства. Почва отражает совокупность внутренних взаимодействий, взаимосвязи и взаимообусловленности компонентов природного комплекса. Следовательно, характеристика почв дает возможность обосновать прогноз геокомплекса.

В пустынных условиях один из факторов, определяющих плодородие почв, — их солевой режим. Незначительное изменение хотя бы одного из факторов, определяющего соленакопление, приводит к трансформации — к засолению либо рассолению. Причины засоления почв региона очевидны, но скорость соленакопления и рассоления различна. Она будет определяться усыханием моря и изменением гидрорежима в дельте. В одних природных комплексах будет происходить устойчивое засоление, в других — стабилизация или рассоление. Достоверность обоснования прогноза той или иной площади зависит от тенденций развития солевого режима.

В аридных областях расход грунтовых вод на испарение при глубине 3—4 м практически прекращается. Возможно лишь внутрипочвенное испарение, при котором интенсивность расхода грунтовых вод несравненно ниже, чем при испарении с поверхности (Ковда, 1977). Медленно проходит засоление почвенной толщи. Расход грунтовых вод на транспирацию — это продуктивный процесс, обуславливающий создание растительной массы. Транспирация же при малом гравитационном оттоке грунтовых вод усиливает общий процесс концентрирования вод и накопления солей во всей корнеобитаемой толще, главным образом в капиллярной кайме, откуда растения потребляют влагу.



В условиях дельты Амударьи капиллярное поднятие влаги может достигать до 6—7 м (Вайлерт и др., 1961), но это происходит в течение очень длительного времени и аккумуляция солей будет продолжаться. Даже при глубоком залегании грунтовых вод соленакопление не прекращается.

В соответствии со схемой эволюции почвенного покрова низовьев Амударьи (Вайлерт и др., 1961) конечная стадия почвообразования, которая наблюдалась при наших исследованиях, — такырные почвы и такыры. Их эволюцию в пределах левобережной части дельты наблюдать не приходилось. Возможно, с этой стадией связано последующее рассоление почв.

Солончаки современного соленакопления (типичные) с опусканием уровня грунтовых вод на большие глубины переходят в остаточные. Солончаковый процесс останавливается. Солевая аккумуляция приобретает реликтовый характер, совмещающий признаки перехода в автоморфный тип почв: при тяжелом механическом составе — в такыры, при легком — в пустынную песчаную почву («Почвы Узбекистана», 1975).

При переходе полугидроморфной стадии в автоморфную происходит рассоление, однако при естественном рассолении почвы становятся глубоко- или близкосолончаковыми. Из-за чрезвычайно слабой дренированности или бессточности территории соли не в состоянии мигрировать вместе с потоками грунтовых вод. При изменении водно-солевого режима эти соли вновь будут подниматься к поверхности, следовательно, снова будут образовываться солончаки.

Растительный покров реагирует на все изменения природной среды. Задача исследований растительного покрова заключается в оценке и направлении его основных изменений под воздействием естественных и антропогенных факторов. Очень важно выявить закономерности сукцессии растительного покрова территорий, имеющих различную природную обстановку. Закономерности, выявленные в результате изучения последовательной смены растительности территории, можно с определенными коррективами применять для обоснования прогноза состояния аналогичной местности. В частности, сукцессионный процесс изменений растительного покрова обсохшего дна оз. Судочье в условиях живой дельты Амударьи будет почти идентичным для других озерно-болотных комплексов этого региона (см. гл. II).

Растительный покров очень динамичен, поэтому геоботанический прогноз должен вестись в направлении выявления тенденции самопроизвольного развития растительности и установления характера антропогенной динамики, ее деструктивного и восстановительного аспектов (Белов, 1975).

Последовательная трансформация растительности направлена на замену влаголюбивых видов засухо- и солеустойчивыми, т. е. на аридизацию биоккомплексов. Эта тенденция развития растительного покрова региона учитывается в прогнозе природной среды. Однако в зависимости от пестроты остальных компонентов геосистемы, непосредственно определяющих экологические условия биотипов, она будет происходить по-разному, при этом хозяйственная деятельность человека может оказывать дифференцирующее влияние на процессы сукцессии.

Немаловажное, иногда решающее значение имеет в развитии природных комплексов режим физико-географических процессов. Часто от динамичности процессов зависит становление новых геокомплексов (более низкого ранга) и прогрессивных элементов ландшафта. Динамичность физико-географических процессов характеризуется эволюцией, стадийностью, последовательностью, постоянством или непостоянством



активного проявления, внезапностью, частой продолжительностью, силой и пределами продвижения, возможностью их совместного направленного действия (Звонкова, 1970). Установив стадию развития современного рельефа, можно экстраполировать направление рельефообразования, предвидеть возможности возобновления тех или иных неблагоприятных явлений. В результате можно определить наиболее целесообразную инженерную деятельность человека, предусмотрев меры борьбы с неблагоприятными процессами.

Однако для решения этих вопросов необходимо предвидеть эволюцию природных процессов, которые могут происходить на данном участке. Для этого надо детально изучить природную среду в структурно-динамическом аспекте (Сочава, 1974), выявить основные тенденции естественного развития компонентов, достоверно определить влияние антропогенных факторов на появление новых или интенсификацию действующих процессов. Исследования современных природных процессов региона должны вестись путем их картирования, дешифрирования на аэрокосмоснимках, визуальных наблюдений. В условиях дельты Амударьи указанные процессы характеризуются динамичностью, особенно золотые и хемогенные.

Для прогнозирования важно выявить стадию смену — замещение одного процесса другим. Мы не располагаем фактами, например, какие изменения будут происходить в климате Приаралья, гидрогеологии, растительном покрове и т. д. Можно предположить лишь, что в Южном Приаралье в условиях снижения уровня моря ускоренно будут развиваться золотые процессы и процессы соленакопления.

Развитие природных комплексов территории во многом связано с гидрологическим режимом Аральского моря. При уровне 47 м (1979 г.) в море содержится  $710 \text{ км}^3$  воды. Физиологическое состояние биоккомплексов пока не столь катастрофично, как это будет при отметке 33 м, когда воды останется не более  $170 \text{ км}^3$  (примерно 16% первоначального объема). При снижении уровня моря на 20 м резко будет сокращаться его влияние на фитоценозы Приаралья.

Аральское море — мощный экологический фактор, имеющий важное значение в формировании среды Среднеазиатско-Казахстанского региона (Кабулов, 1978). Его влияние обеспечивает более высокую влажность воздуха, уменьшает повторяемость и напряженность засухов, способствует относительно высокому стоянию грунтовых вод. Помимо этого, влага, испаряющаяся с поверхности данного водоема в пустыне, конденсируясь в почвогрунтах, снова приобретает жидкое состояние и «орошает» окружающую пустыню. Экологическое влияние моря на прибрежную зону высоко. С прекращением его трансформация биоккомплексов приобретает экстрааридный характер, повлияет и на остальные компоненты. В результате динамичность природных комплексов повысится. Появятся новые элементы будущих геосистем.

Постепенное количественное накопление в ландшафте элементов новой структуры приведет к таким радикальным качественным изменениям, что, как указывает Б. Б. Полюнов, один ландшафт превратится в другой (Исаченко, 1965). Новые природные комплексы будут отличаться большей аридностью, чем современные. Золотые и солончаковые ландшафты весьма значительно расширятся по площади. Дифференциация и их развитие будут зависеть от конкретных природных условий территорий и влияния антропогенных факторов.

В живой части дельты Амударьи бывшие озерно-болотные комплексы развиваются в полугидроморфной тенденции. Со снижением уровня моря зеркало грунтовых вод также будет опускаться. При уровне



его 33,5 м<sup>1</sup> грунтовые воды понизятся до 10—15 м и более<sup>2</sup>. Соленакпление в верхнем горизонте путем капиллярного испарения влаги прекращается<sup>3</sup>. Аккумуляция солей на поверхности почвы и в верхнем горизонте будет происходить за счет осадков, растительного опада галофитов и солеустойчивых растений. Биогенный приток солей на солончаках при урожае галофитной растительности 5—12 ц/га не превышает 200—500 кг/га (Ковда, 1977).

Большое понижение уровня моря должно способствовать естественному рассолению благодаря смыву солей осадками в нижние слои почв. Незначительное же количество осадков (80—100 мм) вряд ли сможет привести к коренному рассолению. После перераспределения солей в зимне-весенний период в нижние слои почвогрунтов в связи с испарением влаги летом они вновь будут аккумулироваться на поверхности субстрата. При этих бесконечных процессах очень незначительное количество солей, возможно, будет вымываться в глубокие слои грунтов или накапливаться в активном слое, что приведет к образованию солончаковых почв.

Сильное засоление почв и сухость грунтов будут способствовать распространению соле- и засухоустойчивых фитоценозов. По-видимому, сначала (до 43 м) широкое развитие получат гребенщик щетинистоволосый, а на солончаках — карабарак и однолетние солянки, на поверхностнорассоленных отакирывающихся почвах — итсигек, солянка древовидная и др. По мере снижения уровня моря ниже 43 м, согласно Р. С. Верник и др. (1964), в растительном покрове доминирующую роль приобретут итсегек с кейреуком или черным саксаулом (жесткое аридное экологическое условие приведет к исчезновению всех тростниковых зарослей, помимо регулярно обводняемых озер и болот), значительно будут изменяться купки бывших озер в результате действия ветра и техноэрозий.

Осушение верхних горизонтов почв и уничтожение старых камышей ускорит податливость почв дефляции. Будут формироваться эоловые формы. Прогрессирующее усиление эоловых процессов приведет к развеванию торфа, который сейчас местами обнажается. Это, в свою очередь, обеднит почвы гумусом, а в сферу действия эоловых процессов будут вовлечены также пухлые солончаки.

Для живой дельты при понижении уровня моря на 20 м будут характерны аридные эоловые и ксерофитные супесчано-суглинистые пустынные природные комплексы (с большим потенциальным запасом солей в зоне аэрации). В связи с развитием дефляции на некоторых участках будет увеличиваться расчлененность рельефа. За счет аккумуляции эоловых и флювиальных осадков частично будут заполнены бессточные котловины. При регулярном искусственном обводнении массивов в междуречье Кипчакдарьи и Акдарьи бывшие озерно-болотные комплексы будут развиваться в полугидроморфные природные комплексы в сочетании с аридными ксерофитно-галофитными ландшафтами.

<sup>1</sup> Здесь и далее прогноз изменения природных комплексов Южного Приаралья дается на уровень Аральского моря при 33,5 м абс. выс. (Кузнецов, 1976).

<sup>2</sup> После проведения исследований методом электрогидродинамических аналогий установлено, что влияние уровня Аральского моря на подземные воды сказывается на расстоянии до 200 км от береговой линии. Так, если уровень опустится до абс. отметки 30 м, на расстоянии 65 км от берега напоры артезианских вод снизятся на 7—10 м, а 110 км — на 5—7 м, а 200 км — на 1—3 м. При этой же абсолютной отметке водного зеркала Арала снижение уровня грунтовых вод в 15 км от моря составит 20 м, в 40 км — 15 м, в 75—130 км — 10 м (Ковалев, 1977).

<sup>3</sup> Однако накопление солей в корнеобитаемом слое, главным образом в капиллярной кайме, в результате транспирации будет продолжаться до 43 м абс. выс.



На водораздельной равнине протоков действующей дельты при снижении уровня моря до 33 м грунтовые воды в преобладающей части понизятся примерно на 15—18 м и более от поверхности (вблизи действующих протоков — на 5—6 м). Влияние водоносных протоков на режим грунтовых вод прослеживается не далее 1—1,2 км от береговой полосы. Когда они были полноводными, их влияние доходило до 2 км и более. Это обстоятельство окажет воздействие на переход полугидроморфных природных комплексов к автоморфным.

Рассоление засоленных почв при автоморфной стадии развития будет несколько ускоряться, однако соли из-за недостаточной промывной способности осадков будут накапливаться в корнеобитаемом горизонте, что приведет к образованию глубоко- или близкосолончаковых почв. Подобный солевой режим, по-видимому, будет характерен для тех почв, который имеют тяжелый механический состав и подстилаются суглинистыми отложениями. Почвы, развивающиеся на русловых фациях, будут естественно рассоляться до больших глубин.

Все это обусловит широкое распространение галофитных фитоценозов, особенно кейреуков, итсегеков, черных саксаулов. С рассолением верхнего слоя почв возможно свободное развитие различных эфемеров и других однолеток. На новых песчаных биотипах будут формироваться псаммофитовые биокомплексы.

Осушение верхних горизонтов субстрата и образование разреженного растительного покрова будут способствовать прогрессирующему развитию дефляции. Сухие и рыхлые супесчано-песчаные поверхностные отложения русловых фаций будут способствовать формированию эоловых форм рельефа.

Таким образом, по водораздельным равнинам протоков по мере снижения уровня моря в дельте будут развиваться аридные эоловые супесчано-песчаные и ксерофитно-галофитные супесчано-суглинистые природные комплексы с сильносолончаковыми такырными почвами и такырами, сочетающимися с остаточными рассоляющимися солончаками.

Тугайные природные комплексы приобретут крайне ксерофитный характер. По-видимому, в них все грунтово-водно-корневые виды будут сменяться засухоустойчивыми фитоценозами. Возможно, останутся лишь некоторые экземпляры турагги. Образуются редкостойные биогеоценозы древесных пород, кустарников и кустарничков (подобно современным вдали протоков Талдыкдары). Бывшие тугаи превратятся в кустарниковые, резко отличающиеся по составу растений и экологическим условиям биотопов (Никитин, 1966). С. А. Никитин отмечает, что на образовавшиеся после усыхания тополя поляны вселяются чингиль и гребенщик, а крупнотравье сменяется такими растениями, как ажрек, кермеки, парнолистники, янтакники и др.

На такыровидных почвах, которые формируются в результате эволюции лугово-такырных, наибольшее распространение получают черно-саксауловые биогеоценозы. Первые поселения саксаула чаще приурочиваются к старотугайным отакыренным почвам в сообществах чингиля и гребенщика. В отличие от гребенщиков, которые могут возобновляться и нормально развиваться при связи корнеобитаемых горизонтов почв с грунтовыми водами, залегающими на глубине 7—8 м, черный саксаул может расти и возобновляться при этой связи и понижении грунтовых вод ниже 10 м.

Снижение уровня грунтовых вод до больших глубин будет отражаться на эволюции лугово-такырных почв, на тенденции развития лугово-пустынных (преимущественно на повышенных элементах рельефа) и такырных (на относительно ровных и пониженных участках при-



русловой полосы) почв. Развешивание русловых фаций приведет к формированию эоловых песков, что обусловит становление псаммофитных геокомплексов с соответствующими фитоценозами, как в Кызылкумах. Такая дифференциация тугайных ландшафтов в результате их аридного автоморфного развития будет способствовать появлению ряда самостоятельных комплексов, которым будут свойственны специфические природные условия.

Природные комплексы восточной части дельты по сравнению с действующей частью по степени общего развития стоят на одну ступень выше. На преобладающей территории геокомплексы развиваются в автоморфной тенденции, хотя имеются солончаки «гидроморфного» режима развития, однако они также давно перешли к элювиальной стадии эволюции. При опускании уровня моря на 20 м в морфологических структурах ландшафтов будут происходить значительные изменения. Уровень грунтовых вод опустится, очевидно, до 16—18 м и более от поверхности. Влияние грунтовых вод на орошаемых землях юга из-за затруднения подземного оттока скажется всего на 1—2 км.

С глубоким снижением уровня вод скажется их влияние и на естественном рассолении верхних горизонтов почв (особенно бывших приморских солончаков). Почвы поверхностно-засоленные будут переходить в солончаковатые разности, при этом солончаки с легким механическим составом будут рассоляться глубже, нежели суглинисто-глинистые. Однако, несмотря на рассоление почв, в корнеобитаемом слое будет аккумулироваться огромное количество солей.

Рассоление верхнего слоя почв, осушение почвенного профиля и другие процессы усиливают такырообразование. В связи с этим лугово-такырные почвы будут переходить в такырные, а они — в такыры. Возможно, при полном рассолении типичных солончаков они также будут эволюционировать в другие почвы, например, при тяжелом механическом составе в такыры, при легком — в пустынную песчаную почву. Вероятно, расширятся площади пустынно-песчаных почв и песков.

Трансформация экологических условий территорий не приведет к существенному изменению растительного покрова, так как он представлен теми же ксеро- и галофитами, которые обычно характерны для аридных областей. Возможно, на поверхностно-рассоленных почвах будут расселяться эфемеры и эфемеронды, а на песчаных биотопах — псаммофилы, причем на солончаковатых такыровидных почвах наибольшее распространение получат черные саксаулы.

С аридизацией природной среды усилятся эоловые процессы. Этому же будет способствовать все более прогрессирующая техноэрозия. Дефляция более активно будет развиваться в старых руслах, в полосе грунтовых дорог и вдоль магистральных коллекторов КС-1, КС-3, КС-4, на ныне закрепленных песках, контактирующих с Кызылкумами.

Таким образом, в восточной части дельты Амударьи в результате снижения уровня моря и усиления деятельности человека будут наблюдаться качественные и количественные изменения в развитии природных комплексов: солончаковые ландшафты будут рассоляться до некоторой глубины, однако соли будут концентрироваться в нижнем горизонте, весь корнеобитаемый слой будет сильно насыщен различными солями; будут увеличиваться по площади эоловые ландшафты; вполне вероятно, что вместе с закрепленными песчаными формами будут возникать и подвижные барханы. Все это приведет к широкому распространению засухо- и солеустойчивых растительных фитоценозов, особенно псаммофитов.



#### Глава IV. ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ОБСОХШЕЙ ЧАСТИ ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

Со снижением уровня Аральского моря (после 60-х годов) значительная часть заливов Аджибай, Муйнак, Рыбацкий, Джилтырбас и Акпеткинского архипелага стала сухой. Для них типичен аридный ландшафт, здесь развиты эоловые процессы и соленакопление.

Обсохшая часть дна моря как объект исследования в комплексной программе изучения снижения уровня Аральского моря представляет собой важную проблему. В более ранних прогнозных построениях (Геллер, 1969; Шульц, 1967) предсказывалось отсутствие влияния высыхания моря на природную среду. В более поздних исследованиях делался иной вывод (Костюченко, Богданова, 1975; Богданова, Костюченко, 1977, 1978). На 80% площади осушившегося дна моря наблюдается процесс соленакопления преимущественно сульфатно-хлоридного типа. Наши исследования в течение 1977, 1978 и 1979 гг. позволили охарактеризовать механизм засоления почвогрунтов дна моря.

**Природные условия обсохшей части дна моря.** Как отмечено, геоморфология побережья южной части Аральского моря достаточно сложна.

Обсохшая часть дна у западной части берега занимает небольшую площадь. Здесь море подходило к самому подножию и уже от берега быстро набирало глубину. В южной и юго-восточной дельтовой частях, где преобладает мелководье, ширина высохшей полосы достигает местами 30 км и более. Обсохшую часть дна моря можно разделить на береговой склон и днище. Они различаются по природным процессам, формированию новых морфологических структур ландшафта и, наконец, тенденции развития эоловых, хемогенных и других аридно-континентальных процессов.

Береговой склон, состоящий из подводной (литоральной) и надводной (супралиторальной) части пляжа, представляет собой наклонную поверхность, на западе имеет ширину от нескольких метров до 1 км и более. Более широкая часть берегового склона приурочена, как правило, к лагунам южной части моря. Надводный пляж в геоморфологическом отношении представляет собой наклонную волнистую равнину с эоловыми формами рельефа. Пески надводного пляжа имеют окраску от светло-серого до желтовато-серого, они сухие до глубины 70—80 см, среднезернистые, хорошо отсортированные. Здесь, особенно на подчиненной части пляжа, песчаный рельеф представлен главным образом бугристыми формами и барханами. Песчаные бугры имеют высоту до 100 см, длину 1—2 м. Эоловые пески пляжа с удалением от коренного берега постепенно меняются, в связи с уменьшением их закрепленности. Под воздействием ветра формируются невысокие (до 50—60 см) барханы. Такие формы приурочены преимущественно к повышенным участ-



кам пляжа, а пониженные представлены песчаной равниной с редкими мелкими барханами. Типичные барханы широко распространены в пределах Муйнакского залива, где ширина эолового рельефа достигает 5 км.

На надводном пляже отсутствует нормально развитая почва, имеются лишь признаки образования примитивных пустынно-песчаных почв на хорошо закрепленных песчаных буграх. На них под кустарниками и многолетними растениями формируется весьма тонкая непрочная корочка, которая из-за сильного ветра разрушается. На пониженных участках пляжа, где может накапливаться влага, местами на супесчаных недостаточно развитых почвах сформирована непрочная корочка, содержащая кристаллы солей. На большей части надводного пляжа нет экологических условий для развития почв.

Растительный покров также имеет ограниченный ареал. Основная масса растений развита в пределах песчаной равнины, близко расположенной к морской террасе (60-е годы). Как отмечено, условия для вегетации растений относительно благоприятны, так как скорость ветра значительно слабее.

В подчинковой равнине распространены различные виды псаммофитовых растений, особенно гребенщик. Он занимает преимущественно бугристые пески вдоль морской террасы 60-х годов. Около молодых гребенщиков развиваются обычно прикустовые пески. В глубине пляжа они почти не растут.

Белый саксаул значительно меньше распространен по сравнению с гребенщиком и в основном занимает высокие песчаные бугры. На южной части береговой полосы (дельтовой) надводный пляж значительно зарос преимущественно гребенщиком, который распространен до самого подводного пляжа. Очевидно, южная часть обсохла раньше, чем западная.

Подводный пляж имеет меньший уклон поверхности (0,001—0,002). Вертикальная расчлененность рельефа составляет 0—1, реже 0—1,5 м. Ширина пляжа колеблется от нескольких десятков метров до 1—2 км и более. Слабая расчлененность рельефа подводного пляжа обуславливает общую равнинность территории, постепенно понижающейся в направлении моря. Исследование данной части показало, что, несмотря на его равнинность, в нем отмечаются значительные различия в микро-рельефе, которые определяют и свойства остальных элементов природы. Выделяются бывшие береговые валы, расположенные параллельно, что свидетельствует о миграции берега моря. Валы состоят в основном из мелко- и тонкозернистого песка в смеси с ракушечниками, часто в этой смеси преобладают ракушечники. Высота вала в среднем около 10 см.

Для подводного пляжа характерны также микропонижения и повышения глубиной и высотой от 10 до 40 см, длина по удлиненной оси составляет 2—12 м. Понижения часто имеют овальную форму и на общем равнинном фоне они слабо заметны, четкой границы между ними нет. Днища значительно выположенные. Микроповышения, расположенные обычно между понижениями, также едва заметны, в них водораздельные части неясно выражены, а склоны растянуты на большие расстояния (до 20—30 м) и постепенно сливаются с окружающей равниной.

Исследование литологического строения элементарных форм рельефа пляжа показало, что различия в составе отложений отмечаются только в верхней части профиля. В понижениях верхний песчаный слой тонкий (до 30—40 см) и под ним лежит сырой, часто мокрый морской ил светло-черного цвета, в то время как на повышениях верхний песчаный слой значительно толще (50—100 см и более). Местами в крупных по-



нижениях верхний песчаный слой настолько тонок, что обнажается морской ил. Эти различия в микрорельефе и литологическом строении пляжа отражаются на остальных компонентах природы склона моря.

Для обсохшего подводного пляжа характерны трещины усыхания на поверхности. Они формируются в результате быстрого высыхания грунта на фоне интенсивного испарения, что приводит к уплотнению и растрескиванию поверхности по определенным направлениям. Трещины усыхания имеют вид 5—6-угольной или тетрагональной сети длиной от 20 до 300 см и глубиной до 15 см. Ширина трещины достигает 8 см. Как видно в шурфах, глубина их 2 м и более. Большая часть трещины заполнена песками и ракушечниками, стеблями растений, края трещин разрушены. Трещины, расположенные ближе к надводному пляжу, уже значительно изменены, оказывают влияние на процессы соленакопления и рассоления, служат местом разрыхления осадков при выветривании и сосредоточения растений.

Почвы подводного пляжа считаются одними из молодых, их формирование продолжается, у них еще не выделились генетические горизонты. Количество перегноя — ничтожное. Выделяются солончаки и пустынно-песчаные почвы. Солончаки — почвы выпотного водного режима.

