

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНЫМ
РЕСУРСАМ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"УЗБЕКГИДРОГЕОЛОГИИ"

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОГЕОЛОГИИ
И МИНЕРАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ ИМ. С.К.ЛАНГЕ (ГИДРОИНТЕО)

На правах рукописи

МАВЛЯЕВ ТИМУР ЭРКЮНОВИЧ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ДИНАМИКА
РАЗВИТИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОБСОХШЕГО ДНА
АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Специальность 04.00.07 - Инженерная геология,
мерзотоведение и
грунтоведение

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Ташкент - 1997

Работа выполнена в Лаборатории региональных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований института ГИДРОИНГЕО им. О.К.Ланге Государственного гидрогеологического предприятия "Узбекидрогеоология".

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук, профессор И.И.ШЕРМАТОВ
кандидат геолого-минералогических наук Б.И.ПЕЧНИЦОВ

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор К.И.ПУЛАТОВ
кандидат геолого-минералогических наук В.П.ЖИМ

Ведущая организация: проектно-изыскательский институт "Уз-мелководхоз" МЭИХ Республики Узбекистан.

Защита состоится 12 марта на заседании специализированного Совета Д 071.01.01 в Институте гидрогеологии и инженерной геологии (ГИДРОИНГЕО) им. О.К.Ланге ГИП "Узбекидрогеоология" при Государственном комитете по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан по адресу: 700041, г.Ташкент, ул.Ходжибаева, 64.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "10" февраля 1997 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
канд. геол.-мин. наук

И.М. Умаров И.М. УМАРОВ

Актуальность проблемы. Впервые в истории человечества на глазах одного поколения с лица Земли исчезает целое море. Происходит это не из-за природных катаклизмов, а в результате воздействия человека. Проблема сохранения Аральского моря неразрывно связана с решением комплекса природных и социальных проблем Приаралья. Поэтому важнейшей задачей ученых на сегодняшний день является разработка концепции выхода из аральского кризиса.

В результате катастрофического падения уровня моря на 17 м обнажилось обширное дно площадью 31 тыс. км², являющееся уникальной природной лабораторией, где все компоненты геологической среды находятся в активной динамической развитии. Меняются уровни и минерализация грунтовых вод, характер и степень засоления грунтов, динамика эолового преобразования рельефа и характер зарастания. Все эти факторы определяют условия формирования новой геологической среды на обширном дне Арала. Последствия снижения уровня моря привели к деградации почв в дельте Амударьи. Зарождение мощных очагов селе-пылевыноса вызвало снижение урожайности орошаемых земель и естественных пастбищ. Исчезли многие виды животных и ценных рыб. Ухудшилась экологическая ситуация в Приаралье.

Поэтому для Республики Узбекистан данные вопросы особенно актуальны.

Отсутствие представлений о механизме формирования новой геологической среды и информации об инженерно-геологических свойствах пород, претерпевающих постгенетические изменения в процессе засоления, усыхания и эолового преобразования, затрудняют принятие рационального комплекса природоохранных мероприятий, направленных на реконструкцию остаточного водоема и снижения негативного влияния селе-пылевыноса с обширного дна на прилегающие территории.

Цель настоящей работы - оценка инженерно-геологических условий и динамики развития экзогенных геологических процессов в юго-восточной части обширного дна Аральского моря.

В соответствии с указанной целью ставятся следующие задачи:

- изучить инженерно-геологические свойства грунтов и их пространственную изменчивость, обусловленную особенностями

истории геологического развития рэгиона, геолого-геоморфологическим строением, гидрогеологическими и климатическими условиями;

- выявить закономерности развития процессов соленакпления в грунтах обсохшего дна и дать качественную и количественную оценку их запасов;

- выявить динамику эолового преобразования рельефа и определить объем соле-пылевыноса с обсохшего дна на прилегающие территории;

- дать геоэкологическую оценку территории исследования по экологическому состоянию основных компонентов природной среды.