Солончаки луговые распространены в основном в тех участках подводного пляжа, где грунтовые воды лежат близко к поверхности (почти до дневной). Грунтовые воды обычно сильно минерализованы, залегают на глубине 1,5—3 м, так что их капиллярная кайма постоянно находится на поверхности. Это обстоятельство благоприятствует интенсивному развитию в луговых солончаках галофитной растительности, хотя на поверхности не образует сплошной дернины. За счет ее в почве накапливается органическое вещество, что обуславливает в луговых солончаках общую гумусность (Фаизов, 1970). Луговые солончаки подводного пляжа в Муйнакском заливе в верхнем горизонте почв (0—4 см) содержат от 1,31 до 1,84% гумуса, а внизу значительно меньше (табл. 20).

Разрез 26 (1978 г.) заложен в юго-западной причинковой береговой части Аральского моря (в 3,7 км от Кызылкаира). Плоская равнина подводного пляжа с невысокими буграми высотой до 30 см с однолетними солянками имеет проективные покрытия в 100%. Поверхность почвы изобилует морскими ракушками.

0—4 см. Серый, сухой, очень рыхлый, пылевато-порошистый, супесчаный.

4—15 см. Буровато-серый, свежий, бесструктурный, уплотненный, мелкозернистый песок.

15—54 см. Бурый, влажный с переходом в сырой, бесструктурный, уплотненный, очень сильное оглеение в виде охристых пятен, легкий суглинок, местами принимает темно-фиолетовую окраску, слоистый.

54—75 см. Темно-серый, сырой, бесструктурный, уплотненный, содержит ржавые и черные пятна окислов железа и марганца, слоистый, среднесуглинистый.

75—100 см. Светло-черный, мокрый, липкий и вязкий морской ил с запахом сероводорода.

Полученные данные (см. табл. 24) свидетельствуют о значительной гумусности и растянутости ее профиля. Реакция почвенного раствора щелочная. Максимум солей находится у поверхности. Запасы солей в толще 0—20 см — 90 т/га, 20—50 — 74, 50—100—82, 0—100 см — 246. Луговые солончаки в большинстве случаев обладают хлоридно-сульфатным, кальциево-магниевым, реже сульфатно-хлоридным, кальциево-магниевым типом засоления (табл. 39).



**Содержание воднорастворимых солей в почвогрунтах обсохшей части  
дна Аральского моря, % к возд.-сухой почве**

| Глубина,<br>см | Сумма со-<br>лей, % | Щед. форм.<br>НСО <sub>3</sub> | Cl | SO <sub>4</sub> | Ca | Mg | Na по раз-<br>ности | pH |
|----------------|---------------------|--------------------------------|----|-----------------|----|----|---------------------|----|
|----------------|---------------------|--------------------------------|----|-----------------|----|----|---------------------|----|

Пухлые солончаки. Разрез 217. В 22 км к северо-западу от мыса Урги, подчинковая  
равнина

|       |        |       |       |        |       |       |       |     |
|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| 0—5   | 10,328 | 0,008 | 0,108 | 12,676 | 0,344 | 0,040 | 5,700 | 8,0 |
| 5—7   | 8,758  | 0,057 | 0,098 | 5,686  | 0,210 | 0,011 | 2,540 | 7,4 |
| 7—12  | 3,712  | 0,049 | 0,299 | 1,979  | 0,228 | 0,051 | 0,802 | 7,7 |
| 12—29 | 1,932  | 0,093 | 1,149 | 0,962  | 0,276 | 0,030 | 0,219 | 7,6 |
| 31—83 | 2,080  | 0,024 | 0,211 | 0,960  | 0,290 | 0,029 | 0,218 | 7,6 |

Корково-пухлые солончаки. Разрез 3. В 3 км к юго-западу от мыса Аккалы,  
подводный пляж

|         |        |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0,0—0,3 | 17,044 | 0,063 | 3,095 | 3,070 | 0,456 | 0,542 | 2,178 | 7,4 |
| 0,3—7,0 | 8,274  | 0,041 | 1,940 | 2,145 | 0,290 | 0,326 | 1,351 | 7,6 |
| 7—22    | 1,116  | 0,032 | 0,478 | 0,517 | 0,112 | 0,066 | 0,316 | 7,4 |
| 22—51   | 1,492  | 0,035 | 0,455 | 0,417 | 0,086 | 0,051 | 0,313 | 7,5 |
| 72—90   | 0,808  | 0,044 | 0,231 | 0,233 | 0,052 | 0,027 | 0,167 | 7,6 |

Корковые солончаки. Разрез 214-а, 214-б, юго-западный берег, подводный пляж

|     |       |       |       |       |       |       |       |     |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—2 | 8,650 | 0,037 | 2,420 | 2,961 | 0,186 | 0,403 | 2,041 | 8,3 |
| 0—2 | 6,18  | 0,046 | 1,551 | 2,380 | 0,280 | 0,253 | 1,370 | 8,3 |

Корково-пухлые солончаки. Разрез 216. Муйнакский залив, дно моря

|         |        |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—0,5   | 10,290 | 0,031 | 2,159 | 2,613 | 0,312 | 0,234 | 1,853 | 7,6 |
| 0,5—2,5 | 5,746  | 0,022 | 1,541 | 1,474 | 0,360 | 0,180 | 0,960 | 7,7 |
| 2,5—17  | 2,654  | 0,029 | 0,656 | 0,803 | 0,190 | 0,090 | 0,432 | 7,6 |
| 17—31   | 2,200  | 0,023 | 0,402 | 0,784 | 0,110 | 0,090 | 0,348 | 7,5 |
| 40—54   | 0,790  | 0,023 | 0,181 | 0,313 | 0,074 | 0,027 | 0,137 | 7,8 |
| 118—170 | 0,656  | 0,024 | 0,167 | 0,214 | 0,052 | 0,019 | 0,124 | 7,8 |

Примитивные пустынные песчаные почвы. Разрез 212. Юго-западный берег,  
дно моря

|       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—2   | 2,430 | 0,023 | 0,482 | 1,091 | 0,310 | 0,059 | 0,381 | 8,4 |
| 2—5   | 2,910 | 0,036 | 0,930 | 0,872 | 0,141 | 0,132 | 0,621 | 8,2 |
| 5—8   | 0,990 | 0,041 | 0,276 | 0,342 | 0,061 | 0,034 | 0,223 | 7,9 |
| 8—30  | 0,593 | 0,036 | 0,175 | 0,184 | 0,035 | 0,017 | 0,142 | 8,0 |
| 30—90 | 0,573 | 0,070 | 0,161 | 0,159 | 0,024 | 0,016 | 0,154 | 8,0 |

Примитивные пустынные песчаные почвы. Разрез 213. Юго-западный берег,  
дно моря

|         |       |       |       |       |       |       |       |     |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0,5—1,5 | 2,852 | 0,028 | 0,661 | 1,167 | 0,243 | 0,213 | 0,512 | 8,2 |
| 1,5—45  | 1,154 | 0,041 | 0,393 | 0,314 | 0,053 | 0,025 | 0,314 | 8,4 |
| 45—90   | 0,463 | 0,031 | 0,152 | 0,099 | 0,014 | 0,011 | 0,132 | 8,5 |

Корковые солончаки. Разрез 218-б. Там же

|       |        |       |       |       |       |       |       |     |
|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0—1   | 30,402 | 0,052 | 6,832 | 8,101 | 0,282 | 0,092 | 7,894 | 8,2 |
| 1—20  | 1,53   | 0,028 | 0,413 | 0,565 | 0,113 | 0,036 | 0,321 | 8,1 |
| 20—65 | 2,729  | 0,031 | 0,732 | 0,930 | 0,192 | 0,098 | 0,542 | 8,0 |

Разрез 218-а. Там же

|       |        |       |       |        |       |       |       |     |
|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| 0—2   | 53,120 | 0,073 | 8,120 | 13,892 | 0,312 | 1,473 | 8,841 | 8,3 |
| 2—10  | 1,531  | 0,027 | 0,464 | 0,521  | 0,106 | 0,034 | 0,331 | 8,3 |
| 10—60 | 2,031  | 0,037 | 0,625 | 0,631  | 0,097 | 0,071 | 0,481 | 8,3 |



| Глубина,<br>см                                           | Сумма со-<br>лей, % | Щелоч.<br>общ. $\text{HCO}_3$ | Cl    | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по раз-<br>ности | pH  |
|----------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------|---------------|-------|-------|---------------------|-----|
| Маршевые корковые солончаки. Разрез 219. Там же          |                     |                               |       |               |       |       |                     |     |
| 0—1                                                      | 6,640               | 0,102                         | 1,430 | 2,390         | 0,310 | 0,331 | 1,143               | 8,3 |
| Пухлые солончаки. Разрез 256, Муйнакский залив, дно моря |                     |                               |       |               |       |       |                     |     |
| 0—3                                                      | 2,000               | 0,028                         | 0,208 | 0,875         | 0,310 | 0,042 | 0,129               | 7,8 |
| 3—4                                                      | 6,132               | 0,030                         | 0,87  | 2,657         | 0,270 | 0,175 | 0,174               | 7,6 |
| 4—22                                                     | 2,314               | 0,015                         | 0,777 | 0,481         | 0,080 | 0,103 | 0,443               | 7,8 |
| 22—66                                                    | 1,194               | 0,016                         | 0,348 | 0,320         | 0,060 | 0,054 | 0,214               | 7,8 |
| 85—105                                                   | 0,492               | 0,024                         | 0,114 | 0,74          | 0,030 | 0,030 | 0,075               | 7,8 |

Корковые солончаки обычно приурочены к днищам микропонижений подводного пляжа, условия благоприятны для скопления солей на поверхности при близком залегании минерализованной верховодки, образования солевых корок мощностью до 0,5 см (преобладают соли хлористого натрия и гипса). Содержание воднорастворимых солей в кор-

Таблица 40

Запасы солей в почвогрунтах обсохшей части дна Аральского моря, т/га

| Номер разреза    | Плотный остаток по горизонтам, см |       |        |       | Хлор по горизонтам, см |       |        |       |
|------------------|-----------------------------------|-------|--------|-------|------------------------|-------|--------|-------|
|                  | 0—20                              | 20—50 | 50—100 | 0—100 | 0—20                   | 20—50 | 50—100 | 0—100 |
| 217              | 169                               | 49    | 125    | 343   | 3                      | 5     | 13     | 21    |
| P-3              | 132                               | 54    | 70     | 256   | 28                     | 16    | 17     | 61    |
| P-26'            | 69                                | 40    | 56     | 165   | 16                     | 10    | 9      | 35    |
| P-212            | 27                                | 20    | 34     | 81    | 7                      | 5     | 9      | 21    |
| P-214-A (0—2 см) | 21                                | —     | —      | 21    | 6                      | —     | —      | 6     |
| P-214-B (0—2 см) | 15                                | —     | —      | 15    | 4                      | —     | —      | 4     |
| P-213            | 16                                | 20    | 25     | 61    | 5                      | 7     | 7      | 19    |
| P-218-B          | 71                                | 76    | 84     | 213   | 18                     | 18    | 42     | 78    |
| P-219 (0—1 см)   | 8                                 | —     | —      | 8     | 2                      | —     | —      | 2     |
| 256              | 84                                | 39    | 45     | 167   | 15                     | 9     | 9      | 33    |
| 218-B            | 149                               | 37    | 79     | 265   | 25                     | 15    | 36     | 76    |

ковом горизонте достигает 30% (разрез 218-б, 1977 г., см. табл. 39). Максимум солей в слое 0—20 см. Запасы солей в толще 0—20 см 169 т/га (табл. 40). Тип засоления сульфатно-хлоридный и хлоридный. Гумуса в этих почвах очень мало, так как для развития растений условия неблагоприятны.

Пухлые солончаки по сравнению с корковыми распространены больше и приурочены к периферии надводного пляжа. Кристаллы солей смешаны с отложениями в верхнем рыхлом горизонте, образуется пухлый землисто-солевой слой мощностью до 2—3 см. На пухлых солончаках распространены солеросы, сведы и однолетние солянки. В плотном остатке хлора значительно меньше, чем сульфата, что дает возможность произрастать многим видам солянок.

Приводим описание разреза 24 (1978 г.), заложенного в юго-западном причинковом бывшем подводном пляже на расстоянии 3 км к северо-востоку от чинка Устюрта. Плоская равнина с редкими буграми высотой до 30 см, пухлый солончак с обильными скоплениями на поверхности ракушек и остатков высохшего солероса.



0—1 см. Светло-серый, серый, сухой, рыхлый, пылевато-порошистый пухлый супесчаный горизонт, содержащий большое количество легкорастворимых солей.

1—16 см. Бурый, темновато-бурый, свежий, уплотненный, бесструктурный, тонкослойный, мелкозернистый слюдястый песок с яркими охристыми пятнами.

16—56 см. Темновато-бурый, влажный, уплотненный, бесструктурный, горизонтально слойный (мощность до 1 см), мелкозернистый, слюдястый и иловатый песок, много охристых пятен.

56—95 см. Темно-серый, с буроватым оттенком, влажный, уплотненный, бесструктурный, слойный, алевроит иловатый, между слоями имеются тонкозернистые слюдястые пески с большим количеством зеленовато-сизых и охристых пятен.

95—100 см — светло-черный, сырой с переходом в мокрый, мягкий и вязкий, ил морской.

Остаточные рассоляющиеся солончаки распространены в контактовой полосе с надводным пляжем. Рассоление связано со снижением уровня грунтовых вод (ниже поверхности на 3—4 м), в результате постепенно прекращается капиллярный вынос солей на поверхность почвы из минерализованных грунтовых вод. Соли накапливаются на поверхности субстрата за счет атмосферного увлажнения. Позже они будут перемещаться на некоторую глубину. Эти соли летом в жаркое и сухое время могут вторично подниматься на поверхность почвы и концентрироваться в зоне аэрации.

Засоленность почвенного покрова в пределах подводного пляжа благоприятствует развитию солевыносливых растительных сообществ (галофитов). Широко распространен солерос на наиболее сильнозасоленных участках — луговых солончаках — в пределах заливов Аджибай, Рыбацкий, Муйнак и Джилтырбас, что связано с близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод. Местами его проективное покрытие достигает 100%. На пухлых солончаках вместе с солеросом пышно растет сведа и другие однолетние солянки, по мере обсыхания и засыпания песком поверхности уступает место сарсазану или другим солеустойчивым видам (Бахиев и др., 1977). На рассоляющих солончаковых почвах вблизи границы подводного пляжа распространен тростник. Занимаемая им площадь в 1978 г. в юго-западной береговой части моря составляла от 44×300 м до 350×1000 м, причем участки отделены друг от друга на 1 км и более. Высота тростника от 1 до 2 м, проективное покрытие от 60 до 90%. Пятнистый характер распространения тростника обусловлен, вероятно, засолением (слабым) почвенного покрова и минерализацией грунтовых вод.

Большая часть обсохшего подводного пляжа у юго-западного берега (вблизи надводного пляжа) лишена растительного покрова. Здесь имеются лишь сухие остатки солероса и других однолетних солянок, новые же не растут. Видимо, это вызвано некоторым рассолением грунтовых вод. В Рыбацком заливе на пухлых и корково-пухлых солончаках периферии надводного пляжа, кроме однолетних солянок, развивается молодой гребенщик щетинистоволосый.

Очень важны результаты детального комплексного изучения физико-географических условий обсыхающей части дна моря (авандельты), проведенного нами за экспедиционный период.

Ширина обсохшей части дна различная. На западе вдоль чинка она узкая (до 1 км), в то время как в южной (дельтовой) части достигает 20—25 км. Днище представляет собой пологонаклонную равнину с незначительным уклоном в сторону моря (в Рыбацком заливе 0,0007—



0,0008). На поверхности осушенного дна имеются плоские понижения и повышения с общей амплитудой не выше 0—0,5 м, четкой границы между ними нет; размеры от 1,5×2,5 до 3×5 м, расстояние друг от друга от 20 до 100 м. Вблизи моря понижения заполнены водой.

После полосы плесов грунт становится мокрым, а дальше сырым. Летом на поверхности осушенного дна формируются трещины усыхания. Вблизи моря они редкие, едва заметные и не связаны между собой, а дальше от воды — вполне сформированные. Ширина их достигает 6 см, глубина 10—15 см. Внешний вид их более свежий, чем у трещин на подводном пляже, и явления дефляции отсутствуют.

Для обсохшей части дна характерны примитивные приморские или маршевые почвы, представляющие начальную стадию почвообразования. При сгонно-нагонных явлениях временами они затапливаются. Для этих почв характерны засоленность и сильная оглеенность всего профиля.

Строение их видно из описания разреза 259 (1978 г.), сделанного в Рыбацком заливе, между полуостровом Муйнак и устьем р. Инженер-узка. Берег моря в 300 м к югу от воды. Это плоская равнина, лишенная растительности, с редкими слабовыраженными трещинами высыхания.

0—1 см. Бурый, мокрый, слабоуплотненный, бесструктурный алеврит с обилием ракушек и ходами червей.

1—8 см. Серо-бурый, мокрый, слабоуплотненный с переходом к плотному, слюдистый алеврит.

8—30 см. Светло-черный, мокрый, слабоуплотненный, слюдистый, иловатый тонкозернистый песок.

30—50 см. Светло-черный (и черный), мокрый, плотный, вязкий и липкий, ил морской. На глубине 30 см — вода, на вкус солоноватая.

На незатапливаемой части дна моря, где широко развиты трещины высыхания и микроповышения, маршевые почвы значительно засолены. Засоление почв достигает степени солончака (см. табл. 39). Наблюдается разнообразие почвенных разностей, вызванные сильным увлажнением и близким залеганием морской верховодки. Формируются маршевые луговые и корковые солончаки, маршевые луговые солончаки. На поверхности луговых солончаков произрастает солерос. Соленая грязь обычно имеет влажную суглинисто-солевую корочку, черные мажущие остатки гниющих водорослей и неприятный запах сероводорода.

Для характеристики морфологии маршевых луговых солончаков приводим описание разреза 21 (1978 г.) в юго-западной обсохшей части дна моря в 3,2 км от чинка Устюрта. Плоская равнина с отчетливыми трещинами высыхания. Растительность — молодой солерос с покрытием до 100%. Глубина грунтовых вод 50 см.

0—0,3 см. Очень слабая, песчано-солевая, влажная, хрупкая корочка, среднекорешковатый, на поверхности много водорослей и стеблей гниющего солероса.

0,3—20 см. Светло-бурый, сырой, слабоуплотненный алеврит, встречаются створки аральского моллюска-ракушника, ржавые пятна.

20—60 см. Светло-черный, липкий и вязкий, мокрый, ил морской. Глубина грунтовых вод до 1 м, воды высоко минерализованы (более 30 г/л). Почвы сильно оглеены и окислены, пестроокрашены — от ржавых бурых до сизовато-зеленых. Тип засоления — сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный.

Маршевые корковые солончаки занимают обычно бессточные микропонижения дна моря, где имеются благоприятные условия для соленакпления. На поверхности их образуется слабоцементированная непрочная солевая корочка в смеси с песком. Растительность представ-



лена редкими стеблями солероса, покрытие до 20—30%. Засоление почв у поверхности достигает 53% плотного остатка (разрез 218-в, 1977 г.), в нижних горизонтах — значительно меньшая (см. табл. 39). Это, видимо, связано с интенсивным испарением верховодки и осушением засоленных грунтов.

Опишем разрез 218-в, маршевый корковый солончак в юго-западной обсохшей части днища моря. Плоская равнина с редкими микропонижениями, на поверхности выцветы солей и стебли угнетенного солероса.

0—0,2 см. Солевая корочка серо-пепельной окраски, вспученная, с выцветами солей, хрупкая, сухая.

0,2—10 см. Светло-серый, книзу темно-серый, свежий, слегка уплотненный с большим количеством солевых точек, тонкозернистый песок с полусгнившими корнями растений.

10—60 см. Буровато-серый, влажный, с яркими охристыми пятнами и точками, уплотненный средний суглинок.

60—85 см. Светло-черный, сырой, внизу черные пятна, переходит в мягкий, мокрый, вязкий ил, грунтовая вода ниже 90 см.

Обсохшую часть днища моря, располагающуюся в зоне аридных континентальных пустынь, можно отнести к соляной пустыне. Растительные ассоциации полосами сменяются от современного берега моря к периферии в четком соответствии с изменениями условий биотопов. Главные факторы, определяющие местообитание типов растительности в данном регионе — засоление почв, глубина залегания минерализованных грунтовых вод и состав отложений.

По природным особенностям обсохшая часть днища моря близка к приморской равнине Прикаспийской низменности (Егоров, 1954; Тагунова, 1960; Катыевцова, 1960; Фаизов, 1970). В условиях сильного первоначального засоления первым появляется солерос, по мере понижения грунтовых вод и рассоления субстрата он сменяется тростником, сведом, сарсазаном, в дальнейшем — однолетними солянками и злаками (акмамык и ажрек). Позже однолетние солянки вытесняются биюргуном, а злаки — полынью.

Как и в приморской равнине Прикаспийской низменности, на сильнозасоленных маршевых солончаковых почвах буйно растет солерос. Оптимально для него застойное увлажнение почвогрунта, обусловленное затоплением морем или близким залеганием минерализованных грунтовых вод. Там, где грунтовые воды находятся глубже 0,5 м, обычно развиваются сарсазанники, иногда (на песках) формирующие бугры (диаметром до 1,5—2 м, высотой до 0,4 м) на довольно больших площадях (Тагунова, 1960).

Постепенное заполнение трещин мелкими агрегатами создает условия, способствующие вегетации растений при избыточном увлажнении и засолении грунта. На молодых поверхностях приморской суши по трещинам высыхания начинает селиться солерос. С улучшением условий местообитания он распространяется на всю территорию суши.

#### **ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБСОХШЕЙ ЧАСТИ ДНА МОРЯ**

Природные условия осушившейся территории дна обуславливают разнообразие и динамичность физико-географических процессов. Развиваются процессы, характерные преимущественно для аридных условий: дефляция, соленакопление, трещины усыхания, выветривание, миграция солей. Знать закономерности их проявления необходимо для разработки прогнозов тенденции развития геокомплексов и обоснования



практических мероприятий по предотвращению неблагоприятных явлений.

**Процессы соленакопления.** Процессы соленакопления на осушающемся дне моря очень важны, поэтому им посвящены многие исследования (Герасимов, 1969; Егоров, 1954; Ковда, 1947; Ковда и др., 1954; Фаизов, 1970; Богданова, Костюченко, 1977, 1978), однако основная часть касается Прикаспийской низменности и только некоторые отражают современный механизм аккумуляции солей на обсохшей части дна Аральского моря (Н. М. Богданов и В. П. Костюченко). Кратко изложим результаты наших наблюдений над засолением грунта обсохшей части дна моря в пределах Южного Приаралья.

**Основные природные факторы, определяющие процессы соленакопления на обсыхающем дне моря.** Осушающееся дно Аральского моря — типичный объект аридного соленакопления, где классически выражено образование различных типов солончаков и засоленных почв. Это природная лаборатория научного исследования процессов галогенеза, геохимической миграции и выноса солей ветром. Засоление почвогрунтов дна моря обусловлено прежде всего литолого-геоморфологическим строением и гидрогеологическими условиями побережья. Эти факторы всесторонне изучены Н. М. Богдановой и В. П. Костюченко (1977), Г. Ф. Тетюхиным (см. гл. I).

Нужно отметить, что засоление почв тесно связано с характером поверхности рельефа, микрорельефа, составом грунтов, дренированностью территории.

Характер поверхности рельефа в процессе соленакопления играет весьма важную роль, от него зависят тип, условия и объем солеобразования. Вогнутые формы рельефа, к которым относятся бессточные котловины — фильтрационные озера Акпеткинского архипелага, способствуют прогрессирующему накоплению солей большей мощности. На обсохшей части дна моря эти формы рельефа имеются повсеместно, они представлены в виде овалообразных понижений или западин глубиной до 0,5 м и более и являются аккумулятором солей, поскольку уровень грунтовых вод находится близко к поверхности, морская вода остается во время сгонно-нагонных явлений. Интенсивное испарение морской воды в западинах и быстрое капиллярное поднятие верховодки приводят к образованию солей на поверхности и в корнеобитаемом слое почвогрунтов в достаточно большом объеме (табл. 41, разрез 614а).