Методика исследований при решении поставленных задач основана на:

- комплексных гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований на площади 7,5 тыс. км² с постановкой разведочных, опытных и лабораторных работ с применением материалов дешифрирования аэро- и космоснимков;

- специализированных инженерно-геологических и режимных исследованиях на опытных участках и полигонах;

- геоэкологических исследованиях по двум региональным створам протяженностью 60 и 100 км с впа на север от "коренного" берега до современного уреза воды в море;

Анализ полученных результатов позволил оценить инженерно-геологические условия и выявить закономерности развития процессов соленакпления и эолового преобразования рельефа на обсохшем дне Арала.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На обсохшем дне Аральского моря формируется новая геологическая среда. Определяющую роль в ее образовании играют широкое развитие нелитофацированных легких грунтов, интенсивное засоление и высокая динамика эоловых процессов.

2. Установлена закономерность пространственно-временной эволюции развития экзогенных геологических процессов на обсохшем дне Арала в связи с продолжающимся отступлением моря.

3. Установлено кризисное геоэкологическое состояние основных компонентов природной среды обсохшего дна моря, негативно влияющее на прилегающие территории.

На защиту выдвигаются следующие положения:

1. Пространственно-временная эволюция процессов засонокристаллизации на обсохшем дне Арала выражена в формировании маршевых и приморских солончаков в первые 3-5 лет осушки, когда соли вытягиваются на поверхность капиллярными силами, образуя соляно-гипсовые корки. В последующие 6-12 лет с дальнейшим отступлением моря, понижением уровня грунтовых вод капиллярная кайма сжимается и прекращается вынос солей на поверхность.

2. Головные процессы на обсохшем дне Арала исключительно динамичны. Через 5-6 лет после отступления моря поверхности начинают подвергаться начальной стадии ветровой эрозии. В последующие 6-12 лет головные процессы обретают наиболее динамичный характер, формируя низкие барханы высотой 1-2 м, движущиеся на юг и юго-запад со скоростью 60-120 м/год. На 20-25 год барханы достигают высоты 3-6 м, сплавляются в цепи, теряют подвижность и постепенно зарастают кустарниковой растительностью.

3. Низкая и очень низкая степень экологической благоприятности состояния основных компонентов геологической среды обсохшего дна: повышенная минерализация (40-160 г/л), близкое залегание уровня грунтовых вод (0,0-1 м), сильная засоленность грунтов (1-22%), высокая динамичность эоловых процессов, слабое зарастание и мощный соле-пылевынос (14-225 т/га в год) оказывает негативное влияние на экосистему Приаралья.

Практическая значимость работы. Работа может быть использована в качестве инженерно-геологической основы для разработки комплекса природоохранных мероприятий, направленных на реконструкцию остаточного водоема путем расчленения его дамбами и создания польдерных систем, прокладки магистральных коллекторов, фитомелиорации, покрытия пленкой и битумными растворами очагов дефляции. Методика работ может быть применена при исследовании обсохшего дна и экзогенных геологических процессов.

Реализация работы. Основные результаты работы изложены в двух отчетах, а методика проведения исследований изложена в проекте II Аральской ЭГТИ Приаральской гидрогеологической экспедиции ИГи "Узбекгидрогеология".

Апробация работы и публикации. Основные положения диссертации доложены на заседаниях Координационного совета по Аралу

в 1982 и 1983 гг. (ГТИ "Узбекгидрогеология"), на Международном научно-практическом семинаре "Неостолбные научные проблемы бассейна Аральского моря: современная изученность и необходимость дальнейших исследований" (Ташкент, 1984 г.), Международном симпозиуме "Гидрогеологические процессы и эволюция ресурсов подземных вод аридной зоны" (Ташкент, 1986 г.). Опубликовано 4 статьи.

Фактический материал. В основу диссертации легли результаты эколого-гидрогеологической и инженерно-геологической съемок масштаба 1:200 000 осушенной части дна Аральского моря, выполненные автором в Лаборатории региональных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований института ГИДРОНИИЭО совместно с Приаральской гидрогеологической экспедицией в 1980-1985 гг. с целью изучения инженерно-геологических условий обсохшего дна и динамики развития экзогенных геологических процессов.