Выпуклые формы рельефа, которым соответствуют повышения, являются водоразделами между понижениями. В условиях обсохшей части дна моря слабопологие склоны водоразделов тянутся на большом расстоянии. В силу этого перепады между элементами рельефа выражены нерезко, поэтому по степени засоления почвогрунтов также не наблюдается ясной границы в пространстве, однако детальное наблюдение и химический анализ степени засоления почв водораздельной части повышения свидетельствуют о том, что они менее засолены (разрез 610, 614, см. табл. 41) по сравнению с котловинами. Это обусловлено незначительным увлажнением, наличием опесчаненного грунта в верхних слоях, относительно глубоким залеганием верховодки.

Обсохшая часть дна моря представляет собой слабопологую равнину, местами приобретающую идеальный равнинный характер, особенно на заливах Аджибай, Джилтырбас, Муйнак, где на больших расстояниях глубина изменяется очень медленно. Плоский характер рельефа в условиях практически бессточной территории и близкого залегания уровня верховодки способствует интенсивному сплошному засолению почв, поэтому основная часть обсохшего дна моря представляет



Результаты анализа водных вытяжек из почв обсохшей части дна Аральского моря, %

| Рельеф                                                                              | Грунт                              | Глубина, см | Сухой остаток | HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по разн. | pH  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------|---------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------------|-----|
| Залив Аджигай. Пустынные песчаные почвы, разрез 610                                 |                                    |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Подогонаклонная равнина с повышениями в сочетании с прикустовыми песками            | Супесь с солью                     | 0—0,5       | 2,579         | 0,037            | 0,395 | 1,246           | 0,275 | 0,084 | 0,387       | 7,6 |
|                                                                                     | Супесь                             | 0,5—4       | 2,038         | 0,037            | 0,175 | 1,143           | 0,263 | 0,073 | 0,233       | 7,5 |
|                                                                                     | Суглинок средний                   | 4—22        | 5,201         | 0,030            | 1,196 | 1,997           | 0,273 | 0,170 | 1,092       | 7,7 |
|                                                                                     | Песок тонкозернистый               | 70—85       | 1,023         | 0,022            | 0,384 | 0,234           | 0,032 | 0,037 | 0,264       | 7,6 |
|                                                                                     | Ил морской                         | 114—150     | 2,516         | 0,024            | 0,812 | 0,753           | 0,117 | 0,073 | 0,624       | 7,8 |
| Луговые солончаки, разрез 614                                                       |                                    |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина, освоенная повышениями с полигональными трещинами усыхания          | Супесь с солью                     | 0—0,2       | 3,685         | 0,093            | 0,773 | 1,554           | 0,306 | 0,165 | 0,643       | 7,7 |
|                                                                                     | Суглинок средний                   | 0,2—7       | 2,247         | 0,018            | 0,470 | 0,963           | 0,243 | 0,065 | 0,354       | 8,0 |
|                                                                                     | Суглинок тяжелый                   | 7—22        | 2,254         | 0,030            | 0,487 | 0,613           | 0,144 | 0,038 | 0,381       | 7,9 |
|                                                                                     | Ил морской                         | 22—50       | 1,743         | 0,030            | 0,504 | 0,623           | 0,235 | 0,054 | 0,381       | 7,8 |
| Луговые солончаки, разрез 613                                                       |                                    |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина со старыми заполненными трещинами усыхания, глубина трещин до 0,5 м | Песок иловатый                     | 0—0,2       | 6,936         | 0,042            | 1,798 | 2,114           | 0,276 | 0,504 | 1,164       | 7,8 |
|                                                                                     | Песок иловатый                     | 2—7         | 2,097         | 0,021            | 0,643 | 0,703           | 0,187 | 0,153 | 0,312       | 7,8 |
|                                                                                     | Суглинок средний                   | 7—20        | 1,685         | 0,019            | 0,487 | 0,665           | 0,112 | 0,128 | 0,284       | 8,0 |
|                                                                                     | Суглинок тяжелый                   | 20—62       | 1,653         | 0,08             | 0,487 | 0,593           | 0,093 | 0,094 | 0,321       | 8,1 |
|                                                                                     | Ил морской                         | 62—70       | 2,897         | 0,021            | 0,876 | 0,954           | 0,221 | 0,143 | 0,512       | 8,2 |
|                                                                                     | Ил морской                         | 180—200     | 1,085         | 0,032            | 0,335 | 0,345           | 0,065 | 0,074 | 0,198       | 8,4 |
| Мокрые солончаки, разрез 614а                                                       |                                    |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с понижениями                                                       | Мелкосем, сильно насыщенный солями | 0—0,2       | 10,178        | 0,113            | 2,694 | 3,478           | 0,267 | 0,654 | 1,923       | 8,1 |
|                                                                                     | Суглинок средний                   | 0,2—5       | 3,514         | 0,027            | 0,732 | 1,389           | 0,354 | 0,134 | 0,489       | 8,0 |
| Пухлые солончаки, разрез 612                                                        |                                    |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина со старыми заполненными трещинами усыхания                          | Супесь с солями                    | 0—0,5       | 13,956        | 0,057            | 2,657 | 4,038           | 0,289 | 0,392 | 2,615       | 8,0 |
|                                                                                     | Супесь с песком                    | 0,5—2       | 4,856         | 0,027            | 1,367 | 1,697           | 0,331 | 0,256 | 0,932       | 8,1 |
|                                                                                     |                                    | 2—43        | 1,684         | 0,022            | 0,961 | 0,521           | 0,009 | 0,071 | 0,364       | 8,1 |
|                                                                                     |                                    | 43—60       | 1,397         | 0,021            | 0,421 | 1,155           | 0,134 | 0,047 | 0,621       | 8,0 |

Продолжение табл. 41

| Рельеф                                                          | Грунт                          | Глубина, см | Сухой остаток | HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по разн. | pH    |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------------|-------|
| Плоская равнина со старыми заполненными трещинами усыхания      | Супесь с песком                | 60—80       | 3,115         | 0,727            | 0,902 | 1,198           | 0,197 | 0,153 | 0,664       | 8,2   |
|                                                                 |                                | 230—250     | 3,785         | 0,033            | 1,198 | 1,157           | 0,234 | 0,167 | 0,763       | 8,3   |
| Пухлые солончаки, разрез 26                                     |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |       |
| Плоская равнина с повышениями                                   | Супесь с тонкозернистым песком | 0—1         | 5,113         | 0,037            | 1,235 | 2,014           | 0,129 | 0,193 | 1,087       | 8,0   |
|                                                                 | Суглинок легкий                | 15—30       | 2,126         | 0,033            | 1,703 | 0,628           | 0,145 | 0,071 | 0,472       | 8,1   |
|                                                                 | Суглинок средний               | 60—75       | 1,943         | 0,038            | 0,634 | 0,607           | 0,127 | 0,057 | 0,474       | 8,0   |
| Залив Аджигай. Корково-пухлые солончаки, разрез 611             |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |       |
| Бессточные котловины оловых форм рельефа                        | Супесь с солями                | 0—0,3       | 19,965        | 0,050            | 6,724 | 4,976           | 0,332 | 0,547 | 5,138       | 8,0   |
|                                                                 | Песок тонкозернистый           | 0,3—5       | 2,575         | 0,019            | 1,065 | 1,409           | 0,303 | 0,164 | 0,709       | 8,0   |
|                                                                 |                                | 10—20       | 1,957         | 0,218            | 0,523 | 0,809           | 0,167 | 0,082 | 0,387       | 7,9   |
|                                                                 |                                | 40—50       | 2,390         | 0,015            | 0,504 | 1,087           | 0,287 | 0,073 | 0,386       | 8,1   |
|                                                                 | Суглинок средний               | 70—80       | 2,556         | 0,015            | 0,578 | 1,092           | 0,432 | 0,124 | 0,376       | 8,1   |
|                                                                 | Ил морской                     | 120—130     | 1,043         | 0,024            | 0,585 | 0,698           | 0,123 | 0,087 | 0,347       | 8,1   |
| Западное побережье Аральского моря. Пухлые солончаки, разрез 18 |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |       |
| Плоская равнина с повышениями и понижениями                     | Супесь с солями                | 0—0,5       | 17,443        | 0,050            | 4,234 | 6,396           | 0,472 | 1,014 | 3,265       | 8,4   |
|                                                                 | Песок тонкозернистый           | 8—15        | 1,776         | 0,026            | 0,523 | 0,584           | 0,095 | 0,067 | 0,392       | 8,0   |
|                                                                 |                                | 45—50       | 2,767         | 0,024            | 0,789 | 0,934           | 0,164 | 0,098 | 0,592       | 7,9   |
|                                                                 |                                | Ил морской  | 81—86         | 0,689            | 0,046 | 0,181           | 0,252 | 0,037 | 0,026       | 0,165 |
| Корково-пухлые солончаки, разрез 616                            |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |       |
| Плоская равнина со слабовыраженными повышениями и понижениями   | Супесь с солью                 | 0—0,5       | 8,246         | 0,018            | 2,024 | 3,197           | 0,279 | 0,178 | 2,205       | 7,3   |
|                                                                 | Песок тонкозернистый           | 0,5—14      | 4,154         | 0,026            | 1,245 | 1,267           | 0,335 | 0,116 | 0,814       | 7,2   |
|                                                                 |                                | 14—32       | 2,157         | 0,032            | 0,634 | 0,724           | 0,216 | 0,046 | 0,431       | 7,2   |
|                                                                 | Суглинок средний               | 50—60       | 0,878         | 0,040            | 0,185 | 0,394           | 0,104 | 0,020 | 0,167       | 7,4   |
|                                                                 |                                | 76—100      | 2,598         | 0,046            | 0,963 | 0,557           | 0,128 | 0,083 | 0,603       | 7,5   |
|                                                                 | Ил морской                     | 200—250     | 5,087         | 0,041            | 1,854 | 1,248           | 0,241 | 0,223 | 1,128       | 7,0   |



| Рельеф                                                 | Грунт                          | Глубина, см | Сухой остаток | HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по разл. | pH  |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------------|-----|
| Луговые солончаки, разрез 606                          |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с бессточными котловинами              | Соль с ракушками               | 0—0,5       | 22,736        | 0,068            | 6,525 | 7,418           | 0,288 | 0,934 | 5,748       | 8,1 |
|                                                        | Песок иловатый                 | 0,5—11      | 3,847         | 0,028            | 1,386 | 1,037           | 0,212 | 0,059 | 0,995       | 8,0 |
|                                                        | Ил морской                     | 11—18       | 1,945         | 0,022            | 0,487 | 0,782           | 0,182 | 0,098 | 0,408       | 7,4 |
|                                                        |                                | 80—100      | 3,765         | 0,026            | 1,298 | 1,165           | 0,157 | 0,162 | 0,924       | 7,4 |
|                                                        |                                | 130—250     | 6,443         | 0,041            | 1,987 | 1,935           | 0,274 | 0,494 | 0,986       | 7,4 |
| Муйнакский залив. Корково-пухлые солончаки, разрез 255 |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с понижениями                          | Супесь с солями                | 0—0,3       | 16,579        | 0,170            | 5,690 | 4,267           | 0,332 | 0,885 | 3,765       | 7,0 |
|                                                        | Суглинок легкий                | 0,3—2       | 10,450        | 0,093            | 3,086 | 3,043           | 0,357 | 0,436 | 2,321       | 7,0 |
|                                                        | Суглинок легкий илов.          | 30—40       | 2,853         | 0,059            | 0,685 | 1,198           | 0,310 | 0,087 | 0,512       | 7,2 |
|                                                        | Ил морской                     | 65—84       | 2,257         | 0,042            | 0,743 | 0,786           | 0,213 | 0,093 | 0,453       | 7,2 |
|                                                        |                                | 141—150     | 1,467         | 0,041            | 0,483 | 0,487           | 0,097 | 0,084 | 0,285       | 7,3 |
| Маршевые луговые солончаки, разрез 661                 |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с микроповышениями                     | Супесь с солями                | 0—0,3       | 6,320         | 0,085            | 1,076 | 1,835           | 0,267 | 0,389 | 1,035       | 8,0 |
|                                                        | Супесь                         | 0,3—3       | 2,205         | 0,018            | 0,890 | 0,876           | 0,167 | 0,114 | 0,630       | 8,1 |
|                                                        | Песок мелкозернистый           | 3,16        | 1,071         | 0,020            | 0,809 | 0,467           | 0,063 | 0,057 | 0,578       | 8,1 |
|                                                        | Песок мелкозернистый с илом    | 16—83       | 0,354         | 0,028            | 0,113 | 0,083           | 0,009 | 0,012 | 0,077       | 7,9 |
| Муйнакский залив. Корково-пухлые солончаки, разрез 666 |                                |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с мелкими буграми и понижениями        | Супесь с солями                | 0—0,5       | 8,523         | 0,027            | 3,154 | 1,738           | 0,409 | 0,332 | 1,803       | 8,0 |
|                                                        |                                | 0,5—5       | 6,578         | 0,030            | 2,201 | 1,554           | 0,493 | 0,238 | 1,172       | 7,8 |
|                                                        | Суглинок средний               | 5—48        | 4,481         | 0,018            | 1,420 | 1,084           | 0,257 | 0,103 | 0,965       | 7,9 |
|                                                        | Суглинок средний               | 48—70       | 1,606         | 0,021            | 0,206 | 0,432           | 0,198 | 0,005 | 0,234       | 8,2 |
|                                                        | Суглинок с песком и алевроитом | 190—200     | 0,512         | 0,030            | 0,146 | 0,196           | 0,025 | 0,026 | 0,112       | 8,3 |
|                                                        | Суглинок средний               | 220—230     | 0,720         | 0,025            | 0,245 | 0,214           | 0,025 | 0,040 | 0,167       | 8,5 |

| Рельеф                                                                   | Грунт                            | Глубина, см | Сухой остаток | HCO <sub>3</sub> | Cl    | SO <sub>4</sub> | Ca    | Mg    | Na по разл. | pH  |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|---------------|------------------|-------|-----------------|-------|-------|-------------|-----|
| Луговые солончаки, разрез 660                                            |                                  |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина со слабозаметными повышениями и понижениями              | Супесь с солями                  | 0—0,5       | 29,587        | 0,076            | 9,345 | 8,693           | 0,365 | 1,265 | 7,473       | 8,4 |
|                                                                          | Суглинок легкий                  | 0,5—8       | 3,664         | 0,024            | 0,964 | 1,282           | 0,294 | 0,112 | 0,713       | 8,2 |
|                                                                          | Песок тонкозернистый             | 8—34        | 1,804         | 0,021            | 0,332 | 0,832           | 0,202 | 0,040 | 0,312       | 8,0 |
|                                                                          | Суглинок средний                 | 34—50       | 0,825         | 0,047            | 0,171 | 0,184           | 0,029 | 0,616 | 0,178       | 8,1 |
|                                                                          |                                  | 220—230     | 1,266         | 0,040            | 0,204 | 0,616           | 0,0   | 0,017 | 6,286       | 8,1 |
| Устье Инженерузка. Корково-пухлые солончаки, разрез 657                  |                                  |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Пологопокатая равнина с повышениями и понижениями                        | Супесь                           | 0—4         | 6,678         | 0,030            | 1,934 | 2,039           | 0,321 | 0,275 | 1,354       | 7,8 |
|                                                                          | Суглинок средний                 | 4—24        | 1,666         | 0,028            | 0,265 | 0,453           | 0,112 | 0,033 | 0,231       | 7,9 |
|                                                                          | Суглинок легкий с песком         | 50—70       | 0,116         | 0,033            | 0,020 | 0,055           | 0,012 | 0,006 | 0,026       | 8,2 |
|                                                                          | Суглинок легкий                  | 225—240     | 0,351         | 0,041            | 0,100 | 0,071           | 0,012 | 0,012 | 0,081       | 8,0 |
| Западное побережье Аральского моря. Пустынные песчаные почвы, разрез 212 |                                  |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Пологопокатая равнина с прикустовыми песками                             | Песок тонкозернистый             | 0—2         | 2,430         | 0,026            | 0,482 | 1,091           | 0,310 | 0,059 | 0,381       | 8,4 |
|                                                                          | Супесь с песком                  | 2—5         | 2,910         | 0,036            | 0,930 | 0,872           | 0,141 | 0,132 | 0,621       | 8,2 |
|                                                                          | Песок тонкозернистый с ракушками | 5—8         | 0,990         | 0,041            | 0,276 | 0,342           | 0,061 | 0,031 | 0,234       | 7,9 |
|                                                                          | Ил морской с ракушками           | 8—30        | 0,593         | 0,036            | 0,175 | 0,184           | 0,035 | 0,017 | 0,142       | 8,0 |
|                                                                          | Глина                            | 30—90       | 0,573         | 0,070            | 0,161 | 0,159           | 0,024 | 0,016 | 0,154       | 8,0 |
| Пустынные песчаные почвы, разрез 17                                      |                                  |             |               |                  |       |                 |       |       |             |     |
| Плоская равнина с незаметными повышениями                                | Супесь с песком                  | 0—0,5       | 1,136         | 0,024            | 0,024 | 0,756           | 0,204 | 0,040 | 0,132       | 8,1 |
|                                                                          | Ил морской                       | 22—28       | 1,897         | 0,030            | 0,413 | 0,803           | 0,071 | 0,071 | 0,452       | 7,9 |
|                                                                          | Ил морской с песком              | 50—56       | 1,375         | 0,021            | 0,425 | 0,463           | 0,088 | 0,057 | 0,313       | 8,0 |
|                                                                          | Ил морской                       | 104—116     | 0,532         | 0,040            | 0,147 | 0,203           | 0,033 | 0,019 | 0,135       | 8,0 |



собой луговые и пухлые солончаки, которые образовались в результате капиллярного поднятия минерализованных грунтовых вод.

Процессы соленакопления зависят также от микрорельефа местности. Микронеровности поверхности обуславливают пестрое засоление почвы. В маршевых почвах повышения высотой 5—10 см по сравнению с понижениями обычно быстро высыхают и одновременно всасывают влагу периферии, в результате в них накапливается солей больше, чем в понижениях. Наблюдения за характером засоления маршевых почв показывают, что всюду на повышениях образовались тонкие серые солевые корочки, в то время как на понижениях они отсутствуют или выражены слабо. Но эти явления происходят обычно около берега, по мере удаления в глубь суши понижения также становятся сильнозасоленными, так как сильное испарение над верховодкой приводит к соленакоплению и на них.

На маршевых и мокрых солончаках наиболее интенсивное соленакопление наблюдается на гранях полигональных трещин. Это обусловлено тем, что по широким трещинам может возникнуть внутрипочвенное испарение с подтягиванием солей к граням глыб, поэтому образуются белые тонкие солевые корочки, их содержание превышает 4—5% по плотному остатку.

Существенное значение в процессе засоления почв имеет литология отложений. Описание многочисленных почвенных шурфов обсохшей части дна моря показывает, что литологический состав отложений отличается мозаичностью, однако все-таки можно выявить некоторые закономерности в распределении отложений от коренного берега до современного. В частности, пологонаклонная равнина (пляж) сложена до большой глубины песками (сначала мелко-, а на тыловой части — тонкозернистыми), днище моря — тонкозернистыми песками, а ниже — суглинками и морскими илами. На западном побережье моря пески переходят в ил, а на заливах до ила идет песок, потом суглинки, что связано с характером аккумуляции и разностью источников выноса отложений. На обсохшей части дна моря вблизи лопастей протоков Амударьи наблюдается взаимное переслаивание легких суглинков и супесей с тонко- и мелкозернистыми песками, морской ил лежит глубоко (ниже 3 м от поверхности).

Степень и тип засоления этих отложений в зависимости от их механического состава весьма неодинаковы: пески, супесь и легкий суглинок теоретически должны быть слабо- и незасоленными, но, поскольку легкие и тяжелые по механическому составу отложения переслаиваются, а в их основании лежит водонепроницаемый ил, то он в условиях бессточности территории обуславливает солеобразование во всех отложениях независимо от их литологического и механического состава. Однако анализ многочисленных данных в солевом составе образцов почвогрунтов, отобранных из генетически разных горизонтов показывает, что песок и легкий суглинок засолены слабее, чем другие отложения (см. табл. 41), в то время как морской ил, тяжелый и средний суглинки засолены сильнее. Степень засоления ила во всех случаях составляет не меньше 2% при содержании хлора больше 0,3%, местами на глубине 130—250 см содержание солей достигает 6,4% (разрез 606), что связано с отсутствием стока грунтовых вод и расходом влаги только на капиллярное испарение.

**Характер засоления почвогрунтов осушившегося дна моря.** В зависимости от литолого-геоморфологических условий и гидрогеологической обстановки накопление солей в зоне аэрации почвогрунтов идет с разной интенсивностью, при сильной они концентрируются по всему



профилю с максимумом на поверхности, при слабой соли, накопившиеся на поверхности почвы, естественным путем рассолятся и будут накапливаться на некоторой глубине (30—50 см), вместе с этим в нижних слоях количество солей повышается за счет внутрисочвенного испарения.

Анализ содержания водорастворимых солей показывает, что в преобладающей части обсохшего дна моря максимум солей наблюдается на поверхности почвы до глубины 0,5 см, где их содержание местами достигает 55% и более по плотному остатку. С глубиной количество солей в почвах уменьшается, однако там, где соленакопление активно, объем солей в профиле уменьшается до уровня верховодки постепенно (см. табл. 41, разрезы 614, 666), но степень засоления до нижних горизонтов остается большой — 1,7% по плотному остатку при содержании хлора 0,5%, о чем свидетельствует устойчивое продолжение солеобразования в корнеобитаемом слое почвы.

Другая характерная особенность засоленных почв — ряд солевых горизонтов в профиле, где солей по сравнению с нижними и верхними слоями содержится значительно больше (разрезы 610, 612, 606, 613) — более 3% (солончак), местами до 6,5%. Обессоленные горизонты обычно соответствуют отложениям легкого механического состава, солевые горизонты — преимущественно илам и тяжелым суглинкам.

Значительной концентрацией солей характеризуются узкие заливы, фильтрационные озера и бессточные котловины Актепинского архипелага, где на днищах котловин образовалась толща мощностью от 3 до 80 см, представляющая собой галит и сульфат натрия, а почвогрунты до глубины 1 м и более содержат чрезвычайно много (90% и более) солей, где их даже больше самого грунта. Это связано с полным испарением оставшейся морской воды и накоплением солей, содержащихся в высокоминерализованных грунтовых водах. Для этой обсохшей части дна моря характерно постепенное уменьшение содержания солей по мере углубления.

Таким образом, характер засоления почвогрунтов обсохшей части дна моря по профилю весьма разнообразен, в основном зависит от интенсивности соленакопления, литологического состава отложений и минерализации верховодки.

**Типы соленакопления на обсохшей части дна моря.** Количественный и качественный состав солей, накапливающихся в зоне аэрации, сильно варьирует в зависимости от условий аккумуляции, определяемых главным образом геоморфологией участка. Выделяются следующие типы соленакопления: на открытых побережьях моря, на днищах заливов, на периферии устья и рукавов рек, на днищах фильтрационных озер.

Соленакопление на открытых побережьях моря свойственно преимущественно приливной части обсыхающего дна западного побережья и в пределах п-ва Муйнак. В связи с наклоном береговой полосы морская вода быстро уходит вслед за отступающим морем, к тому же верховодка не распространяется далеко в глубь суши, поэтому соленакопление происходит лишь за счет испарения влаги в толщах зоны аэрации и частично грунтовых вод, так как они лежат относительно глубоко. Количество солей в приморском солончаке колеблется от 3 до 23% при содержании хлора 1 и 6% (см. табл. 41, разрез 606). Тип засоления — хлоридно-сульфатный с повышенным содержанием натрия (до 5,743% по сухому остатку). Характерная особенность засоленных почв открытых побережий — сосредоточение солей в верхних горизонтах до 20—30 см, с глубиной засоление резко падает до 0,4—0,7%.

Вследствие глубокого залегания грунтовых вод (во всяком случае ниже 3 м) на отдаленных от уреза моря участках береговой полосы



наблюдается естественное рассоление приморских пухлых солончаков по ареалам (разрезы 212, 610, 17), по мере падения уровня моря рассоление этой части дна моря будет интенсивным.

Соленаккумуляция на днищах заливов обсохшей части моря из-за незначительного уклона поверхности и микрозападин сильно отличается от подобных типов солеобразования в корнеобитаемом слое почвы. При отступании моря в связи с мелководностью заливов обнажается довольно большой участок дна, на западинах застаивается морская вода, слабая наклонность заливов обуславливает близкое залегание верховодки на большой территории и длительное капиллярное поднятие влаги. В отличие от западного побережья моря, где преобладают супесчано-песчаные отложения, здесь доминируют суглинисто-илистые с прослойками тонкозернистых песков, что отражается на величине капиллярного подъема влаги каймы и интенсивности засоления грунтов.

В условиях практически бессточных заливов почвогрунты значительно засолены, сухой остаток в корке мощностью до 1,5 см составляет не менее 3%, местами 53% (разрез 218в), с глубиной засоление резко падает до 1,5—2%, а в слое морского ила оно резко поднимается до 3—5% (см. табл. 41, разрезы 612, 613, 610).

Тип засоления — хлоридно-сульфатный с преобладанием натрия. Интересно отметить, что в верхних слоях почвогрунтов ионы сульфата значительно преобладают над ионами хлора, но с углублением соотношение ионов сульфата и хлора сближается, в илистом горизонте хлориды начинают преобладать над сульфатами (разрезы 26, 256). По-видимому, это связано с водонепроницаемостью грунта и расходом влаги только на испарение, что приведет в условиях резкого преобладания вертикального водообмена к аккумуляции хлоридов.

Хлоридно-сульфатный тип засоления характерен для большей части заливов Аджибай, Джилтырбас, Рыбацкий, Муйнак. Вдоль п-ва Муйнак чаще встречается сульфатно-хлоридный тип засоления почв (разрезы 255, 660), при котором, наоборот, в корке преобладает ион хлора, по мере углубления соотношение сульфата и хлора уравнивается или незначительно преобладают сульфаты.

Соленаккумуляция на заливах происходит за счет испарения застойных морских вод (степень минерализации достигает 90 г/л, разрез 21) в западинах и близко расположенной верховодке, где из-за отсутствия горизонтального водообмена засоление вод достигает больших величин (от 25 до 75 г/л, разрезы 259а и 257б), причем преобладают хлориды и натрий. Кроме этого, подземный отток грунтовых вод, питающихся за счет вод оз. Судочье, стекающих через оз. Каратерень, попадает в залив Аджибай, здесь большая их часть расходуется на испарение, что приведет к засолению почв.

Такой же поток существует в пределах залива Муйнак за счет вод каналов, питающих г. Муйнак и ряд озер в его южной части, в пределах залива Рыбацкого существует поток грунтовых вод с юга со стороны оз. Макпалкуля и других озер и ряда каналов, направленных с Акдарьи и Кипчакдарьи в г. Муйнак. В заливе Джилтырбас грунтовые воды питаются за счет вод озерно-болотного комплекса, возникающего в результате сброса вод Казахдарьи и коллекторов КС-1 и КС-3.

Соленаккумуляция на периферии устья рукавов Акдарьи происходит под воздействием ее опресняющего влияния. Подземный сток инфильтрационных вод в устье рукавов Акдарьи опресняют верховодки, тем самым уменьшается соленаккумуляция в зоне аэрации. В этой области почвы засолены лишь в верхних слоях (3—7%, разрез 657) до 10 см, с глубиной засоление резко падает, составляя 0,1—0,3%.



этому же способствует легкий механический состав русловых отложений. Тип засоления — хлоридно-сульфатный со значительным содержанием натрия.

Соленакпление на днищах изолированных заливов, лагун и протоков формируется при полном или частичном высыхании морской воды, которая осталась во время отступления моря. Кроме испарения, происходит капиллярное подтягивание влаги из донных отложений, которые долгое время были насыщенными минерализованной верховодкой (степень солености достигает 111,9 г/л и более, разрез 256, лагуна Сургуль). В одном из изолированных узких заливов южного берега Арала (разрез 306) мы отметили соленость вод 335,8 г/л при содержании хлора 176,5, натрия — 94,2, сульфата — 42,7 г/л. На поверхности подобных изолированных заливов постепенно образуются солевые залежи мощностью от 2 до 100 см и более.

Среднее содержание солей на изолированных заливах и лагунах составляет 25—40%, максимальное — более 100%. Типичный пример данного типа соленакпления — район Акнеткинского архипелага, где солончаки образуются на днищах бывших протоков. Состав этих солей смешанный, сульфатно-хлоридный. Среди катионов наряду с натрием большая роль принадлежит магнию (Богданова, Костюченко, 1978).

Соленакпление на днищах высохших фильтрационных озер наблюдается на периферии юго-восточного побережья моря. До понижения уровня Арала эти котловины были заняты фильтрационными озерами, отграниченными от моря золовыми формами рельефа, со снижением уровня моря в них стало формироваться солеобразование. Для них характерно высокое содержание солей, особенно в верхнем слое 10—20 см, где оно колеблется от 30 до 90% и более. Во многих фильтрационных озерах рапы полностью не высохли, в некоторых на поверхности солевого горизонта стоят сильно насыщенные солями растворы различных окрасок, что связано с составом солей, в других рапы полностью превратились в соли и на поверхности озера образовались белоснежные солевые залежи, мощность верхнего слоя (обычно из галита) — часто 8—10 см и более, под ним лежит насыщенная солями верховодка, ниже до большой глубины (часто до 1 м) располагаются соли сульфата натрия, магния и др.

Таким образом, процессы соленакпления на обсохшей части дна моря весьма сложны и разнообразны, механизм образования, объем и состав зависят от многих природных факторов.

**Дефляционные процессы.** Ветровому выносу солей с обсохшего морского дна посвящены только теоретические разработки (Кузнецов, 1976, 1977, 1978; Федорович, 1978; и др.). Чтобы их подкрепить, необходимы стационарные наблюдения в ряде пунктов береговой полосы Арала, но эти наблюдения не проводятся до сих пор, а без них нельзя сделать обоснованных прогнозов.

Ветры над Аральским морем и его прибрежной зоной большую часть года имеют северо-восточное направление, средняя скорость 3,5—6 м/сек; в январе повторяемость северо-восточных ветров больше, чем в июле (табл. 42). Это обусловлено тем, что исследуемая зона находится под воздействием периферии сибирского антициклона, который создает в этом районе барические градиенты. Так как Аральское море замерзает только частично, то оно оказывает некоторое влияние на распределение направлений ветра на побережье и на островах, особенно в летний период (Прохоров, 1972).

Скорость ветра в Южном Приаралье распределяется равномерно летом и зимой. Летом средняя скорость ветра в прибрежных станциях



(Актумсук, Тигровый, Муйнак, Уялы) изменяется в пределах 4,2—5,6 м/сек, вполне благоприятных для развития ветроэрозионных процессов. Эти ветры можно отнести к «активным», они достигают 5 м/сек и более<sup>1</sup>, такая скорость способна перемещать песок (Петров, 1973).

Таблица 42

Преобладающее направление ветра, его скорость и повторяемость в различные периоды года (Житомирская, 1964)

| Станция          | Январь      |                  |                 | Апрель      |                  |                 | Июль        |                  |                 | Октябрь     |                  |                 | Год         |                  |                 |
|------------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|-------------|------------------|-----------------|
|                  | направление | повторяемость, % | скорость, м/сек | направление | повторяемость, % | скорость, м/сек | направление | повторяемость, % | скорость, м/сек | направление | повторяемость, % | скорость, м/сек | направление | повторяемость, % | скорость, м/сек |
| Актумсук         | СВ          | 27               | 6,2             | СВ          | 55               | 5,8             | СВ          | 30               | 4,3             | З           | 20               | 6,9             | СВ          | 33               | 5,7             |
| Тигровый         | В           | 27               | 5,3             | С           | 30               | 4,8             | СВ          | 27               | 4,9             | В           | 24               | 5,2             | СВ          | 33               | 5,5             |
| Муйнак           | В           | 27               | 5,7             | СВ          | 32               | 5,7             | СВ          | 33               | 5,0             | В           | 25               | 5,2             | СВ          | 30               | 5,4             |
| О. Возрождения   | СВ          | 29               | 5,8             | СВ          | 22               | 4,9             | С           | 20               | 4,0             | СЗ          | 17               | 5,5             | СВ          | 24               | 5,6             |
| О. Барса-Кельмес | В           | 24               | 7,3             | СВ          | 31               | 6,9             | С           | 22               | 5,1             | В, СЗ       | 18               | 6,7             | СВ          | 22               | 6,5             |
| Уялы             | В           | 28               | 5,1             | С           | 26               | 5,2             | С           | 29               | 5,6             | СВ          | 21               | 5,4             | СВ          | 23               | 6,5             |
| Узун-Каир        | СВ          | 32               | 5,0             | СВ          | 20               | 5,5             | З           | 22               | 4,4             | СВ          | 21               | 5,1             | СВ          | 23               | 5,2             |
| Аральское море   | СВ          | 25               | 4,9             | В           | 22               | 5,1             | ЮЗ          | 22               | 5,7             | СВ          | 20               | 4,3             | СВ          | 22               | 4,8             |
| Саксаульская     | С           | 31               | —               | В           | 20               | —               | С           | 23               | —               | В           | 18               | —               | С           | 24               | —               |
| Казалинск        | СВ          | 28               | 3,0             | В           | 23               | 3,8             | СВ          | 21               | 3,0             | СВ          | 19               | 3,0             | СВ          | 21               | 3,3             |
|                  |             |                  |                 |             |                  |                 |             |                  |                 | В           |                  | 3,3             |             |                  |                 |

Большие скорости ветра (на ст. Муйнак от 4,9 до 6,0 м/сек, ст. Уялы от 5,6 до 5,9, ст. Актумсук от 4,6 до 5,0 в 13 час.) наблюдаются

Таблица 43

Суточный ход скорости ветра (м/сек) по срокам (Житомирская, 1964)

| Станция          | Январь |     |     |     | Апрель |     |     |     | Июль |     |     |     | Октябрь |     |     |     |
|------------------|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|
|                  | 1      | 7   | 13  | 19  | 1      | 7   | 13  | 19  | 1    | 7   | 13  | 19  | 1       | 7   | 13  | 19  |
| Актумсук         | 5,9    | 6,4 | 6,5 | 6,0 | 4,0    | 5,1 | 5,6 | 3,5 | 4,2  | 5,0 | 4,6 | 3,5 | 5,3     | 6,1 | 6,3 | 4,8 |
| Тигровый         | 4,2    | 4,3 | 4,6 | 4,5 | 4,7    | 4,7 | 5,2 | 4,9 | 4,6  | 4,9 | 4,3 | 4,4 | 5,6     | 5,5 | 5,0 | 5,4 |
| Муйнак           | 4,6    | 4,3 | 5,1 | 4,9 | 4,5    | 4,9 | 6,1 | 4,8 | 3,6  | 4,3 | 4,9 | 4,0 | 4,6     | 4,4 | 5,3 | 4,4 |
| О. Возрождения   | 4,7    | 4,7 | 5,5 | 4,9 | 4,2    | 4,5 | 5,1 | 3,8 | 3,4  | 4,6 | 4,5 | 3,8 | 5,2     | 5,3 | 6,3 | 5,3 |
| О. Барса-Кельмес | 6,4    | 6,4 | 6,9 | 6,9 | 6,3    | 5,9 | 6,0 | 5,4 | 5,6  | 5,6 | 5,3 | 4,3 | 6,9     | 6,5 | 7,4 | 6,4 |
| Уялы             | 5,0    | 4,9 | 5,0 | 5,0 | 5,4    | 5,5 | 5,8 | 5,2 | 5,0  | 4,7 | 5,9 | 4,9 | 5,9     | 5,8 | 5,7 | 4,9 |
| Узун-Каир        | 4,6    | 4,5 | 5,2 | 4,7 | 4,8    | 5,0 | 5,5 | 4,5 | 4,0  | 4,0 | 4,6 | 4,2 | 4,6     | 4,8 | 5,3 | 4,2 |
| Аральское море   | 3,7    | 3,9 | 4,6 | 4,1 | 3,7    | 4,5 | 5,7 | 4,0 | 3,0  | 3,3 | 5,3 | 5,0 | 3,9     | 3,9 | 5,2 | 3,6 |

в основном днем (табл. 43), когда почва до значительной глубины увлажнена минимально. В июле довольно значительно изменяется направление ветра в 13 час., что обусловлено бризовой деятельностью, которая более активна в дневные часы. При значительном уменьшении площади водоема активность бризовой деятельности снижается (Прохоров, 1972).

<sup>1</sup> Для приведения в движение песчинок мелкозернистого песка (0,25—0,01 мм) требуются скорости ветра у поверхности, близкие к 3,5—4 м/сек. Это соответствует силе ветра по шкале Бофорта на флюгере высотой 10 м 5—6 м/сек.



В Актумсуке в холодный период года отмечены западные ветры со скоростью 25—30 м/сек. Максимальные скорости, зимой превышающие 25 м/сек, почти повсеместны. Лишь в некоторых районах ветер максимальной скорости дует (табл. 44) и в теплый период (Тигровый, Уялы, о. Возрождения).

Наибольшее количество дней с сильным ветром до 44—54 за год отмечают станции Актумсук и Барса-Кельмес, среднее — Уялы и Тигровый (23—25 дней), в остальных районах сильные ветры ограничены 9—14 днями за год.

В развитии дефляции, помимо скорости ветра, имеет значение состав отложений. Отложения высохшей части моря состоят в основном

Таблица 44

Направление и максимальная скорость ветра, м/сек (Житомирская, 1964)

| Станция          | I        |             | II       |             | III      |             | IV       |             | V        |             | VI       |             |
|------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
|                  | скорость | направление | скорость | направление | скорость | направление | скорость | направление | скорость | направление | скорость | направление |
| Актумсук         | 30       | З           | 25       | З           | 25       | ЗСЗ         | 20       | Различное   | 20       | Различное   | 20       | СВ          |
| Тигровый         | 20       | ЮЗ          | 20       | Различное   | 24       | В           | 20       | З           | 20       | В, З, СВ    | 25       | С, ССВ      |
| Муйнак           | 20       | ЮЗ          | 25       | ЗСЗ         | 24       | З           | 20       | Различное   | 21       | ВСВ         | 22       | З, ЮЗ       |
| О. Возрождения   | 20       | ВСВ, ЮЮЗ    | 24       | ССЗ         | 24       | ЮЗ, З       | 18       | ВСВ         | 18       | З           | 18       | ВСВ         |
| О. Барса-Кельмес | 20       | З           | 20       | СВ          | 20       | Различное   | 20       | Различное   | 20       | ЮВ          | 20       | СЗ          |
| Уялы             | 20       | ЮЮЗ, ЮЗ, З  | 20       | ЗСЗ         | 21       | ЮЗ          | 20       | Различное   | 20       | З, СВ       | 25       | СЗ          |
| Узун-Каир        | 24       | ВСВ, З      | 20       | ЗЮЗ, ВСВ, З | 25       | СЗ          | 20       | Различное   | 20       | СВ          | 20       | ЗЮЗ         |
| Аральское море   | 20       | ЮЗ, ЮЮЗ     | 25       | СЗ          | 20       | Различное   | 26       | ЗЮЗ         | 25       | ЮЗ          | 24       | ССЗ         |

из мелко- и среднезернистого песка, легко подверженного дефляции. Пески надводного пляжа высыхают до большой глубины, в то время как пески подводного — большей частью влажные, поэтому процессы развевания субстрата несколько ограничены.

Развевание песков происходит в результате действия северо-восточных активных ветров, обуславливающих формирование эолового рельефа. Различия в его формах, видимо, связаны с рельефом берега. Крутой западный берег имеет узкие полосы надводных пляжей. Хотя скорость ветра и значительна (4,4 м/сек на ст. Актумсук), эоловый рельеф по сравнению с аккумулятивными берегами дельты развит слабее. Здесь довольно часты вихревые (турбулентные) движения ветра, сопровождающиеся выносом большого количества пыли, песчаных частиц и других веществ вверх (смерчи). В летние сезоны 1977—1979 гг. на надводном пляже причинковой равнины сильные смерчи (скорость их перемещения свыше 15 м/сек) поднимали в воздух, кроме пыли и песка, раковины и стебли растений.

На юго-западном участке обсохшего пляжа Рыбацкого и Муйнакского заливов образовались цепи барханов и бугристые пески. Эоловым процессам способствуют отсутствие растительного покрова и бессистемная эксплуатация грунтовых дорог. Неизбежно усиливается дефляция



в старых очагах, образуются новые объекты выдувания. Грунтовые дороги на пляже — один из главных очагов проявления ветроэрозионных процессов. По мере выноса песчаного материала дорожные колеи углубляются и расширяются, а выдуваемый песок, аккумулируясь на поверхности, образует барханы, в результате одновременно создаются котловины выдувания. На пляже Рыбацкого залива, на дороге между г. Муйнак и устьем р. Инженерузекз (территория пастбы скота, заготовки древесины и сена, охоты) подобные формы находятся на стадии интенсивного образования. Длина крупных форм в 1978 г. достигала 80 м, ширина 35 м и глубина до 1 м. Котловины образовались за последние 10 лет.

Подводный пляж моря, как отмечено, более устойчив против развевания, к тому же здесь условия для пастбы скота неблагоприятны (развиваются одни галофиты), как и для движения наземного транспорта (слишком увлажненный грунт), что предотвращает разрушение верхнего слоя почв. Несмотря на это, некоторые участки подводного пляжа подвержены дефляции. Поверхность пляжа из-за отсутствия растительного покрова летом иссушается до глубины 10—15 см. Старые трещины усыхания заполнены песком и ракушками. Небольшие прикустовые пески встречаются в контактной полосе, где выражена стадийность рельефообразования — от элементарных форм эоловой равнины до барханного рельефа. Интенсивность выдувания в подобных грунтах составляет 0,1 см/год (Кривенков, 1969).

Из-за отсутствия стационарных наблюдений за дефляцией на солончаках ограничимся общими соображениями. В пределах обсохшей части днища дефляции подвергаются в основном пухлые и корковые солончаки подводного пляжа, корковые солончаки дна моря. Однако степень их дефляции зависит прежде всего от состава пород, глубины залегания грунтовых вод и растительного покрова. Там, где грунтовые воды находятся на глубине более 1,5 м, она составляет 3—4 см и более в год (Кривенков, 1969).

Данные А. М. Кривенкова относятся, по-видимому, к пухлым солончакам. Эти солончаки распространены на описываемой территории широко, но дефляция их из-за растительности (солерос, сарсазан, сведа) неравномерна. Там, где однолетние солянки растут густо (проективное покрытие 100%), развевание пухляка весьма незначительно, а на участках с высохшими растениями — слабое. Зато на участках солончаков, где проективное покрытие растительности менее 50%, происходит существенное развевание; при отсутствии растительности идет ускоренное развевание пухлого солончака, местами верхний слой до 3—4 см отсутствует, обнажается более плотный влажный песок с ракушками или морской ил.

Очагами дефляции пухлых солончаков служат старые трещины усыхания.

Корковые солончаки склона осушенного дна моря наиболее сильно противостоят дефляции. Трудно поддается раздуву солевая корка, состоящая преимущественно из NaCl, однако при небольшой мощности (0,3—0,6 см) она может быть объектом раздувания. Ее уничтожение с последующей дефляцией происходит в результате выпаса скота и антропогенного воздействия.

Изучение злостных солончаков и солевых залежей обсохших озер Акпеткинского архипелага и дна моря в этом районе показало, что вынос солей происходит не только с поверхности пухлых солончаков, но и из корковых, соровых и других. Конечно, надо учитывать бронирующий слой галита.



Во время полевых исследований выяснено, что не все солончаки юго-восточной обсохшей части дна моря покрыты этими слоями, в одних действительно имеется плотный горизонт мощностью от 1 до 5 см, состоящей из поваренной соли, а в других наблюдаются пудрообразные белоснежные соли слоем до 6—8 см. Следует отметить, что на высохших озерах мощность солей превышает 1 м, солевые запасы достигают 5 тыс. т/га. Выяснено, что самый верхний слой состоит из галита или сульфата натрия, а нижний представлен сочетанием солей; они рыхлые, сыпучие или слабоуплотненные. Реже встречаются солевые залежи (до 1 м), состоящие только из плотной поваренной соли.

Исследование солевых залежей высохших озер показало, что местами их днища и склоны лишены солей, только по краям остались солевые столбы высотой до 0,5 м. Это свидетельствует о том, что соли, покрывавшие дно озера, вынесены ветром за пределы котловины на периферию. Дефляция сорных солончаков с бронирующим слоем несколько усложняется из-за неподатливости их разрушению. Но тем не менее с течением времени они также переносятся на другие участки под непрерывным действием ветра, о чем свидетельствуют неровная поверхность сорных солончаков, отсутствие солей на определенных участках и значительная подверженность выветриванию.

Таким образом, типичные солончаки, соры и солевые залежи обсохшей части дна моря служат очагами солевого выноса. Стационарные наблюдения за ветровым выносом не велись, но, по данным М. А. Орловой (1978), которая подсчитывала солевой баланс Уланбельской дельты низовьев Чу, с 1 км<sup>2</sup> вынос солей ветром составил 728 т в год. Она пишет: «...данная величина не является предельной. Это средний показатель золотого выноса для территории с пестрым засолением, где почвы, преимущественно гидроморфные, с большим скоплением солей у поверхности занимают 40—50% площади. С собственно солончаковых пятен вынос солей должен быть выше». Следовательно, в условиях обсохшей части дна моря вынос должен быть значительно больше.

**О прогнозировании природных процессов обсохшей части дна Аральского моря.** Такое прогнозирование следует тесно увязывать с изменениями в пределах дельты, так как Аральское море и Приаралье — единый парагенетический природно-территориальный комплекс. Изменения, наблюдающиеся в одном из них, нарушают сложившееся естественное равновесие, поэтому обязательно сказываются и на другом.

Отмеченные для обсохшей части дна дефляционные процессы соленакопления и трещины усыхания, являясь зональными (кроме ветроэрозийных), наблюдаются в определенных полосах. Следует выделить главные факторы, которые определяют сущность и скорость динамики процесса.

Соленакопление и рассоление почвогрунтов зависят не только от литолого-геоморфологического строения и гидрогеологических условий дна, но и от факторов, оказывающих влияние с периферии, особенно от грунтовых вод со стороны Устюрта, дельты Амударьи и Северо-Западных Кызылкумов, и солевого состава атмосферных осадков. Аральское море, располагаясь на самом низком месте Туранской низменности, служит базисом эрозии и соленакопления. Следовательно, по мере усыхания Арала сток грунтовых вод будет усиливаться<sup>1</sup> в направлении моря. Еще неизвестно, какая будет глубина залегания грунтовых

<sup>1</sup> Роль подземных вод в водном балансе Аральского моря еще слабо изучена. По данным И. М. Черненко (1972), возможное поступление подземных вод в море колеблется от 5,0 до 3,4 км<sup>3</sup> в год, а по Н. Н. Ходжибаеву и др., составляет от 0,2 до 1.



вод, стекающих с периферии. В причинковой полосе, очевидно, она будет ниже (возможно, и здесь — близко к поверхности) по сравнению с южной — мелководной частью Арала. Интенсивное испарение с поверхности этих вод также способствует соленакоплению в зоне аэрации.

По мере снижения уровня моря процессы соленакопления будут охватывать новые участки, освобождающиеся от воды. На мелководной (южной) части моря верховодка будет близка к поверхности на большей части территории. В связи с этим интенсивно будут накапливаться соли на поверхности маршевых почв. Теоретически по мере засоления нижней части склона моря (авандельты) верхняя должна рассолиться из-за снижения верховодки. Как показывают многочисленные исследования (Ковда, Легостаев, Панков, Егоров и др.), грунтовые воды на

Минерализация грунтовых и поверхностных вод

| Номер и местоположение разреза               | Почва                          | Глубина, м | Сухой остаток, г/л | CO <sub>2</sub> |
|----------------------------------------------|--------------------------------|------------|--------------------|-----------------|
| 16. Юго-западный берег                       | Пдес около моря                | —          | 90,60              | 0,036           |
| 212. Там же, дно моря                        | Примитивные пустынные песчаные | 1,0        | 19,30              | Нет             |
| 219-а. Залив Аджибай                         | Морская вода                   | —          | 35,120             | Нет             |
| 257-б. Восточный берег п-ва Муйнак           | Корково-пухлые солончаки       | 0,6        | 75,100             | Нет             |
| 257-г. Там же                                | Маршевые корковые солончаки    | 0,7        | 49,760             | 0,12            |
| 259-а. Залив Рыбацкий                        | Маршевые корковые солончаки    | 0,7        | 25,080             | 0,09            |
| 259. Там же                                  | Маршевые почвы                 | 0,3        | 27,70              | 0,036           |
| 286. Там же                                  | Корковые солончаки             | 1,2        | 14,186             | Нет             |
| 217. Юго-западный берег, причинковая равнина | Корковые солончаки             | 0,8        | 15,825             | Нет             |
| 256. П-ов Муйнак, залив моря                 | Соровые солончаки              | 0,5        | 111,960            | Нет             |

глубине даже 10 м от поверхности оказывают влияние на засоление зоны аэрации.