Было пробурено и опробовано около 40 скважин, 55 шурфов, описано более 500 точек наблюдений на площади порядка 735 тыс. км². На различных типах соляных залежей и солончаков заложено 12 гидрогеохимических створов. Оборудовано 8 полигонов, где в течение 2-3 лет велись наблюдения за динамикой эоловых процессов. Проанализировано свыше трех тысяч результатов сокращенного и полного химанализа воды, водных вытяжек, минералогического и гранулометрического состава пород и других инженерно-геологических свойств грунтов. Использовались также данные комплексной геолого-поисковой экспедиции "Ташкентгеология" и ГТИ "Квзылтепагеология".

Объем работы. Диссертационная работа объемом 156 стр. состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 101 наименования, содержит 24 рисунка и 11 таблиц.

Автор глубоко благодарен научным руководителям - доктору г.-м.н. М.Ш.Шерматову и к.г.-м.н. Б.И.Пинхасову за большую научно-методическую помощь и постоянное внимание к работе, а также Р.А.Нязову, Н.М.Умарову, И.В.Рубанову, Н.Г.Мавлянову, В.А.Минченко, В.Н.Соколову за советы и консультации и выражает искреннюю признательность коллективу Лаборатории региональной гидрогеологии и инженерной геологии института ГИДРОНИИЭО за

оказанную помощь при сборе фактического материала и подготовке диссертаций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе "Современные представления об исследовании природных условий и их оценке" аральской кризис определяется как экологическая проблема мирового значения, давно волнующая ученых. Изменения, происходящие здесь, имеют преимущественно необратимый характер, экологическая система региона выведена из равновесного состояния и находится сейчас на пути к полной деградации. Поиск выхода из сложившейся ситуации в Приаралье создал необходимые предпосылки для исследований по предотвращению будущих изменений в регионе.

За последние 25-30 лет опубликованы многочисленные работы, посвященные отдельным аспектам изучения природы Приаралья и Аральского моря по разделам: а) палеогеография; б) морфология дна и берегов; в) петрографический состав донных отложений; г) гидроклиматические условия; д) миграция солей; е) экологические проблемы и прогноз. Анализ литературы по истории геологического развития Аральского моря и Приаралья показывает, что основные черты современного рельефа определяли тектонические движения в нижнем и среднем плейцене. Дальнейшие изменения природной обстановки в Приаралье, приводившие к колебаниям уровня Арала, были вызваны способностью русел рек изменять направление течения (А.С.Кесъ, С.А.Маева, В.П.Львов, Б.И.Пинхасов, В.Г.Маев, Л.С.Берг, И.Е.Городенная, П.И.Чалов, И.В.Рубанов, Т.П.Грязнова, И.М.Богданова). Неоднократные провалы Амударьи по Узбою в Каспий привели к резкому снижению уровня Арала и изменению условий осадконакопления.

Авторы геоморфологических исследований дают объективную оценку современного облика и генезиса рельефа территории, морфоструктурных особенностей, формирования рельефа, характера господствующих экзогенных процессов, а также направленности геоморфологического развития региона в свете происходящей экологической катастрофы, связанной с усыханием Аральского моря (Л.Б. Архистархова, А.Н.Заруленко, В.И.Игнатов, В.Г.Маев, Т.П.Грязнова, И.М.Богданова, Л.С.Берг).

Анализ строения донных осадков Аральского моря позволяет восстановить его геологическую историю и оценить особенности формирования инженерно-геологических условий на обсохшем дне. Среди осадков осушки накопленных в период трансгрессии Арала, выделяются: обломочные, хемогенные и органогенные образования. Обломочные составляют более 90% общей массы, сложены песками, алевролитами и, реже, глинами. Хемогенные представлены карбонатами и сульфатами кальция (кальцит, гипс) и водорастворимыми солями (мирабилит, тенардит, галит, астраханит). Органогенные накопились до начала снижения уровня Арала и представлены раковинами и растительными остатками.