При снижении уровня моря на 10 м у береговой линии соленакопление может быть значительно сокращено. Но засоление почв может происходить на отдельных участках в результате испарения протоков грунтовых вод, направляющихся с периферии моря. Грунтовые воды, выклинивающиеся из-под чинка Устюрта, минерализованы (от средней до сильной степени, табл. 45). Засоление береговой зоны, вышедшей из-под влияния морской верховодки, будет ниже, а в некоторых местах в результате атмосферного увлажнения произойдет рассоление, при этом соли из поверхностных горизонтов будут перемещаться на глубину (Богданова, Костюченко, 1977), но при увлажнении активного слоя могут вновь подняться к корнеобитаемому слою. Они становятся глубоко-солончаковыми.

Соленакопление будет происходить особенно интенсивно в новых лагунах. На дне их образуются солончаки смешанного состава с преобладанием хлоридов, а преимущественно сульфатные с пятнами чистых сульфатов — на склонах лагун. Сульфатные солончаки займут в лагунах меньшую площадь, но именно они представляют основную опасность, поскольку не зарастают растительностью, а соли из них легко подвергаются ветровому выносу (Богданова, Костюченко, 1977).



Процессы дефляции по мере снижения уровня моря будут становиться интенсивными, так как сфера влияния их расширяется. Надводный пляж — объект более активного проявления дефляции. Возможно, и песчаный покров подводного пляжа окажется территорией интенсивной дефляции, однако если он будет покрываться кустарниками и полукустарниками, этот процесс приостановится. На некоторых участках пляжа имеются кусты тамарикса (залив Рыбацкий) и карабарака (юго-западный берег залива Аджибай), а нижний ярус — однолетние солянки. При растительном покрове ветроэрозийные процессы значительно ослабляются. Однако на участках, свободных от растительности, развевание субстрата будет происходить интенсивно, будут формироваться котловинно-барханный и котловинно-бугристый рельеф, как это проис-

Таблица 45

обсохшей части дна Аральского моря, г/л

| Щел. в $\text{HCO}_3$ | Cl     | $\text{SO}_4$ | Ca    | Mg    | Na по разности | $\text{CO}_2$ |
|-----------------------|--------|---------------|-------|-------|----------------|---------------|
| 0,231                 | 33,372 | 25,76         | 1,460 | 5,430 | 22,131         | 1,2           |
| 0,122                 | 6,648  | 6,255         | 0,691 | 1,100 | 4,372          | 0,33          |
| 0,238                 | 13,120 | 10,238        | 0,661 | 2,079 | 8,618          | 0,51          |
| 0,585                 | 30,301 | 17,447        | 6,141 | 4,049 | 19,722         | He опр.       |
| 0,585                 | 18,746 | 12,674        | 0,60  | 3,17  | 11,86          | 4,0           |
| 0,451                 | 8,961  | 6,752         | 0,761 | 1,443 | 5,690          | 3,2           |
| 0,439                 | 11,124 | 6,337         | 1,052 | 1,252 | 6,861          | 1,2           |
| 0,122                 | 4,929  | 4,535         | 0,551 | 0,790 | 3,170          | He опр.       |
| 0,238                 | 5,006  | 5,275         | 0,631 | 0,413 | 4,372          | He опр.       |
| 0,597                 | 45,355 | 25,019        | 0,581 | 6,347 | 28,959         | He опр.       |

ходит на надводном пляже заливов Рыбацкого, Муйнак и в пределах мыса Аккала. Эти процессы приведут к расчленению равнинного рельефа морского дна. В результате морская аккумулятивная равнина сменится золово-аккумулятивной.

Еще сильнее изменения дна моря будут в пределах восточного побережья п-ва Муйнак, где расположена морская курортная зона и пионерские лагеря: из-за близкого залегания верховодки пески пляжа значительно увлажнены, но с падением уровня моря они будут высыхать и подвергаться дефляции и этому благоприятствует отсутствие растительного покрова. Летом во время курортного сезона отдыхающие будут способствовать истреблению растительного покрова не только пляжа, но и всей береговой зоны.

На обсохшей части дна моря в пределах районов Инженерузек и Ордабай пески пляжа густо покрыты тростником, гребенщиком, солянками, рогозом. Язвы дефляции имеют небольшие размеры, на вершинах старых дюн — свеженавеянные пески. Развитие золовых процессов сдерживается густым растительным покровом и увлажненностью грунтов, даже при скорости ветра до 10—15 м/сек и более песок не переносится. Данный район расположен далеко от населенных пунктов, отсутствует дополнительная, но очень сильная причина нарушения растительного покрова, в результате сохраняются благоприятные условия



нормальной ее вегетации. Исходя из современного состояния природных условий пляжа, появление эоловых процессов, очевидно, будет ослабленным.

Таким образом, объекты развевания дна моря — в основном пухлые и отчасти корково-пухлые солончаки, лишенные растительности. По мере высыхания песчаных грунтов и смены солянок разреженным тамариксом или другими кустарниками и полукустарниками процессы их развевания, возможно, будут ускоряться, поэтому здесь именно пухлые солончаки наиболее опасны, при дефляции пухлый горизонт будет легко выдуться. Однако нельзя считать, что поверхность почвы освободилась от солей. По мнению М. А. Панкова (1970), образование рыхлых скоплений солей на поверхности почвы, подобно мульче, снижает потери почвенной воды на испарение, прекращая вынос солей кверху. С удалением пухлого слоя вынос солей на поверхность возобновляется. Близкое расположение плотного морского ила будет препятствовать глубокому проникновению процессов, следовательно, глубина расчленения поверхности дна моря будет ничтожной.

Развитие дефляции засоленных грунтов зависит и от состава солей корки, образующейся на поверхности солончака. Корки из поваренной соли и гипса очень плотные и ветроустойчивые (Геллер, 1969); сульфатная корка непрочная, легко рассыпается под действием ветра. Н. М. Богданова и В. П. Костюченко (1978) отмечают: «Солончаки фильтрационных озер по качественному составу солей чаще относятся к сульфатным. В основном преобладают сульфаты натрия» (стр. 43). Подобные солончаки встречаются на юго-востоке — в пределах Акпеткинского архипелага.

Тем не менее характер солевого покрова, его мощность и химический состав, дефляция в условиях дальнейшего усыхания Арала до сих пор неясны, расчеты С. Ю. Геллера (1969) и Н. Т. Кузнецова (1976) показывают, что со снижением уровня моря до отметки около 40 м абс. выс.<sup>1</sup> концентрация солей в морской воде достигает примерно 29 г/л. В составе солей будут преобладать воднорастворимые соли, выпавшие непосредственно из морской воды; выпадет прежде всего  $\text{CaCO}_3$ , вскоре — мирабилит, а затем галит, на долю которого, когда Арал станет хлоридным соленым озером, по предположению С. Ю. Геллера (1969), придется примерно 99% осаждаемых солей.

Точных расчетов мощности соляной толщи, которая возникнет на дне моря, нет. По предположению С. Ю. Геллера, она в среднем составит не меньше 2,5—3 м. Площадь соленой пустыни вокруг Большого моря, по расчетам Н. Т. Кузнецова и др. (1978), составит примерно 10 тыс. км<sup>2</sup>. Оба исследователя допускают, что если в море будет подаваться не более 10—12 км<sup>3</sup> в год коллекторных и иных вод, то площадь соленой пустыни вокруг питаемого ими остаточного водоема в центральной части достигнет 10 тыс. км<sup>2</sup> и превысит 21 тыс. км<sup>2</sup> в западной приустюртовой части. Вряд ли удастся добиться естественного рассоления в центральном водоеме, так как его дно и берега будут представлены солевыми толщами, с которых дождевые и талые воды будут смывать соли в водоем.

Примерно половина мощности соляной толщи придется на пласт галита, который займет верхнюю часть, нижняя будет занята мирабилитом, глауберитом, астраханитом и др. Пласт галита — очень плотное образование, практически никакого раздувания его, а, следова-

<sup>1</sup> Засоление почвогрунтов высыхающей части дна моря за счет верховодки будет продолжаться до этой отметки.



тельно, выноса солей не произойдет (Геллер, 1969). Однако нельзя исключить возможность ветрового выноса солей с соляной толщи моря (Кузнецов, 1976). Ведь С. Ю. Геллер свои построения основывал на наблюдениях по небольшим соляным озерам Прикаспийской низменности, а площадь соляной толщи, образуемой в акватории моря, будет превышать 30 тыс. км<sup>2</sup> и при постоянном сильном ветре кристаллы солей будут подвергаться ветроэрозионным процессам. Территория соленой пустыни, где отсутствуют препятствия для развития ветра, позволит дефляции усиливаться, перенос солей будет в южном и юго-восточном направлении; не исключено и другое направление, ведь происходит же перенос тонкого материала с твердой замерзшей поверхности грунта сильными ветрами зимой.

#### СТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОБСОХШЕЙ ЧАСТИ ДНА И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

Один из существенных вопросов — становление новых природных комплексов на осушающейся части моря при дальнейшем опускании его уровня. Еще С. Ю. Геллер (1969) указал на возможность использования для земледелия освобождающихся от морских вод участков дна Арала.

На осушившейся с 60-х годов прибрежной полосе моря видны регионы, которые отличаются между собой по характеру и структуре геокомплексов. Это обусловлено сложностью физико-географической среды дна, формирующейся по мере усыхания Арала в экстремальных климатических условиях.

Природные комплексы обсохшей части Аральского моря сравнительно молодые и весьма динамичные, в них еще не завершилась стадия формирования всех природных особенностей, границы их очень подвижны. Почвенно-растительный покров находится в стадии формирования, режим грунтовых вод и верховодки весьма динамичен. Выделяются два природных комплекса: склон и дно, которые резко отличаются друг от друга по всем компонентам среды. Совокупность природных свойств регионов обуславливает выделение здесь двух видов природного комплекса: пологий склон осушившегося моря с однолетними солянками и гребенщиками на разнозакрепленных песках в комплексе с корковыми и пухлыми солончаками и осушающееся дно моря с трещинами усыхания, однолетними солянками на маршевых луговых и корковых солончаках.

В районе Акпеткинского архипелага географическая структура ландшафтов своеобразна, в других частях прибрежной полосы она не повторяется. Это позволяет выделить ее в качестве самостоятельного вида природного комплекса — грядово-бугристые с псаммофитами, пески кызылкумского типа в комплексе с однолетними солянками на луговых, мокрых и типичных солончаках, с высыхающими рассолами в межгрядовых понижениях (бывшее дно моря).

Природные комплексы осушившегося дна моря более взаимосвязаны между собой и взаимообусловлены в самой дельте. Их объединяет структурно-тектонический генезис, мезоформы рельефа (озерная котловина), гидрогеологические условия (потоки грунтовых вод направлены к центру моря), аридные климатические условия, особенности почв (соленакпление характерно для всех почв), повсеместное развитие галофитовых растительных сообществ и др. Эти характерные черты свойственны всем природным комплексам, что позволяет рассматривать их как единый геокомплекс высыхающего Аральского моря.



1) Пологие склоны осушившегося моря с однолетними солянками и юлгуниками на различнозакрепленных песках в комплексе с корковыми и пухлыми солончаками. Склон моря объединяет надводный и подводный пляжи обсохшей части Арала. В литологическом отношении разница между ними незначительна, а по условиям рельефа, растительному покрову и почвам существенно отличаются. Это позволяет рассматривать их отдельно в ранге низшего порядка природных комплексов.

Надводный пляж моря занимает территорию между террасой 60-х годов (на Устюрте, п-ве Муйнак), коренным берегом и подводным пляжем осушившейся части акватории моря. Барханно-бугристые пески в основном слабозакрепленные, местами они голые (юго-западная часть залива Рыбацкого, западные берега полуострова Муйнак, причинковые берега Устюрта между мысами Урга и Улькентумсук). Основная ценозообразующая растительность надводного пляжа — гребенщик щетинистоволосый, проективное покрытие их составляет 10—80% и более. На пляже залив Рыбацкого густота гребенщиков наиболее высокая, что объясняется ранним освобождением залива от моря (еще в 1966—1967 гг.) и близостью к гребенщикovým формациям дельты. В причинковых береговых полосах встречается белый саксаул в сочетании с гребенщиком.

Расчлененность песков надводного пляжа и постоянные активные ветры с моря ограничивают использование его для сельского хозяйства. Вблизи населенных пунктов они слабозакрепленные, часто голые. Для их закрепления необходимо самозаращение псаммофитами, предотвращение уничтожения молодых растений, регулирование пастбы скота и др. Строительство автомобильных дорог через пляж значительно сократит ветроэрозионные процессы и образование язв дефляции.

2) Подводный обсохший пляж, расположенный между надводным пляжем и дном моря, — вторая ступень Аральской котловины. Характерная особенность пляжа — закрепленность песков растительностью и увлажненность грунта в связи с близким залеганием грунтовых вод. Это обуславливает ограниченное развитие ветроэрозионных процессов. Пляж пологими ступенями плавно понижается ко дну моря, на нем сохранились параллельно расположенные друг другу невысокие валы, которые свидетельствуют о бывших берегах моря. Поверхность пляжа относительно слаборасчлененная (0—0,5 м). Подобная морфология усложняет структуру остальных компонентов природных комплексов.

С расчленением рельефа хорошо увязывается распределение типов почв и растительного покрова. Микропонижения, бывшие лагуны береговой зоны моря, содержат в зоне аэрации большое количество солей. В результате испарения близкозалегающей верховодки в них дополнительно аккумулируются легкорастворимые соли, это обуславливает развитие корковых и луговых солончаков сульфатно-хлоридного (на днище) и хлоридно-сульфатного (в бортовой части) типов засоления. Эти участки пляжа заняты наиболее солеустойчивыми растениями (рис. 29, 30, схемы 3, 4).

Большая часть подводного пляжа занята пухлым солончаком, сведой и однолетними солянками на старых трещинах усыхания. Исследование почвенного покрова пляжа показало, что здесь явно выражена закономерность, обусловленная химическим составом и глубиной залегания морской верховодки. В контактовой полосе с дном моря глубина залегания верховодки около 0,5—0,8 м, а степень минерализации колеблется в пределах 30—40 г/л, тип минерализации — натриево-хло-



ридный, в то время как вблизи надводного пляжа глубина залегания морской верховодки 2,0—3 м и более, степень минерализации от 20 до 45 г/л и более, тип — натриево-сульфатный. Поэтому вблизи дна моря широко распространены корковые, а на периферии надводного пляжа — пухлые солончаки.

Подводный пляж по сравнению с надводным более благоприятен для использования в хозяйственных целях, однако луговые солончаки с зелеными солеросами и другими солянками для пастбищного животноводства мало эффективны. Слабая расчлененность рельефа позволяет выращивать камыш на основе лиманного орошения, но для этого необходима вода в достаточном объеме. На подводном пляже юго-западной береговой полосы (площадью от 0,25 до 5 га) на отдельных участках растет молодой камыш высотой до 1,5—1,8 м. Влажность почвогрунтов начинается с глубины 15—20 см. Характерно, что камыш растет в ареалах, близких к меридиональному направлению. Следовательно, на более рассоленных участках можно выращивать камыш.

3) Осушающееся дно моря с трещинами усыхания, солеросом и сарсазанниками на маршевых луговых и корковых солончаках. Обсохшая часть отличается от склонов тонким слоем мелкозернистого песка и обнажениями морского черного ила. Поверхность низменная, плоская, с незаметным уклоном в сторону центральной части Арала. Микро-рельеф обуславливает пестрое соленакопление на маршевых почвах. Из-за близкого залегания верховодки грунт сильно увлажнен, что объясняется также сгонно-нагонными явлениями моря. Нередко длина сгонно-нагонных явлений достигает до 300—600 м и более. Ранее отчленившиеся лагуны заполняются морской водой, а после ухода воды они опять становятся естественными испарителями. На месте промытых солей образуются их выцветы.

Обсохшая часть дна моря — луговые солончаки (рис. 31, 32, схемы 5, 6), где пышно растет солерос, нередко образующий чистые группировки с проективным покрытием до 100%. Вблизи склонов моря на значительно рассоленных почвах растет молодой камыш высотой 1,5—1,8 м. Обсохшая часть дна моря очень благоприятна для разведения камыша, однако содержание большого количества солей в почвогрунтах препятствует его широкому распространению. В устье р. Казахдарьи, давно освободившемся от морской воды, многие годы практикуется выращивание камыша путем лиманного полива. Отсутствие воды препятствует широкому распространению камыша.

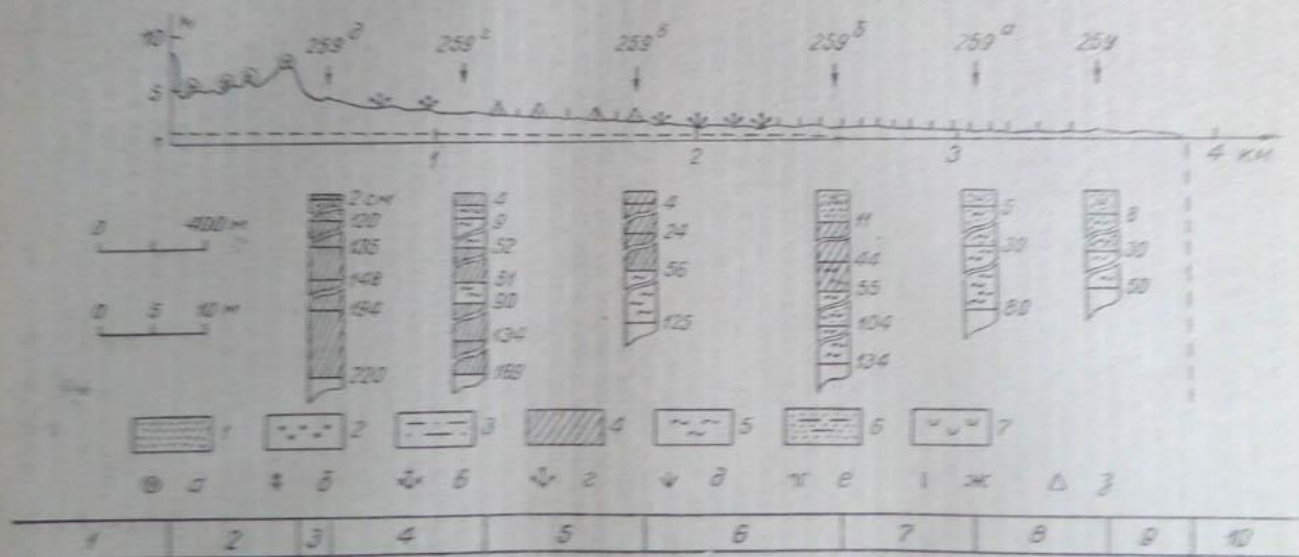
Обсохшее (ингрессирующие заливы) дно моря покрыто рапами и «броширующими» солевыми корками. Падение уровня моря до 46 м абс. выс. привело к полному осушению Акпеткинского архипелага. Здесь сформировался новый хемогенный ландшафт. Своеобразие в физико-географическом отношении позволяет рассматривать его в ранге отдельной геосистемы.

Хемогенный ландшафт представлен типичными солончаками злостных корковых видов, сорами и болотными солончаками. На сравнительно плоских равнинах (открытая или относительно свободная от островов часть дна моря) развиваются корковые солончаки без растительного покрова, где степень засоления субстрата достигает до 20—30% плотного остатка. Состав солей смешанный, сульфатно-хлоридный. Отмечено, что среди катионов наряду с натрием большая роль принадлежит магнию (Богданова, Костюченко, 1978). Соры (шоры) развиваются в ингрессионных заливах, глубоко вдающихся в сушу; в них образовалась рапа, содержащая свыше 200 г/л солей. Тип минерализации — сульфатно-хлоридный, много натрия. При высыхании образуется солевая



Рис. 29. Физико-географический профиль обсохшей части дна Аральского моря в при-  
долье восточного побережья п-ва Муйнак (см. также схему 3).

Детальный состав: 1 — песок, 2 — алевроит, 3 — глина, 4 — суглинок, 5 — ил, 6 — глинок,  
7 — ракушечник. Растительный покров: а — гребенчатый, б — тростник, в — аяга, г — солончаки,  
д — аяга, е — карабара, ж — солончаки, з — высокая растительность, 259 — минер. разрез.



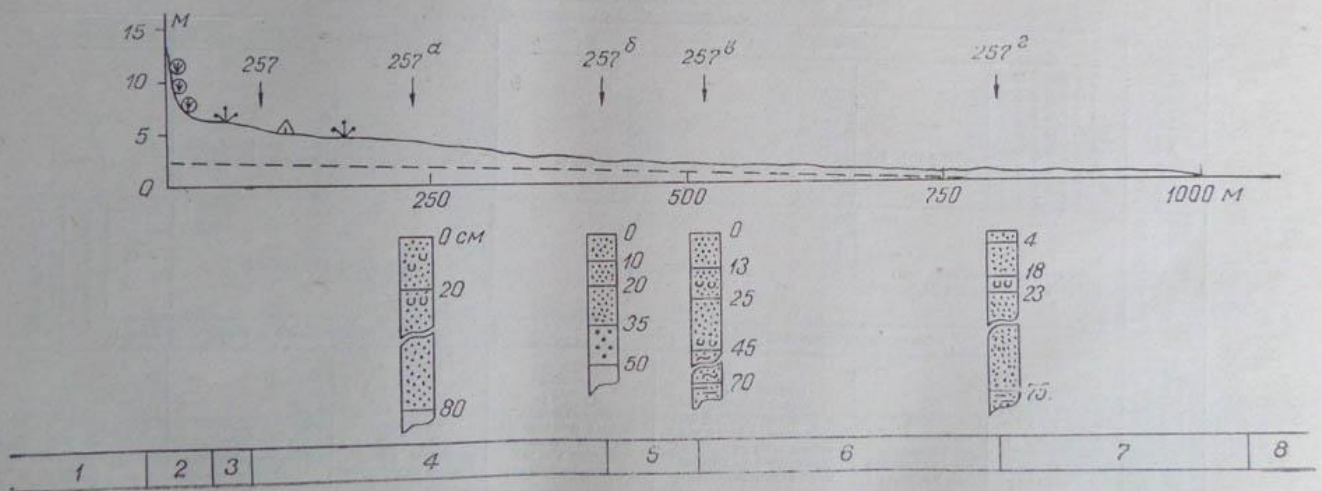
| 1                  | 2                                        | 3                               | 4                                                      | 5                                                                                      | 6                                                                                                                                 | 7                                                   | 8                                                                                  | 9                                                                                    | 10                        |      |
|--------------------|------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|
| Рельеф             | Прибрежно-песчаная наклонная поверхность |                                 |                                                        |                                                                                        | Полого-наклонная песчано-илистая поверхность                                                                                      |                                                     |                                                                                    |                                                                                      |                           | Море |
|                    | Песчано-бугристый (выс. бугров 2—2,5 м)  | Дефляционные котловины          | Наклонная поверхность с неровностями глубиной 10—30 см | Наклонная поверхность с полигональной трещиноватостью и углублениями глубиной 15—20 см | Полого-волнистая поверхность с амплитудой 20—40 см с полигональной трещиноватостью, заполненной по трещинам ракушечником и песком | Плоская поверхность с полигональной трещиноватостью | Плоская поверхность с неровностями глубиной 5—7 см с полигональной трещиноватостью | Спорадически обсыхающая часть для заласа с редкими трещинами на поверхности          |                           |      |
| Грунтовые воды     | Минерализация                            | Степень                         | Слабо- и среднеминерализованные                        |                                                                                        | Среднеминерализованные                                                                                                            |                                                     |                                                                                    |                                                                                      |                           |      |
|                    |                                          | Тип                             | Хлоридно-сульфатный                                    | Сульфатно-хлоридный                                                                    |                                                                                                                                   | Сульфатно-хлоридный с повышенным содержанием натрия |                                                                                    | Натриево-хлоридный с повышенным содержанием сульфата                                 |                           |      |
| Почвы              |                                          | Формирующиеся пустынно-песчаные | Типичные и луговые солончаки                           | Корковые и луговые солончаки                                                           |                                                                                                                                   | Маршевые и луговые солончаки                        |                                                                                    | Повышения представлены маршевыми и корковыми солончаками, понижения слабова-солеными | Мокрые маршевые солончаки |      |
| Природные процессы |                                          | Дефляционные                    |                                                        | Соленаконение                                                                          |                                                                                                                                   |                                                     |                                                                                    |                                                                                      | Степно-нагонные           |      |

Схема 3. Физико-географический профиль обшей части дна залива Рыбачий.