Высвобождение из под воды обсохшего дна площади в 32 тыс. км² ведет к интенсивному преобразованию осадков, имеющих в основном легкий механический состав. Грунты подвержены интенсивной дефляции и поверхностному засолению (И.Г.Бродская, В.П.Зенкович, Е.Г.Маев, С.А.Маева, И.В.Рубанов, Ю.П.Хрусталеv). Близкое залегание к дневной поверхности высокоминерализованных грунтовых вод ведет к интенсивному испарению и концентрации солей в грунтах зоны аэрации. Зарождающиеся обширные солончаки становятся основными поставщиками солей в атмосферу во время песчано-солевых бурь. По данным различных авторов, объем солей, выносимых со всей осушки, составляет 7,3 до 43 млн. т/год (С.Е.Семенов, И.В.Рубанов, И.М.Богданова, Г.В.Хвостов, В.М.Стародубцев, С.Ю.Теллер, А.А.Григорьев).

Краткий обзор современного состояния проблемы показал, что практически отсутствуют характеристика инженерно-геологических условий обсохшего дна, сведения о состоянии, составе и свойствах грунтов и их постгенетическом преобразовании в условиях обсыхания. Недостаточно изучены закономерности развития экзогенных геологических процессов в условиях продолжавшегося снижения уровня моря. Нет геозоологической оценки новой геологической среды, формирующейся на площади обсохшего дна Арала.

Проведенный анализ свидетельствует о необходимости изучения инженерно-геологических условий и динамики развития экзогенных геологических процессов, имеющих огромное значение для разработки технико-экономического обоснования природоохранных мероприятий на обсохшем дне Аральского моря, направленных на снижение

ние негативного влияния последствий.

Во второй главе "Основные природные и техногенные факторы, определяющие инженерно-геологические условия" дана характеристика физико-географических, геоморфологических и гидрогеологических условий, геологического строения и истории геологического развития, которые являются основными природными факторами, определяющими характер формирования инженерно-геологических условий.

Аральское море - одно из наиболее крупных внутриматериковых водоемов земного шара - расположено в зоне пустыни Средней Азии (Туранской низменности) у восточного края предгорья Устюрт. Общая площадь бассейна - более 2,7 млн. км². Основные водные артерии, питающие море, - Амударья (75) и Сырдарья (37 км³/год). При абс.отм. уровня 53,0 м площадь моря составляла 68,3 тыс. км², объем воды - 1064 км³, средняя глубина - 16,1 м. За последние 35 лет уровень Арала упал на 17 м, в конце 1996 г. опустился до абс.отм. 36,0 м. Акватория моря сократилась в 2 раза, объем воды уменьшился в 3,5 раза. Современная площадь обсохшего дна составила около 34 тыс. км². Крайне засушливый климат и частые сильные ветры южного и юго-западного направления предопределили развитие пыльных бурь, негативно влияющих на экологию Приаралья.

Впадина Аральского моря возникла около 2,2-2,0 млн. лет назад, на рубеже среднего и позднего плейстоцена в результате деятельности экзогенных и эндогенных процессов. Ведущая роль в формировании рельефа впадины принадлежит дефляции, интенсивное развитие которой предопределено тектоникой. В эоплейстоцене бассейн неоднократно обводнялся за счет изменения палеорусел Сырдарьи и Амударьи, а также сообщения Каспия и Арала по проливу, проходящему через Верхний Узбой. Уровень моря достигался на отметку 60-65 м, а в конце эоплейстоцена до +70-73 м. В последующем Аральское море неоднократно частично или полностью высыхало и заполнялось вновь.

Начиная с раннего и среднего голоцена (более 5000 лет) на протяжении всего неолита произошло пять трансгрессий и регрессий (Н.Г.Маев, С.А.Маева). Уровень моря снижался до абс.отм. 30-32 м, в последние века до 1960 г. в среднем колебался между

отметками +50+53 м (А.С.Кесъ, И.В.Рубанов).