Схема 3. Физико-географический профиль обсохшей части дна залива Рыбачий.



Рис. 30. Физико-географический профиль обходящей части дна Муйнакского залива (см. также схему 4). Усл. обозн. см. на рис. 29.



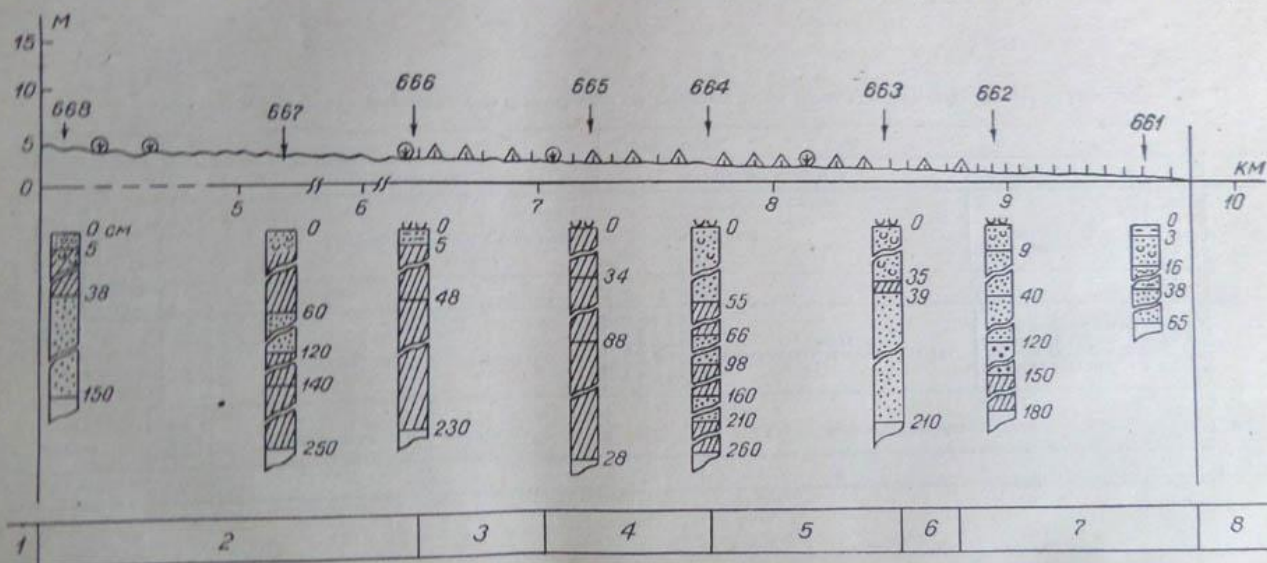
12-35

| 1                  |               | 2                  | 3                                                    | 4              |                              | 5                                                         | 6                                   | 7                                                                                                    | 8    |
|--------------------|---------------|--------------------|------------------------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Рельеф             |               | Коренной берег     | Наклонная песчаная поверхность                       |                |                              | Полого-наклонная песчаная поверхность                     |                                     |                                                                                                      | Море |
|                    |               |                    | Чокчази                                              | Наветные пески | Ровная наклонная поверхность | Мелкие песчаные впадины с большим содержанием ракушечника | Ровная полого-наклонная поверхность | Плоская поверхность с неровностями глубиной 20 см. Наблюдается скопление воды в небольших котловинах |      |
| Грунты             | Минерализация | Степень            | Рассолы                                              |                |                              |                                                           |                                     |                                                                                                      |      |
|                    | Тип           |                    | Натриево-хлоридный с повышенным содержанием сульфата |                |                              |                                                           |                                     | Сульфатно-хлоридный с повышенным содержанием натрия                                                  |      |
| Почвы              |               | Пустынные песчаные |                                                      |                | Пухлые солончаки             |                                                           | Маршевые мокрые солончаки           |                                                                                                      |      |
| Природные процессы |               | Дефляционные       |                                                      |                | Соленаккумуляция             |                                                           |                                     |                                                                                                      |      |

Схема 4. Физико-географический профиль обходящей части дна Аральского моря в районе восточного побережья п-ва Муйнак.



Рис. 31. Физико-географический профиль обсохшей части дна юго-западного побережья Аральского моря (см. схему 5). Усл. обозн. см. на рис. 29.

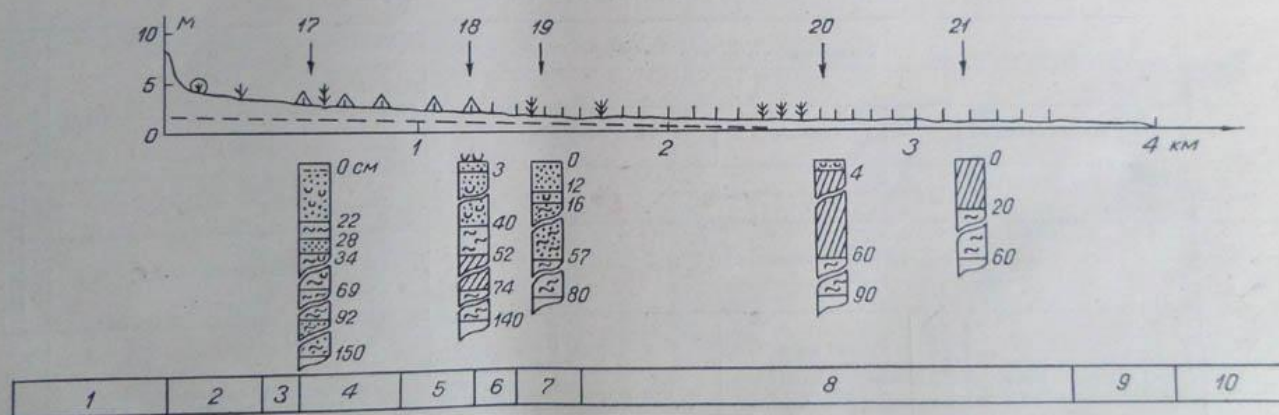


| 1                  | 2                                                                              | 3                                                         | 4                              | 5                                                                                               | 6                          | 7                                                                      | 8    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|
|                    | Прибрежно-песчаная наклонная поверхность                                       | Пологональная поверхность                                 |                                | Ровная поверхность                                                                              |                            |                                                                        | Море |
| Рельеф             | Барханы и барханные цепи (высотой 0,5–1,5 м), между барханами сильная дефляция | С мелкобугристым рельефом (высота 20–50 см) много ракушек | Шероховатая (с высотой 2–5 см) | Повышения и понижения (с высотой и глубиной 10–30 см), встречаются рабы, на поверхности ракушки | Рябь – сухая соленая корка | Редкая песчаная рябь, на высохших местах выступает соль, много ракушек |      |
| Грунтовые воды     | Среднеминерализованные                                                         |                                                           | Сильноминерализованные         |                                                                                                 |                            |                                                                        |      |
|                    |                                                                                |                                                           |                                |                                                                                                 |                            |                                                                        |      |
| Минерализация      | Хлоридно-сульфатный                                                            |                                                           | Натриево-сульфатно-хлоридный   |                                                                                                 |                            |                                                                        |      |
| Тип                |                                                                                |                                                           |                                |                                                                                                 |                            |                                                                        |      |
| Почвы              | Пески                                                                          | Пухлые солончаки                                          | Луговые солончаки              | Маршевые луговые солончаки                                                                      |                            |                                                                        |      |
| Природные процессы | Дефляционные                                                                   | Соленакпление                                             |                                |                                                                                                 |                            |                                                                        |      |

Схема 5. Физико-географический профиль обсохшей части дна Муйнакского залива.



Рис. 32. Физико-географический профиль обсохшей части дна залива Аджибай (см. схему 6). Усл. обозн. см. на рис. 29.



| 1                  | 2                                                   | 3                           | 4                                                   | 5                 | 6                                        | 7                                                           | 8                                           | 9                                   | 10                                                                        |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Рельеф             | Прибрежно-песчаная наклонная поверхность            |                             |                                                     |                   |                                          |                                                             | Пологонаклонная песчано-илистая поверхность |                                     | Море                                                                      |
|                    | Мелкобугристый                                      | Формирующиеся кучевые пески | Наклонная поверхность с неровностями от 10 до 20 см | Наветренные пески | Кончатый                                 | Слабообразимые трещинистые, усыхания, заполненные ракушками | Полигональная трещиноватость                |                                     | Спорадически обсыхающая часть дна моря с редкими трещинами на поверхности |
| Грунто-вые воды    | Среднеминерализованные                              |                             |                                                     |                   |                                          |                                                             | Сильноминерализованные                      |                                     | Рассолы с сильноминерализованными участками                               |
|                    | Хлоридно-сульфатные с повышенным содержанием натрия |                             |                                                     |                   |                                          |                                                             | Сульфатно-хлоридно-натриевый                |                                     | Сульфатно-хлоридно-натриевый                                              |
| Почвы              | Пустынные песчаные                                  |                             |                                                     |                   | Пустынно-песчаные с участками солончаков |                                                             | Луговые солончаки                           | Луговые, местами корковые солончаки | Маршевые луговые солончаки                                                |
| Природные процессы | Дефляционные                                        |                             |                                                     |                   | Соленакопление                           |                                                             |                                             |                                     | Сгонно-нагонные                                                           |

Схема 6. Физико-географический профиль обсохшей части юго-западного побережья Аральского моря.



корка мощностью до 20 см и более. Верхний слой, состоящий из натрия хлора, весьма плотный и твердый, поэтому образуется «бронирующий» горизонт.

Болотные солончаки образуются на участках, где уровень грунтовых вод близок к поверхности. По всему профилю отмечается сильное засоление грунта, оно не позволяет распространяться даже галофитам. Сочные солянки (сарсазан и солерос) распространены на маршевых солончаках с трещинами усыхания в открытой части моря и по берегам многочисленных песчаных островов.

Анализ развития природных комплексов в связи с осушением дна моря в интервале 53—46 м абс. выс. позволит прогнозировать изменения морского дна до 33,5 м<sup>1</sup>.

Все геокомплексы расположены в пределах одного макрокомплекса естественно ограниченного моря (котловина), в связи с этим развитие многих природных компонентов и процессов имеет преимущественно одно направление. По мере падения уровня моря на освобождающейся суше сначала будет проявляться солончаковый почвообразовательный процесс, развиваться солелюбивые галофиты, которые характерны для осушенной части дна.

Постепенно и эти площади станут объектами эоловых процессов. Одновременно на поверхности, осушившейся давно, по мере рассоления верхние слои почвогрунтов будут покрываться засухо- и солеустойчивыми растениями. Луговые и мокрые солончаки сменяются рассоляющимися глубоко солончаковатыми почвами. Территории открытого побережья, возможно, будут испытывать рассоление (Богданова, Костюченко, 1978).

Таким образом, можно предполагать, что осушающаяся территория будет охвачена теми же природными процессами, которые характерны для нынешней осушенной части дна моря.

По мере падения уровня моря минерализация будет устойчиво увеличиваться, как и содержание ионов хлора. На новых маршевых солончаках большое содержание солей хлоридного типа и чрезвычайно высокая минерализация морской верховодки (более 50 г/л) хлоридно-натриевого типа не позволяет развиваться галофитам. В результате на поверхности почв будут накапливаться соли (капиллярное испарение рассолов верховодки) и начнется образование соляной равнины — хемогенного ландшафта.

Тенденции развития ландшафтов осушившегося дна моря можно характеризовать следующим образом. Ветроэрозийные процессы на надводном пляже приведут к формированию развееваемых песков с разреженными псаммофитами в пределах западной причинковой полосы, Рыбацкого и Муйнакского заливов, в районе мыса Аккала и на других участках коренных берегов моря, на территории которых уже усиливаются дефляционные процессы. На этих участках будут появляться бугристые и барханные слабозакрепленные и котловинные природные комплексы. Для остальных частей надводного пляжа, испытывающих слабое влияние хозяйственной деятельности человека, будут характерны эолово-песчаные природные комплексы, как на надводном пляже южной обсохшей части залива Рыбацкого и устьев р. Ордобойузека и Инженерузека.

По мере снижения уровня моря грунты подводного пляжа постепенно будут высыхать до больших глубин. Это обстоятельство будет

<sup>1</sup> Площадь такого водоема составит 23 тыс. км<sup>2</sup> (около 33% площади водоема при отметке 53,0 м), объем воды 170 км<sup>3</sup> (16% объема), соленость воды — примерно 77 промилле (Кузнецов, 1976).



содействовать дефляции. К ее активизации ведет ухудшение экологических условий произрастания растений. Однако при нормальных условиях это не служит преградой для вегетации гребенщиков и некоторых других псаммофитов, в связи с указанным скорость развевания песков намного ослабится. Несмотря на это, на участках, свободных от растительности, будут формироваться бугристо-котловинные пески небольших размеров. Такое явление наблюдается в некоторых местах сублиторальной зоны. Учитывая небольшую мощность песков подводного пляжа, можно уверенно утверждать, что глубина расчленения эолового рельефа будет значительно меньше (0—2 м) по сравнению с надводным пляжем (0—3 м и более).

Осушение верхнего песчаного слоя подводного пляжа и снижение уровня грунтовых вод ниже зоны аэрации путем смыва солей атмосферными осадками будет способствовать постепенному рассолению активного слоя (до 1 м) почвогрунтов. Но недостаточный объем атмосферных осадков и слабая водопроницаемость илистых горизонтов под песком не ведут к глубокому рассолению почвогрунтов. Почвы подводного пляжа станут глубокосолончаковыми. Рассоление пухлых солончаков и различнозасоленных примитивных приморских почв позволит распространиться засухоустойчивым псаммофитам и эфемерам.

Таким образом, тенденция развития эолового рельефа и рассоление в природных комплексах подводного пляжа будет способствовать распространению эфемеров и псаммофитов.

По мере снижения уровня моря, как отмечено выше, будет понижаться уровень грунтовых вод. Соли, содержащиеся в почвах, будут устойчиво вымываться автоморфными осадками в нижние горизонты. Однако глубина рассоления почв слабоводопроницаемого мелкоалевритового и алевропелитового ила морского генезиса до сих пор не изучена. По нашему предположению, глубина рассоления на иловатых почвогрунтах не должна быть слишком глубокой. Но, если учитывать глубокие трещины усыхания (до 2 м), которые плотно расчленяют верхнюю толщу почвогрунтов щелями шириной до 2—3 см, то, возможно, глубина рассоления почв значительно увеличится. Этот вопрос требует проведения опытов в полевых условиях.

Процесс рассоления верхних слоев почвогрунтов обсохшей части моря весьма продолжительный. Это обусловлено образованием на поверхности субстрата опада высохших галофитов и обломков ракушек, рыхлых скоплений солей, подобно мульче, снижающих потери почвенной влаги на испарение. По-видимому, для тыловой обсохшей части дна моря будут характерны пухлые солончаки, так как именно они больше всего распространены в контактовой полосе с подводным пляжем, а на пляже в основном также развиты подобные солончаки. На пухлых солончаках обсохшей части дна моря распространены однолетние солянки, но со временем они будут покрываться карабараками с участием разреженных гребенщиков и однолетних солянок. Так как на подобных почвах в дельте Амударьи доминируют галофиты, то на слабосолончаковых участках (повышениях) будут распространяться гребенщики, а на сильносолончаковых — карабараки.

По мере спада уровня верховодки луговые солончаки обсохшей части дна моря постепенно будут превращаться в пухлые солончаки. Такое явление обусловлено увеличением степени минерализации грунтовых вод и накоплением сульфатов, что связано с удалением от моря и ухудшением водообмена. К пухлым солончакам присоединяются гребенщики, однолетние солянки и карабараки. Распространение галофитов на солончаках будет предотвращать дефляцию. Но тем не менее развитие



ветроэрозионных процессов и перенос мелкозема и солей ветром неизбежен, особенно на слабозакрепленных участках.

Таким образом, для осушившейся части дна моря будет характерна тенденция дальнейшего соленакопления на активном слое почвы, связанная с превращением луговых солончаков в пухлые и сменой сочных солянок однолетними, гребенщиками и карабарачиками. По мере снижения уровня моря, удаления его акватории на большое расстояние и снижения уровня грунтовых вод ниже 4—5 м от поверхности будет происходить медленное рассоление солончаков до определенной глубины. Пухлые солончаки, если они слабо заселены галофитами, могут стать объектами развевания, что приведет к расчленению рельефа и транспортировке засоленных мелкоземов на периферию.

Полное высыхание природных комплексов Акпеткинского архипелага превратит его в соляную равнину с островками эоловых форм рельефа. Здесь будут формироваться корковые солончаки и «сухие» соры, где рапа, высыхая, превратится в залежи соли. Образование корковых и соровых солончаков связано с близкозалегающими сильноминерализованными грунтовыми водами, с постоянным интенсивным испарением. Поверхность соляной равнины будет покрываться шероховатым «бронированным слоем» хлористого натрия различной мощности, наибольшая из них будет соответствовать соровым солончакам фильтрационных озер и глубоко врезаным в сушу узким заливам (лагунам). Это свойство солончаков в значительной степени будет сдерживать действие эоловых процессов.

Распространение солончаков среди эоловых форм рельефа в соседстве с Кызылкумами может привести к образованию погребенных солончаков.

В составе донных отложений обсохшей части дна моря в пределах архипелага преобладает песок, а ил составляет очень небольшой слой. В связи с этим при понижении уровня грунтовых вод на большую глубину рассоление солончаков связано с большой водопроницаемостью песков. Однако процесс рассоления будет идти очень медленно из-за малого количества осадков и сильной пропитанности верхних толщ грунта солями с участием гипса (Бахиев и др., 1977), что ухудшит водопроницаемость почвогрунтов.

В заключение следует отметить, что в результате ухода влаги и образования соленой равнины без растительного покрова на ранней стадии рассоление будет характерно для открытой части моря, где степень засоления почв сравнительно невелика и мощность ила незначительна, а на межостровных участках и в узких бухтах рассоления вначале не ожидается. Солончаковый процесс, возможно, будет долгое время стабильным. Ликвидация верхнего «бронирующего» слоя способствует развеванию и переносу ветром сульфатных и иных солей на периферию.

Развитие природных комплексов осушившейся части дна моря в условиях недостатка влаги и высоких температур будет идти по пути дальнейшей аридизации: устойчивое соленакопление в корнеобитаемом слое почвы, широкое распространение засухо- и солеустойчивых растительных сообществ, прогрессивное развитие ветроэрозионных процессов, хемогенный литогенез и др. В результате обсохшая часть дна моря будет приобретать типичный аридный пустынно-хемогенный и пустынно-эоловый ландшафты, которые не будут отличаться от других подобных регионов Средней Азии.



## Глава V. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

Проблеме природных, экологических и социально-экономических последствий снижения уровня Аральского моря посвящены работы многих авторов. Почти все они приходят к мнению, что последствия усыхания моря для окружающей среды будут чрезвычайно тяжелыми, причем нет гарантии, что эти отрицательные последствия, в свою очередь, не вызовут другие, более крупные нежелательные явления.

Один из главных вопросов в проблеме Аральского моря — предотвращение последствий усыхания в Приаралье. Как было отмечено, уже в настоящее время в Южном Приаралье с довольно большой силой сказываются процессы опустынивания природной среды. Следовательно, главная задача — своевременное предотвращение этих влияний путем применения комплекса мероприятий. Чем скорее будут они осуществляться, тем быстрее и эффективнее можно получить ожидаемые результаты. Любое непродуманное нарушение природных условий может повлечь ряд нежелательных (Федорович, 1978) явлений.

Природа аридного пояса крайне специфична. Чем суше климат, тем своеобразие природных процессов сказывается сильнее. Важнейшие мероприятия по предотвращению процессов опустынивания природной среды общеизвестны, они в полной мере относятся и к описываемому району. Сложность природных процессов требует широкого комплекса этих мероприятий, далеко не однотипных для частей территории.

В условиях Южного Приаралья важно провести следующие мероприятия: обеспечение регулярного стока по протокам Амударьи и обводнение древесно-кустарниковых тугаев, обводнение пастбищ озерно-болотных и пустынных комплексов, рациональное использование пастбищных ресурсов, рациональная эксплуатация водных ресурсов, создание лесных полос по предотвращению дефляционных процессов, правильное использование промысловой фауны, строительство дорог инженерного типа, пропаганда мер по правильному использованию и сохранению естественных ресурсов среди населения.

Наша задача — не инженерное проектирование этих мероприятий на конкретных участках, а их физико-географическое обоснование с точки зрения размещения, эксплуатации, проектирования с учетом характера природных комплексов, научно обоснованного использования естественных ресурсов, взаимодействия техносистем и экосистем, оценки влияния деятельности человека на новые гео- и биоконтакты, создания искусственных экосистем. Подобное обоснование технических, лесомелиоративных и экологических мероприятий необходимо потому, что все инженерные и экологические мероприятия всегда нуждаются в комплексном учете природной среды территории. Как известно, гидро-



технические сооружения или другие агро- и лесомелиоративные мероприятия, при проектировании которых учитывается сложность природной обстановки региона в динамике, в период эксплуатации достигают высокого эффекта. Нельзя не согласиться с В. А. Ковдой (1968), который утверждает: «Глубокое предварительное изучение территории необходимо для того, чтобы предвидеть возможные изменения солевого и водного режимов почв, их свойств после начала орошения и чтобы решить, какие мелиоративные и предупредительные мероприятия использовать для обеспечения высокого плодородия орошаемых почв. Всестороннее изучение территорий проектируемого орошения и их мелиоративная оценка позволяют выбрать лучшие по физико-географическим условиям объекты, освоение которых будет дешевле» (стр. 72).

Многолетняя практика осуществления тех или иных ирригационных и мелиоративных мероприятий в аридной области подтверждает необходимость предварительных исследований природной среды. Решение подобных задач, выполненное с инженерных позиций весьма блестяще, но без достаточного учета природной среды, неполноценно и нередко чревато очень серьезными неожиданностями. Такая практика в аридных условиях приводит даже к нежелательным последствиям (например, освоение новой зоны Голодной степи, совхозы № 4, 5 и др., зоны Каракумского канала в пределах Мургабского оазиса и др.).

**Вопросы обеспечения регулярным стоком протоков дельты Амударьи и обводнение древесно-кустарниковых тугаев.** С прекращением регулярного стока по Амударье периодический сток сохранился только на Акдарье, Ордобайузеке, по Кипчакдарье, Казахдарье и Акбашли — только спорадический, тем более по остальным протокам. В связи с развитием процессов опустынивания задача обеспечения стоком наиболее важных протоков дельты становится чрезвычайно ответственной. От этого зависит степень предотвращения неблагоприятных явлений и процессов, наблюдаемых в тугайных комплексах, прибрежных зонах протоков, обеспечение населенных пунктов незагрязненной проточной водой и обводнение пастбищ в их зоне.

В современных условиях, когда расход воды ниже гидроузла Тахиаташ минимальный ( $32,4 \text{ км}^3$  в 1970 г. и  $10 \text{ км}^3$  в 1977 г., см табл. 12), обеспечение стока по протокам весьма сложное. До 1961 г. в пределах дельты на наполнение озер, разливы расходовалось  $8,1 \text{ км}^3$  в год; помимо этого, по руслам Кипчакдарьи, Акдарьи и другим рукавам регулярно шел основной сток в море (Шульц, 1975). При нынешнем дефиците воды, чтобы обводнить пастбища, заполнить озера и удовлетворить нужды населенных пунктов, а также обеспечить сток в протоках (кроме рек Акдарьи, Ордобая и Инженерузека), необходимо минимум  $4\text{--}5 \text{ км}^3/\text{год}$ , тогда постоянный сток будет в Акдарье, Кипчакдарье и в протоках Акбашлы, Талдыкдарье, Казахдарье, Приемузеке, вдоль которых расположены крупные населенные пункты, а также по протокам Кунядарьи, Эркиндарьи, Караджарской озерной системе, Большой и Малый Джонсиз, Бозытауской озерной системе. Нужно периодически пускать воду для обеспечения нужд населенных пунктов (Караджар, Аккала и др.), зимовок и летних ферм животноводов, а также обводнения пастбищ и заполнения озерных систем. Кроме указанных, много сухих протоков нуждается в хотя бы спорадическом стоке.

Обеспечение систематическим стоком протоков рек положительно отразится на экологии сильноопустыненных тугайных комплексов, позволит возобновить древесные насаждения, улучшить экологические условия биоценозов, повысить качество и урожайность пастбищ. Одна-



ко расположение древесно-кустарниковых насаждений высоко над уровнем воды требует подъема ее на поверхность прирусловых валов.

Одна из главных задач в использовании водных ресурсов региона — постройка водохранилищ на базе озерных групп дельты. Непременное условие в водопользовании — создание плотинного подпора на Амударье в районе створа Кызылджарской возвышенности, это даст возможность подать воду в любую точку современной дельты. С этой целью можно использовать приток Приемузек и западном направлении, старое русло Кипчакдарьи — в центральном направлении и безымянный проток в урочище Аспантай — в восточном направлении (Рзаев, Медетуллаев, 1972).

Водохранилище подобного типа можно также построить в русле Акдарьи в районе сел. ст. Талдык, где можно накопить большой объем воды (2—3 км<sup>3</sup>) при достаточной глубине (до 5—6 м), воду поднять при помощи плавучих насосов.

Создание подобных временных сооружений проходит достаточно успешно. В 1968 г. русло реки в районе Байгужа было перекрыто, за 20 дней в дельту поступило более 0,5 км<sup>3</sup> воды, в результате восстановлено 40 тыс. га нерестилищ и обводнено более 50 тыс. га пастбищ (Ковалев, 1977). В конце 1971 и начале 1972 г. у возвышенности Кызылджар была возведена земляная перемычка, позволившая обеспечить бесперебойную подачу воды к газопроводам и железной дороге, а также обводнить около 50 тыс. га нерестилищ и более 100 тыс. га пастбищ. Эти плотины существовали до 1978 г. и в течение 10 лет за счет накопившейся влаги обводнена довольно обширная площадь пастбищ и нерестилищ в пределах живой дельты. Они также могут быть единственными дорогами, связывающими левобережье с правобережьем в северной части низовьев Амударьи. Подобные плотины можно построить почти на всех протоках и рукавах дельты. Они, несомненно, выполняют большую роль при обводнении пастбищ, тугаев, заполнении озер и обеспечении населения чистой проточной амударьинской водой.

**Вопросы обводнения пастбищ озерно-болотных и пустынных комплексов.** Значительная часть живой дельты Амударьи из-за отсутствия воды превращается в бесплодные пустыни. С целью обводнения прежде всего необходимо сохранить озеро Судочье площадью около 40 тыс. га. В него поступают сбросы Кунградского коллектора и частично канала Караузек Орджоникидзеябской ирригационной системы. Воды недостаточно, поэтому больше половины озера высохло. Для наполнения его и ряда других озер сюда следует направить сток магистральных коллекторов Дустлик и Озерный, стекающих в Сарыкамышскую котловину. Расход их, по данным Г. О. Хорста (1975), составляет 3,0 км<sup>3</sup> в год. Этой водой можно обводнить пастбища всей западной части живой дельты. Узгипроводхоз разрабатывает проект по переброске одной трети данного стока в Амударью для орошения хлопчатника и обводнения пастбищ севернее Нукуса. Целесообразно было бы повернуть весь сток в сторону Судочья. По этому проекту из 900 млн. м<sup>3</sup> сбросных вод 50% предполагается использовать для орошения, а 35% — для обводнения кормовых угодий. Остальная часть перебрасываемых вод позволит улучшить состояние рыбного хозяйства в дельте Амударьи. В результате будет обводнено 105 тыс. га пастбищ (Баратов, Холматов, 1977).

Другой возможностью обеспечения пастбищ Южного Приаралья водой считается рациональное использование оросительных вод. Только в низовьях р. Амударьи, по данным Г. О. Хорста, ежегодно забирается



около 7,5 км<sup>3</sup> излишней воды. Ее вполне хватило бы для обеспечения рукавов и протоков дельты постоянным стоком и обводнения значительной части пастбищ.

По бассейну Аральского моря потери воды составляют 42 км<sup>3</sup> в год. Таким количеством можно было бы оросить земли целой республики, так как Узбекистану ежегодно требуется на орошение до 42 км<sup>3</sup>. Если на фильтрацию и испарение расходуется 60%, то потери составляют более 25 км<sup>3</sup>. Большая часть потерь происходит во внутриводосборной оросительной сети (Ахмедов, Рахимов, 1976).

Следовательно, резервы значительны, ими только следует рационально пользоваться, и чем раньше, тем успешнее будет результат.

Обводнение западной части живой дельты целесообразно начинать с оз. Судочье и Мошанкуль. Сбросные воды, наполняя оз. Судочье, выпадают в оз. Каратерень, а отсюда по каналам их можно распределить по озерным системам, расположенным в береговой зоне Арала. В оз. Мошанкуль воду можно пропустить через канал Орджоникидзеяб или проток Раушан. Из оз. Мошанкуль по протокам вода попадает в оз. Ходжакуль, а через каналы в Караджарскую систему. К ней воду можно подать через проток Акбашлы. Оттуда можно распределять ее в озера Бирказан, Бозатов и особенно на пастбища, расположенные к северу от широты Караджара, Шагырлык и др. Частично подпитывать Бозатовскую и Шагырлыкскую озерные системы можно через проток Талдыкдарью, который в районе пос. Шагырлык вплотную подходит к этим озерам. Заполняя озера, можно будет обводнить и пастбища между ними.

Озерные системы Шеге, Зокиркуль и др., а также массивы Шеге, Заир, расположенные в междуречье Кипчакдарьи, Талдыкдарьи и Акдарьи, можно обводнить через Кипчакдарью самотечным способом. Для этого в районе сел. Шеге прорыт канал в одноименное озеро. Оно, в свою очередь, соединяется с другими озерами и бывшими заболоченными массивами. Кроме этого, в междуречье имеется много сухих протоков, которые можно использовать для подпитывания других участков. В междуречье на широте ур. Байджанкуль воду можно пустить из Кипчакдарьи и Акдарьи. Там проходит водораздел ур. Шегекуль, направляющий сток на север и юг.

Правобережье Акдарьи можно обводнить по протокам Эркиндарьи, Казахдарьи, Кунядарьи. Вода подается также в озера в районе ур. Даульбай, Аспантай, Заир, Казахдарьи, Майпост, Байгуша и Аккалы. Эти массивы, кроме Аспантая, Байгуши и Казахдарьи, из-за отсутствия воды почти не используются.

Отсутствие водоносных рукавов Амударьи в восточной части дельты затрудняет обеспечение водой пастбищ этой территории.

В качестве источника воды весьма перспективны магистральные коллекторы КС-1, 3, 4. Сейчас они расходуются в основном на испарение и транспирацию, вода в них слабоминерализована. Например, вода КС-1 используется местным населением для питья и полива сельскохозяйственных культур. Опыт показывает, что воду некоторых коллекторов целесообразно употреблять на полив пастбищ и даже орошение кормовых угодий. Низкий уровень воды (от 2 до 4 м) в них местами требует устройства насосов. С целью обводнения можно использовать сухие русла и протоки.

Таким образом, развивающийся процесс опустынивания в дельте Амударьи можно предотвратить, чем быстрее это произойдет, тем эффективнее будут результаты.



**Вопросы рационального использования водных ресурсов.** Из-за бесхозяйственного и расточительного расхода воды в Южном Приаралье все аридные процессы протекают более интенсивно, деградируют почвы и пастбища, высыхают древесно-кустарниковые тугаи. Источники загрязнения водоемов своевременно не ликвидируются.

В Кызылкумах (каракалпакская часть) действуют свыше 450 артезианских скважин и 173 шахтных колодца, а производительность скважин колеблется от 0,5 до 100 м<sup>3</sup>/сек (Рзаев, Медетуллаев, 1972). При суточной норме 6—8 л на овцу только за счет одной скважины с минимальным дебитом можно напоить семитысячную отару (Ковалев, 1975). Однако большая часть скважин не имеет регулярных кранов или они неисправны. Огромное количество воды непрерывно вытекает из труб, в понижениях образуются озера и болота, например, около скважин, расположенных к северу от возвышенности Бельтау, в Тахтакупырском, Чимбайском, Кунградском районах.

Еще хуже используются поверхностные воды в неорошаемой части дельты. Допускается загрязнение каналов и коллекторов. Вдоль всех ирригационных каналов образуются корковые и луговые солончаки. Вокруг специализированных рисовых совхозов «Раушан», «Арал», им. XXIV съезда КПСС, «Караузьяк» и многих других возникли болота шириной до 100—200 м, длиной до 1000 м. Из-за отсутствия регулярного контроля за эксплуатацией внутрихозяйственных каналов и распределителей часто наблюдаются прорывы русла, вода заливает котловины, дороги и поля. Подобные явления очень часты на территории совхоза «Раушан», в междуречьях Кипчакдарьи и Акдарьи, в совхозах «Муйнак», «Тахтакупыр», «Караузьяк», «Куралпа», «Каракалпак» и др.

Довольно часто в условиях дельты Амударьи наблюдается загрязнение воды, используемой для питья. Так, в бессточных руслах Караузьяка, Кипчакдарьи, Акбашлы, Картабайузека, Казахдарьи, иногда в Акдарье, в каналах возле пос. Шагарлык, Караджар и многих других пунктах вода из-за отсутствия регулярного контроля сильно загрязнена. Через эти каналы и протоки свободно перегоняют скот, в них его купают, из проплывающих лодок с неисправными моторами вытекает бензин, с берегов сбрасываются бытовые отходы. Это требует немедленной организации контрольных постов и других мероприятий по борьбе с загрязнением водных источников. Очень важно также на этих протоках организовать постоянный сток.

**Вопросы рационального использования пастбищных ресурсов.** От степени задернованности субстрата (наряду с другими факторами) зависит развитие и активизация дефляции. Ликвидация растительного покрова немедленно влечет за собой выдувание, образование эоловых форм рельефа и расчленение поверхности, освоение которой значительно усложняется.

В северных районах дельты использование пастбищ ведется нерационально, не принимаются меры по их естественному восстановлению. Это связано, в первую очередь, с нехваткой воды. На этих массивах, кроме того, нарушаются правила научно обоснованного использования кормовых угодий. В результате многие участки пастбищ деградируют, происходит активизация процессов дефляции, снижается урожайность, высокопродуктивные растения заменяются малопродуктивными. Подобные пастбища часто расположены у крупных населенных пунктов и занимают от 1 до 5 га и более. Это связано с чрезмерным выпасом скота, приводящим к вытаптыванию растений и техноэрозии. Такие пастбища иногда встречаются и на значительном расстоянии от населенных пунктов. Несмотря на отсутствие скота, огромные площади лишены



растительности, всюду явно видны следы дефляции, являющиеся очагами выдувания почв и пыльных бурь; по-видимому, они представляют собою стародegradированные пастбища. В результате выдувания они превратились в голую местность. К ним можно отнести и развеянные пески около населенных пунктов, вдоль грунтовых дорог.

Дegradированные пастбища — самые опасные площади активизации процессов опустынивания. Располагаясь среди действующих пастбищ, они способствуют их ухудшению — высыханию, заносу песком и пылью. С ними необходимо бороться при зарождении и не допускать расширения их.

На ухудшение пастбищ также влияет рубка кустарников для топлива, прокладка дорог колесного и гусеничного транспорта и другие факторы, связанные с деятельностью человека. М. П. Петров (1976), изучая влияние техноэрозии на деградацию пастбищ пустынь, подчеркивал, что при буровых работах, продолжающихся иногда годами, уничтожается растительность, загрязняется территория вокруг скважин. Она почти сразу становится непригодной для использования в качестве пастбищ в радиусе до нескольких сотен метров. Для восстановления прежнего ландшафта требуются десятки лет.

Наши наблюдения свидетельствуют, что на площадях (до 3—5 га) бурения на нефть или газ, в районе Муйнакского полуострова, массива Аккала, причинковых равнин биоконплексы изменены настолько, что для естественного восстановления необходимо по крайней мере 6—7 лет. Вдоль трасс газопровода на причинковых равнинах на ширину от 200 до 1000 м пастбища отсутствуют, это очаги дефляции и пыльных бурь. Подобные явления наблюдаются вдоль грунтовых дорог, ведущих к подъему чинка Устюрт и к оз. Судочьему со стороны совхоза «Раушан». Местами такие «дороги» заполняют все видимое пространство, не оставляя места для произрастания растений.

Сильные изменения претерпевают пастбища тугайных комплексов в связи с чрезмерным расходом растительности на топливо без учета ее возобновляемости. Происходит замещение высокопродуктивных пастбищ малоурожайными кустарниковыми и солянковыми (по Кипчакдарье, Талдыкдарье, Куныдарье и др.). Эти пастбища низкоурожайны, в составе растительного покрова много видов растений, несъедобных для скота.

С расширением ареалов засухоустойчивых и солелюбивых фитоценозов регулярное обводнение тростниковых пастбищ приобретает важное значение. Это позволяет увеличить объем кормов и предотвращает развитие дефляции. Обводнение огромной площади живой дельты, занятой старым камышом, также позволит заготовить сено в количестве, достаточном на 2—3 года. Таковы важные мероприятия в условиях развития процессов опустынивания.

**Вопросы создания лесных полос для предотвращения дефляции.** Для предотвращения развития дефляции, особенно в местах, где сильно выражена техноэрозия, целесообразно создавать почвозащитные лесные полосы. К таким территориям относятся причинковые равнины, где проходят трассы газопровода Газли — Урал. На пустынных песчаных почвах путем посева черного саксаула, черкеза, джужгуна, гребенщика можно создать специальные полосы, противостоящие дефляции. Они также будут способствовать восстановлению пастбищ. Такие полосы целесообразно организовать на полуострове Муйнак, в ур. Туркменкырылган и на других песчаных массивах. Полосы ослабляют скорость ветра, задерживают снег, повышают относительную влажность при-



земного слоя воздуха. В результате создается своеобразный микроклимат, благоприятный для вегетации эфемеров и эфемероидов.

На юге полуострова Муйнак развит эоловый покров. Пастьба скота запрещена, но дефляционные процессы весьма активны. Незначительность покрытия поверхности растительностью усиливает влияние техноэрозии. Развитие процессов выдувания приводит к навеванию песка на окраине г. Муйнак. Кроме того, с надводного пляжа моря подвижные пески также распространяются на территорию города. В связи с этим на полуострове и надводном пляже моря необходимы почвозащитные лесомелиоративные работы. Целесообразно создать условия для естественного самозарастания фитоценозов, однако этого нельзя достичь в пределах города и курортной зоны, вследствие чего лучше провести искусственную фитомелиорацию.

**Вопросы строительства дорог инженерного типа.** Один из главных антропогенных факторов, активизирующих дефляцию, — технические средства, их воздействие на природу становится все более серьезным и ощутимым.

Полупустыни и пустыни — крайне «хрупкие», неустойчивые ландшафты. Песчаные пастбища можно превратить в подвижные барханные пески за 2—3 года. Для восстановления растительного покрова и самозакрепления их требуется уже 15—20 лет и более (Петров, 1973).

В условиях дельты Амударьи после прохода одного гусеничного трактора или тяжелой трехосной автомашины покров разрушается полностью. Доказательством служат многочисленные следы транспорта, полностью лишенные растительности. Беспорядочные многочисленные колеи машин превращают поверхность почвы в пределах широких полос в безжизненную массу песка и солей. Установлено, что в результате ликвидации растительного покрова и гумуса освещенность поверхности увеличивается в несколько раз. Нагревание возрастает на 18—25%, уменьшается влажность почвы, в 2—3 раза растет альбедо, достигая 40—50% (Быстрицкая, Осычнюк, 1975). Поэтому на засоленных почвах после проезда машин по колеям нередко формируется солончак, к тому же она становится очагом ветроэрозионных процессов.

В условиях Южного Приаралья, где верхние слои почвы сложены рыхлыми супесчано-песчаными отложениями, этот процесс выражен наиболее отчетливо. Наряду с другими причинами именно колеи машин оказываются основными очагами развития дефляции почв, так как уничтожается верхняя «бронированная» корка (от 0,5 до 2—3 см) почвы. Если по колеям машина проедет дважды, то процесс выдувания ускорится в 2—3 раза. В связи с этим на грунтовых дорогах обычно распространены котловины выдувания и рытвины дефляции. Таким образом, необходимо особое внимание уделять строительству дорог, так как указанные процессы могут привести к катастрофическому опустыниванию среды.

Полевые дороги создаются бессистемно. Иногда только в одном направлении к одному населенному пункту ведут десятки дорог с глубокими колеями. Например, в направлении с. Караджар со стороны магистральной дороги Кунград — Муйнак имеется более 20 грунтовых, на Заир — 15—20, Аляул — 10, ур. Хаким-Ата — 5—8 дорог и т. д. Видимо, целесообразно построить одну дорогу с твердым покрытием, это будет способствовать ликвидации деградации больших территорий выдувания почв. Это также помогло бы сэкономить горючее, сохранить машины, меньше будут загрязняться воздух, водоемы и растительный покров. В направлении к важным населенным пунктам необходимо строить дороги инженерного типа; это важно и в экономическом отно-



шении, к тому же регулярное движение в дождевой период по грунто-вым дорогам прекращается.

**О некоторых мероприятиях по предотвращению развития процессов ветрового выноса солей с обсохшей части дна Аральского моря.** Все более активным становится ветровой вынос солей на Приаралье и транспортировка песка в портовые города из осушившейся части дна.

Основные источники ветрового выноса солей на осушившемся южном побережье моря — пухлые солончаки, частично корковые, а в береговой зоне и островов Акпеткинского архипелага — солевые залежи фильтрационных озер, узких заливов и лагун. Галогеохимические условия формирования этих источников определяют дифференцированность мероприятий по предотвращению выноса солей. Осушающееся побережье моря, где широко распространены типичные солончаки, преимущественно пухлые, в основном хорошо закреплено солянками, проективное покрытие достигает 90—100%, местами только по ареалам от 0,2 до 0,4 га густота растительности уменьшается до 20—50%. Именно эти площади служат источниками выноса солей и соляной пыли. По мере снижения уровня грунтовых вод вынос солей прогрессивно будет увеличиваться.

В целях предотвращения выноса солей целесообразно организовать лиманное орошение, что позволит выращивать камыш на корм на огромной территории. В результате сброса стока Казахдарьи, КС-1, КС-3 и КС-4 на обсохшей части дна зал. Джилтырбас формируется озерно-болотный комплекс. Часть этих вод можно направить в западную половину побережья, т. е. к западу от мыса Узункаир и Аккала (путем сброса стока КС-1 в русло Кунядарьи). В условиях дефицита воды в низовьях Амударьи целесообразно сбросные воды использовать для обводнения осушившегося дна моря. Это позволит, во-первых, ликвидировать ветровой вынос солей и соляной пыли на окружающую территорию, во-вторых, заготовить большое количество корма для животноводства.

В западной части обсохшего дна моря можно использовать сток, идущий из оз. Судочье и канала Талдык-Муйнак (оз. Судочье должно питаться за счет дренажного стока всего левобережья Амударьи, начиная от створа Тюямуюн до совхоза «Раушан»). Район устья Амударьи можно обводнить за счет стока реки Ордобайузек и Инженерузек (по данным «Средазгипроводхлопок», средний сток у Старого Талдыка на ближайшую перспективу составит 4—5 км<sup>3</sup> в год, что достаточно для обеспечения водой указанного региона).

При отсутствии водных ресурсов необходимо организовать посев различных кустарников, в частности гребенщика, карагана, а на песчаных грунтах — черного саксаула, джузгуна, куянуека и других псаммофитов. Заращение обсохшего дна моря кустарниковыми галофитами, ксерофитами и псаммофитами намного предотвращает процессы развевания и выноса солей. На некоторых участках дна моря (зал. Аджибай, Муйнак) растет камыш, а также гребенщик (зал. Рыбацкий, район к северу от мыса Узункаир), следовательно, для вегетации этих растений имеются нужные экологические условия, в связи с этим посев семян гребенщика вполне обоснован и урожай гарантирован.

В районе осушившегося дна Муйнакского залива организуются специальные водохранилища для разведения рыб; часть этих вод можно использовать для лиманного орошения на тех участках дна моря, которые освобождаются из-под воды в ближайшее время (к западу от п-ва Муйнак). Между Кипчакдарьей и каналом Инженерузек-Муйнак (совхозы «Арал», «Муйнак») расширяются посевы риса. Отработанные



воды с рисовых полей целесообразно направить на обсохшую часть дна зал. Рыбацкого для его обводнения.

Для увеличения объема сброса воды в обсохшую часть дна моря необходимо направить весь сброс с правобережья Амударьи и конечного стока каналов путем прокладки коллекторов в КС-1, КС-3 и КС-4. Часть направляется в оз. Каратеренг и озера, расположенные к западу от него в Кызылкумах, где они бесполезно расходятся на испарение, в результате расширения акватории Каратеренга большие площади орошаемых земель остаются под водой (совхоз им. Ленина). Увеличение объема сброса в КС-4 позволит обводнить значительные площади.

Солевые залежи фильтрационных озер целесообразно засыпать песком и провести посев псаммофитов и галофитов, так как большинство таких озер имеют небольшую площадь.

**Вопросы пропаганды по рациональному использованию естественных ресурсов среди населения.** В условиях опустынивания природной среды Южного Приаралья большое значение имеет пропаганда правильного использования естественных ресурсов среди населения. Человек становится мощным фактором в трансформации не только компонентов, но и всей природной среды.

Основной способ пропаганды рационального использования природных ресурсов — организация специальных лекций, объяснение на местности рационального использования ресурсов. Необходимо проводить широкое разъяснение среди населения мер по предотвращению загрязнения водоемов, предназначенных для питья, правил рубки древесных насаждений, охоты, выпаса скота на пастбищах и т. д., объяснять населению влияние последствий нерационального использования ресурсов на природную среду и здоровье человека.

Вопросы, связанные с обоснованием физико-географических основ проектирования мелиоративных мероприятий по предотвращению неблагоприятных процессов в связи со снижением уровня Аральского моря, отражают правила охраны природы. Борьба с процессами опустынивания — это вклад в охрану природы и улучшение окружающей среды, ликвидация негативных последствий снижения уровня моря, неправильного использования естественных ресурсов. В условиях устойчивого падения уровня Арала и дефицита вод в Южном Приаралье проблема охраны природы имеет огромное значение. От характера ее решения зависит предотвращение прогрессирующего развития процессов аридизации среды.

Мероприятия по борьбе с негативными последствиями и развитием неблагоприятных процессов должны быть комплексными, применяться одновременно на больших территориях, особенно на парагенетических комплексах, склонных к эоловым процессам. Комплексность мероприятий определяет эффективность борьбы, скорость оптимизации использования ресурсов и улучшения природной среды. В связи с этим чем быстрее и комплекснее будут применяться практические меры, тем высокорезультативнее будет улучшение географической среды.

В улучшении природной среды Южного Приаралья решающее значение имеют технико-мелиоративные (гидротехнические) и лесомелиоративные (агромелиоративные) мероприятия, направленные на обеспечение протоков водой, обводнение пастбищ, предотвращение дефляции и создание искусственных экосистем. Чем больше обводнены пастбища и туган, тем слабее скорость действия процессов опустынивания, тем быстрее идет естественное улучшение среды, восстанавливаются прежние высокоурожайные биоконтакты, тем устойчивей и реальней становится управление природными процессами.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования влияния снижения уровня Аральского моря на изменение природной среды Приаралья показали, что началась коренная трансформация гео- и экосистем. Изменения природных комплексов в условиях усиливающегося дефицита влаги приводят к устойчивой аридизации — опустыниванию территории. Симптомы аридной тенденции развития эко- и геосистем Южного Приаралья — снижение уровня грунтовых вод, увеличение степени их минерализации, соленакопление в корнеобитаемом слое почвы, осушение озерно-болотных и деградация тугайных комплексов, усиление ветроэрозионных процессов и образование эоловых форм рельефа, смена гигро- и гидрофитов ксеро- и галофитами, становление и интенсивное развитие хемогенных, эоловых и других аридных континентальных комплексов. В зависимости от физико-географических условий территорий и направленности динамики режима грунтовых вод, галогеохимических и природных процессов можно определить несколько тенденций развития геокомплексов, в частности гидроморфную, полугидроморфную и автоморфную.

Озерно-болотные комплексы живой части дельты Амударьи развиваются в тенденции устойчивого осушения — переход из гидроморфной стадии в полугидроморфную, местами в автоморфную с потенциальным накоплением солей в зоне аэрации, при этом происходит замена влаголюбивых сообществ сухо- и солеустойчивыми; тугайные комплексы эволюционируют в направлении опустынивания, происходит переход из гидроморфной стадии в автоморфную, становление водно-эрозионных и эоловых комплексов с ксеро- и псаммофитами; геокомплексы приморских солончаков развиваются в тенденции локального рассоления с концентрацией солей в нижних генетических горизонтах почв и усиления ветроэрозионных процессов с выносом пыльно-солевых веществ, это приводит к появлению саксаулово-солянковой ассоциации в комплексе с кейреуками на месте гребенщиковых карабачников и т. д.

Изучение тенденций развития природных комплексов показывает, что в Южном Приаралье наиболее динамичным рельефообразующим процессом становится эоловый, в почвенно-мелиоративном отношении повсеместно доминирует континентальное соленакопление, в экологическом — наблюдаются устойчивые процессы экзогенной сукцессии — смена гидро- и гигрофитов ксеро- и галофитами. Устойчивое развитие природной среды в направлении опустынивания приведет к резкому доминированию по всему Приаралью аридной субэкральной природной среды.

На обсыхающей части дна Аральского моря интенсивно происходит становление и развитие аридных природных комплексов. Исследованиями установлено, что основные природные факторы, сказывающиеся



на развитии геокомплексов, — процессы дефляции и соленакопления. По мере осушения дна моря процессы соленакопления будут охватывать неомаршевые поверхности, а эоловые — рассоляющие участки. Для осушающегося дна моря свойственны эоловые и солончаковые пустынные природные комплексы, где наблюдается вынос пыльно-песчано-солевого материала на периферию.

Авторы стремились обосновать изменение природных комплексов низовьев Амударьи, определить основные тенденции их развития, становление и тенденции развития природных комплексов обсыхающей части дна моря, динамику процессов дефляции и соленакопления осушающейся части Арала и выявить научные основы мероприятий по предотвращению неблагоприятных процессов и явлений в Южном Приаралье в связи с опустыниванием природной среды региона. Все это лишь часть проблемы Аральского моря. Очевидно, проблема Аральского моря многопланова, сложна, ее решение связано с многочисленными факторами. Это обуславливает применение метода системного анализа в решении данной проблемы, где рассматривается единая природная геосистема, охватывающая весь бассейн Аральского моря. Акваторию, обсохшую часть дна моря, приморские дельты, бассейн моря следует изучать как отдельные, но генетически единые части системы. Исследование этих частей системы необходимо провести по единой рабочей программе, взаимосвязанной по масштабу и времени. Пока исследованы только две части этой системы (обсохшая часть дна моря и приморская дельта Амударьи), однако даже это исследование нельзя считать комплексным.

Авторы считают, что целесообразно изучить следующие вопросы, возникшие с проблемой Аральского моря: 1) прогноз развития процессов дефляции, соленакопления и аккумуляции пыльно-песчано-солевого материала в Приаралье в результате дальнейшего снижения уровня Арала, 2) прогноз дальнейшей трансформации природных комплексов Приаралья в условиях падения уровня моря, 3) прогноз выноса пыльно-песчано-солевого материала с обсыхающей части дна моря по мере его усыхания, 4) прогноз становления и характер геокомплексов осушающегося дна моря, 5) оценка территорий Приаралья для развития орошаемого земледелия и пастбищного животноводства, 6) оценка обсыхающей части Арала для использования в сельском хозяйстве, 7) разработка оптимальных вариантов практических мероприятий по смягчению отрицательных последствий снижения уровня Арала.

Разумеется, названные вопросы не исчерпывают всей проблемы. Их очень много. Некоторые направления исследований были сформулированы С. Ю. Геллером (1969), а также Н. Т. Кузнецовым и др. (1979), В. М. Боровским и др. (1979), М. Е. Городецкой и др. (1978).

Для решения проблемы Аральского моря необходимы глубокие и всесторонние исследования, охватывающие весь бассейн. Необходимо создать комплексную специальную научную станцию с сетью стационаров для всестороннего изучения процессов опустынивания Приаралья и развития природных и галогеохимических процессов на обсохшей части дна моря, а также становления новых геокомплексов и тенденций их развития.



## ЛИТЕРАТУРА

- Акулов В. В. Геология дельты реки Амударьи. Ташкент, 1960.
- Ахмедов Х., Рахимов Ю. Важнейшие проблемы ирригации. «Хлопководство», 1976, № 2.
- Бабушкин Л. Н. Особенности климата низовьев Амударьи. В кн. «Мат-лы по производительным силам Узбекистана», вып. 10, «Природные условия и ресурсы низовьев Амударьи», Ташкент, 1959.
- Бабушкин Л. Н. Агроклиматическое районирование хлопковой зоны Средней Азии. Л., Гидрометеониздат, 1960.
- Бабушкин Л. Н., Когай Н. А. Вопросы географического районирования Средней Азии и Узбекистана. Труды ТашГУ, вып. 231, Ташкент, 1964.
- Бабушкин Л. Н., Когай Н. А. Природные территориальные комплексы юго-запада Средней Азии. Ташкент, 1975.
- Баратов Ф., Холматов К. Использование озера Сарыкамыш. «Сельское хозяйство Узбекистана», 1977, № 9.
- Бахиев А. [и др.]. Динамика растительных сообществ юга Приаралья в связи с изменением гидрорежима Аральского бассейна. Ташкент, 1977.
- Белов И. И. Охрана растительности и вопросы долгосрочного прогнозирования освоения растительных ресурсов Средней и Южной Сибири. «Доклады Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока», вып. 48, 1975.
- Берг Л. С. Аральское море. «Изв. Турк. отд. РГО», т. V, СПб., 1908.
- Блинов Л. К. Гидрохимия Аральского моря. Л., Гидрометеониздат, 1956.
- Богданова Н. М., Костюченко В. П. Процессы соленакопления на осушившемся дне Аральского моря и их связь с геоморфологическими и литологическими условиями. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1977, № 3.
- Богданова Н. М., Костюченко В. П. Засоленность почвогрунтов осушившегося дна Аральского моря. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1978, № 2.
- Бондарь В. А. Современное состояние устьевой области и дельтовых озер р. Амударьи. Труды САРНИГМИ, вып. 2 (83). Л., 1975.
- Боровский В. М., Корниенко В. А. Современные аспекты проблемы Аральского моря. «Проблемы освоения пустынь», 1979, № 2.
- Бронгулеев В. Б., Пшенин Г. Н., Розанов Л. Л. О механизме формирования рельефа восточного чинка плато Устюрт. «Геоморфология», 1978, № 2.
- Быстрицкая Т. Л., Осычнюк В. В. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья. М., 1975.
- Вайлерт Г. И. [и др.]. Почвы левобережной части низовьев Амударьи. Ташкент, 1961.
- Верник Р. С. [и др.]. Растительность низовьев Амударьи. Ташкент, 1964.
- Верник Р. С., Момотов И. Ф. Растительность дельты Амударьи. В кн. «Материалы по производительным силам Узбекистана», вып. 10, Ташкент, 1959.
- Воейков А. И. Орошение Закаспийской области с точки зрения географии и климатологии. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1908, т. 44, вып. 3.
- Геллер С. Ю. Некоторые аспекты проблемы Аральского моря. В кн. «Проблема Аральского моря», М., 1969.
- Георгиевский Б. М. Гидрогеологические процессы и основные закономерности динамики грунтовых вод в Южнохорезмском оазисе. В сб. «Мат-лы по гидрогеологии и инж. геологии УзССР», вып. 1, Ташкент, 1935.
- Герасимов И. П. Почвы Прикаспийской низменности. В кн. «Почвы СССР», т. 3, М.—Л., 1939.
- Герасимов И. П. Основные итоги конференции ООН по проблемам опустынивания. «Проблемы освоения пустынь», № 3, 1978.
- Городецкая М. Е. О террасах Аральского моря. «Геоморфология», 1978, № 1.



- Городецкая М. Е., Кесь А. С., Кузнецов Н. Т. Состояние изучения Аральского моря. «Проблемы освоения пустынь», 1979, № 2.
- Гранитов А. И. Растительные сообщества Узбекистана. Автореферат канд. дисс., Ташкент, 1970.
- Джаманкараев С. Особенности эксплуатации дельтовых ирригационных систем Амударьи. Нукус, 1975.
- Егоров В. В. Образование приморских солончаков на маршевых террасах в Западном Прикаспии. Труды Почвенного ин-та им. Докучаева, т. 44, М., 1954.
- Егоров В. В. Почвообразование и условия проведения оросительных мелиораций в дельтах Арало-Каспийской низменности. М., 1959.
- Ереженев С. Е. Флора Каракалпакии, ее хозяйственная характеристика, использование и охрана. Ташкент, 1978.
- Ешимбаев Д. Гидрохимическое состояние водоемов Каракалпакии в условиях водохозяйственных мероприятий в бассейне Амударьи. Ташкент, 1975.
- Животовская А. И. Плиоценовая река в Восточном Заунгузье. Труды ВСЕГЕИ, т. 109, вып. 14, Л., 1963.
- Житомирская О. М. Климатическое описание Аральского моря. Л., 1964.
- Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология. М., 1970.
- Зиядуллаев С. К. [и др.]. Проблема Аральского моря должна быть решена. «Коммунист Узбекистана», 1977, № 2.
- Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М., 1965.
- Кабулов С. К. Экологическая роль Аральского моря в водном режиме пустынных растений. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1978, № 3.
- Калашников А. И. [и др.]. Почвы правобережной части низовьев Амударьи. Труды Ин-та почвоведения АН УзССР, вып. 2, 1956.
- Каражанов К. Д. Эволюция и трансформация почв современной дельты Сырдарьи. «Изв. АН КазССР», сер. биол., 1977, № 3.
- Катышевцева В. Г. Смены растительного покрова на северном побережье Каспийского моря. Труды Ин-та ботаники АН КазССР, т. 8, Алма-Ата, 1960.
- Кесь А. С. Русло Узбой и его генезис. Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 30, М., 1939.
- Кесь А. С. О древней и современной трансгрессии Аральского моря. Труды Ин-та географии АН СССР, вып. 79, М., 1960.
- Кесь А. С. Вопросы четвертичной палеогеографии низовьев Амударьи и Сырдарьи. В кн. «Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода», т. 3, М., 1961.
- Кесь А. С. Основные этапы развития Аральского моря. В кн. «Проблема Аральского моря», М., 1969.
- Кесь А. С., Грязнова Т. П. Геоморфологические условия зоны переброски части стока сибирских рек на междуречье низовий Сырдарьи — Амударьи. В кн. «Природно-мелиоративная характеристика Средней Азии и Казахстана», Пушкино, 1976.
- Кимберг Н. В. Почвы пустынной зоны Узбекской ССР. Ташкент, 1974.
- Кимберг Н. В., Кочубей М. И., Шувалов С. А. Почвы Каракалпакской АССР. В кн. «Почвы Узбекской ССР», Ташкент, 1964.
- Кимберг Н. В. [и др.]. Характеристика почвенных типов. В кн. «Почвы Узбекистана», Ташкент, 1975.
- Кирюхин Л. Г., Кравчук В. Н., Федоров П. В. Новые данные о террасах Аральского моря. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1966, № 1.
- Клюканова И. А. Внутригодовая динамика механического и химического состава взвешенных наносов в дельте Амударьи. В кн. «Проблема Аральского моря», М., 1969.
- Ковалев В. С. С чем сравнима судьба Арала? «Сельское хозяйство Узбекистана», 1975, № 11.
- Ковалев В. С. Как поддержать Арал? «Экономика и жизнь», 1976, № 3.
- Ковалев В. С. Арал должен жить! «Сельское хозяйство Узбекистана», 1977, № 8.
- Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Ч. 1—2, М.—Л., 1947.
- Ковда В. А. Оценка ландшафтов для ирригации и дренажа. В кн. «Почвы аридной зоны как объект орошения», 1968.
- Ковда В. А. Основы учения о почвах. Кн. 1 и 2, М., 1973.
- Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., 1977.
- Ковда В. А. [и др.]. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности. Труды Почвенного ин-та им. Докучаева, т. 44, М., 1954.
- Колодин М. В. Использование и охрана водных ресурсов Средней Азии. «Проблемы освоения пустынь», 1978, № 4.
- Коровин Е. П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Кн. 1, Ташкент, 1961.
- Костюченко В. П., Богданова Н. М. Характер засоления почвогрунтов и миграция солей на осушающемся дне Аральского моря. Тез. докл. совещ. «Влияние



- межбассейнового перераспределения стока на природную среду Европейской территории и Среднего региона СССР», М., 1975.
- Костюченко В. П., Сорокина Р. А., Тимошкина В. А. Изменение земельного фонда Амударьинской дельты в связи с уменьшением притока речных вод. В кн. «Проблема Аральского моря», М., 1969.
- Кривенко А. М. Об интенсивности процессов дефляции почвогрунтов. «Проблемы освоения пустынь», 1969, № 3.
- Крылов М. М. Основы мелиоративной гидрогеологии Узбекистана. Ташкент, 1977.
- Крылов М. М. [и др.]. Дельта Амударьи. В кн. «Гидрогеологические и инженерно-геологические условия Узбекистана», т. 11, Ташкент, 1964.
- Кузнецов Н. Т. Географические аспекты будущего Аральского моря. «Проблемы освоения пустынь», 1976, № 1.
- Кузнецов Н. Т. Научные основы прогнозирования изменений природной среды вследствие падения уровня Аральского моря. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1977, № 5.
- Кузнецов Н. Т. [и др.]. Некоторые гидрологические аспекты проблемы Аральского моря. «Водные ресурсы», 1978, № 1.
- Кузнецов Н. Т. [и др.]. Проблема Аральского моря (задачи и направление исследований). «Водные ресурсы», 1979, № 1.
- Лопатин Г. В. Особенности формирования дельтовой области Амударьи. Труды Океанографической комиссии, т. VI, «Изучение устьев реки», М., 1960.
- Лопатин Г. В. [и др.]. Дельта Амударьи. М.—Л., 1958.
- Лымарев В. И. Берега Аральского моря — внутреннего водоема аридной зоны. Л., 1967.
- Майлун З. А. Тугайная растительность. В кн. «Растительный покров Узбекистана и пути его рационального использования». Ташкент, 1973.
- Медетуллаев Ж. Земельный фонд Каракалпакской АССР. В кн. «Природные ресурсы низовьев Амударьи», Ташкент, 1974.
- Николаев В. А. Принципы классификации ландшафтов. «Вестник МГУ», серия геогр., 1973, № 6.
- Никитин А. М., Бондарь В. А. О динамике озер дельты р. Амударьи. Труды САРНИГМИ, вып. 25 (106), 1975.
- Никитин С. А. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М., 1966.
- Нурманов А. Н. Современное состояние земель северных районов Каракалпакской АССР. Нукус, 1963.
- Нурманов А. Н. Мелиорация засоленных земель в современной дельте реки Амударьи. Нукус, 1973.
- Овчинников Б. И. [и др.]. К вопросу о распределении растительных ресурсов в дельте р. Амударьи. «Вестник КК ФАН», № 1, Нукус, 1960.
- Орлова М. А. Роль ветра в круговороте солей в природе. «Вестник АН КазССР», 1978, № 10.
- Панков М. А. Почвоведение. Ташкент, 1970.
- Петров М. П. Пустыни земного шара. Л., «Наука», 1973.
- Петров М. П. Формы взаимодействия человека с окружающей средой. В кн. «Человек и среда обитания», Л., 1974.
- Петров М. П. Причины, препятствующие освоению пустынь и полупустынь, и охрана их природы. «Проблемы освоения пустынь», 1976, № 3—4.
- Попов В. И. [и др.]. Литология кайнозойских моласс Средней Азии, ч. III. В кн. «Фации равнинно-долиновых формаций (на примере современных надводнодельтовых отложений р. Амударьи)», Ташкент, 1956.
- Попова Т. П. Об изменении почвенного покрова современной дельты Амударьи. В сб. «Засоленные почвы Узбекистана и вопросы их освоения и мелиорации» Ташкент, 1978.
- Пославский В. В. Повышение водообеспеченности оросительных систем Средней Азии. «Гидротехника и мелиорация», 1976, № 8.
- Почвы Узбекистана. Ташкент, 1975.
- Прохоров И. И. Возможные изменения отдельных климатических характеристик в связи с изменением площади Аральского моря. Труды Казахстанского науч.-иссл. гидрометеорологического ин-та, вып. 44, М., 1972.
- Ракитин К. А. Роль водохранилищ и их эффективность в условиях водного хозяйства Средней Азии. В сб. «Вопросы проектирования и эффективности работы гидромелиоративных систем Средней Азии», вып. 8, Ташкент, 1977.
- Рахимбаев Ф. М., Есенбеков А. Е. Влияние гидрогеологических условий на мелиоративное состояние орошаемых территорий Каракалпакии. Нукус, 1977.
- Рзаев К. Р., Медетуллаев Ж. М. Проблемы эффективного использования ресурсов сельского хозяйства. Нукус, 1972.
- Рогов М. М. Гидрология дельты Амударьи. Л., 1957.
- Рогов М. М. Гидрология устьевой области Амударьи. Л., 1968.



- Сапариязов Ж. Джузгуиники приморского района Северо-Западных Кызылкумов. В кн. «Современное состояние природных ресурсов Каракалпакии», Ташкент, 1977.
- Скворцов Ю. А. К вопросу об изучении геоморфологии четвертичных отложений. В кн. «Мат-лы по производительным силам Узбекистана», вып. 10. «Природные условия и ресурсы низовьев Амударьи», Ташкент, 1959.
- Сочава В. В. Прогнозирование — важнейшее направление современной географии. «Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока», вып. 43, 1974.
- Тагунова Л. Н. О связях почвенно-растительного покрова северо-восточного побережья Каспийского моря с условиями засоления и увлажнения. Бюлл. МОИП, новая серия, отд. биол., 1960, т. 65, вып. 1.
- Таджитдинов М. Т., Бутов К. Н. Растительность современных водоемов Каракалпакии. Ташкент, 1972.
- Таджитдинов М., Мениахмедов Г. З. Тростник обыкновенный и его использование в народном хозяйстве. В кн. «Растительные ресурсы низовьев Амударьи», Ташкент, 1967.
- Тетюхин Г. Ф., Пшенин Г. Н., Романов И. В. К вопросу о возрасте голоценовых террас бассейна Сырдарьи. В сб. «Вопросы региональной инженерной геологии», Ташкент, 1972.
- Тлеуов Р. Т., Кабулов С. К. Некоторые изменения природной среды Приаралья в связи с усыханием Аральского моря. В кн. «Современное состояние природных ресурсов Каракалпакии», Ташкент, 1977.
- Толба М. Опустынивание — общечеловеческая проблема. «Проблемы освоения пустынь», 1978, № 3.
- Толстов С. П., Кесь А. С. Проблема древнего течения Амударьи в свете новейших геоморфологических и археологических данных. В кн. «Мат-лы ко второму съезду Географического общества СССР», М., 1954.
- Толстов С. П., Кесь А. С. Проблема древнего течения Амударьи в свете новейших геоморфологических и археологических данных. В кн. «Низовья Амударьи, Сарыкамыш, Узбой», Матер. Хорезмск. экспед., вып. 3, М., 1960.
- Туремуратов У. Растительный покров Северо-Западных Кызылкумов. Ташкент, 1978.
- Фаизов К. Ш. Почвы Гурьевской области. Труды Ин-та почвоведения АН КазССР, т. 13, Алма-Ата, 1970.
- Федорович Б. А. Древние реки в пустынях Турана. В кн. «Материалы по четвертичному периоду СССР», вып. 3, М., 1952.
- Федорович Б. А. Происхождение рельефа современных песчаных пустынь. В сб. «Вопросы географии» (к XVIII Международному географическому конгрессу), М.—Л., 1956.
- Федорович Б. А. Проблемы охраны Арала и землепользование. «Проблемы освоения пустынь», 1978, № 4.
- Ходжибаев Н. Н. Гидрогеолого-мелиоративные условия орошаемых и подлежащих орошению земель. В кн. «Гидрогеология СССР», т. 39, Узбекская ССР, М., 1971.
- Хорст Г. О. Об использовании природных ресурсов в низовьях Амударьи. «Гидротехника и мелиорация», 1975, № 3.
- Черненко И. М. О подземном водопитоке, солевом балансе и проблеме Арала. «Проблемы освоения пустынь», 1972, № 1.
- Четыркин В. М. Средняя Азия (опыт комплексной географической характеристики и районирования). Ташкент, 1960.
- Шербаев Б. Флора останцовых возвышенностей и низкогорий Каракалпакии. Ташкент, 1978.
- Шульц В. Л. Изученность водных ресурсов Средней Азии и пути их использования. В кн. «Проблемы преобразования природы Средней Азии», М., 1967.
- Шульц В. Л. Водный баланс Аральского моря. Труды САРНИГМИ, вып. 23 (104), Л., 1975.
- Яншин А. Л. Геология современного Приаралья. М., 1953.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Введение (А. А. Рафиков)                                                                                                                                         | 3   |
| Глава I. Общая характеристика природных условий и ресурсов низовий Амударьи и Аральского моря, их значение в развитии производительных сил КК АССР (Т. Таджимов) | 6   |
| Глава II. Природные компоненты и факторы, определяющие современные физико-географические и экологические условия северной части Южного Приаралья                 | 12  |
| Рельефообразование (Г. Ф. Тетюхин)                                                                                                                               | 12  |
| Современный рельеф (Г. Ф. Тетюхин)                                                                                                                               | 25  |
| Климатические особенности (А. В. Чалмаев)                                                                                                                        | 35  |
| Грунтовые воды и их режим (А. А. Рафиков)                                                                                                                        | 42  |
| Изменение гидрографической сети и речного стока р. Амударьи (А. В. Чалмаев)                                                                                      | 47  |
| Почвы и их солевой режим (А. А. Рафиков, Б. А. Бахритдинов)                                                                                                      | 59  |
| Растительность (В. А. Попов)                                                                                                                                     | 85  |
| Природные процессы и динамика их развития (А. А. Рафиков, Г. Ф. Тетюхин)                                                                                         | 88  |
| Глава III. Современные природные комплексы и тенденции их развития                                                                                               | 100 |
| Принципы и методы исследования и картографирования природных комплексов (А. А. Рафиков)                                                                          | 100 |
| Принципы составления карты природных территориальных комплексов (И. А. Хасанов)                                                                                  | 102 |
| Современные природные комплексы (А. А. Рафиков, И. А. Хасанов, Б. А. Бахритдинов, В. А. Попов)                                                                   | 103 |
| Основные тенденции развития природных комплексов в условиях изменения гидрорежима дельты Амударьи (А. А. Рафиков)                                                | 132 |
| Процессы опустынивания (А. А. Рафиков)                                                                                                                           | 135 |
| Прогнозирование трансформации природных комплексов (А. А. Рафиков)                                                                                               | 140 |
| Глава IV. Природные комплексы обсохшей части дна Аральского моря и тенденции их развития (А. А. Рафиков)                                                         | 147 |
| Динамические природные процессы обсохшей части дна моря                                                                                                          | 154 |
| Становление природных комплексов обсохшей части дна и тенденции их развития                                                                                      | 171 |
| Глава V. Физико-географические основы проектирования мелиоративных мероприятий по предотвращению неблагоприятных процессов и явлений (А. А. Рафиков)             | 185 |
| Заключение (А. А. Рафиков)                                                                                                                                       | 195 |
| Литература                                                                                                                                                       | 197 |

Асомитдин Алимович Рафиков,  
Геннадий Федорович Тетюхин

## СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НИЗОВЬЕВ АМУДАРЬИ

Утверждено к печати  
Ученым советом Отдела географии  
и Отделением наук о Земле АН УзССР

Редактор Л. Б. Ходанович  
Технический редактор Г. Чурина  
Корректор М. Саттарова

ИБ № 989

Сдано в набор 24.02.81 г. Подписано к печати 28.04.81 г. Р05134. Формат 70×100<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 16,13. Уч. изд. л. 15,6. Тираж 1000. Заказ 35. Цена 2 р. 90 к.

Типография издательства «Фан» УзССР. Ташкент, проспект М. Горького, 79.  
Адрес издательства: 700347. Ташкент, ул. Гоголя, 70.