В пределах площади исследований выделено три генетические категории рельефа: аккумулятивный, дефляционно-аккумулятивный и выработанный. Аккумулятивный рельеф, созданный деятельностью рек и моря, представлен низменными, субгоризонтальными, наземными и морскими равнинами. Дефляционно-аккумулятивный (или эоловый) рельеф образован ветром на древних приподнятых верхнеплиоцен-эоплейстоценовых равнинах. К его наиболее молодой генерации относятся вновь образованные барханные массивы на обсохшем дне моря. Выработанный рельеф представлен двумя разновидностями — структурно-денудационным и денудационным. К структурно-денудационному относятся плагиобразные поверхности, бронированные карбонатной корой выветривания (мохом), перекрывающей возвышенность Бельтау. Денудационный рельеф создан склоновыми процессами и дефляцией, выработавшими глубокие котловины, осложняемые Бельтау.

Рассматриваемая территория является частью молодой платформенной равнины Турана. Регионально очень слабо дислоцированные меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения платформенного чехла залегают почти горизонтально на непленнизированной поверхности смятых в складки метаморфизованных и пронизанных интрузиями пород палеозойского фундамента. Верхняя часть разреза сложена верхнеплиоцен-четвертичными отложениями мощностью от 15 до 170 м. Наиболее древние осадки неогена являются породы кудканатаузской, денгизкульской и замрской свит, сложенные розовыми мергелями, зеленоватыми и серыми глинами, алевролитами и полевошпат-кварцевыми песчаниками. Повсеместно погребены под эоплейстоценовые отложения атынакальской свиты, слагающие северные склоны Бельтау и острова Ахлеткинского архипелага, и сложены толщей переслаивающихся серовато-желтых полевошпат-кварцевых песков, песчаников, алевролитов и глин. Древнеаральские отложения, представляющие осветленные прибрежно-морскими песками мощностью до 1 м, слагают абразионно-аккумулятивную террасу на абс.отм. 58-60 м. Отложения новоаральской трансгрессии слагают островные бары и пляжи, мелководья прибрежных зон, пролива, заливы и лагуны Ахлеткинского архипелага и дно открытого моря, представлены преимущественно полевошпат-кварцевыми пес-

ками с прослоями супесей, суглинков и илов мощностью до 6 м. В пределах Акпеткинского архипелага кембрийскими образованиями являются гипсы, мирабилит, тебардит и галит (мощность 0,3-2,0 м). Аллювиально-морские и озерно-аллювиальные суглинки, супеси с прослоями песка слагают юго-западную часть территории и далее на север перекрыты морскими отложениями мощностью 6-10 м.

С уходом моря и активизацией экзогенных процессов преобразуется рельеф обсохшего дна. Барханно-массивы высотой до 1,5-5 м, занимающие более 25-30% площади, сложены разнозернистыми эоловыми песками. Грядово-лещиновые эоловые пески мощностью 10-20 м перекрывают отложения атынакольской и денгизкульской свит, слагают бывшие острова Акпеткинского архипелага и платообразную поверхность Бельтау.

Трансгрессивно-регрессивная история геологического развития Аральского моря в последние тысячелетия предопределила особенности литологического состава донных отложений и морфогенетическое строение рельефа обнажившегося дна. Осадки в основном представлены легкими грунтами (пески, супеси, суглинки) и солями (гипс, мирабилит, тебардит), легко подверженными дефляции и выносу в атмосферу.

На площади исследования выделены три водоносных этажа: неоген-четвертичный, меловой и палеозойский, характеризующиеся различными гидрогеологическими условиями. Верхний приурочен к повоаральским морским, озерно-аллювиальным четвертичным и верхнеплиоцен-эоценовыми отложениям, тесно гидродинамически связанным. УГВ колеблются в пределах 5,0-0,5 м, характеризуются высокой минерализацией (от 27 до 118 г/л), хлоридно-натриевым составом. За счет незначительного урона (0,001) и близкого залегания УГВ к поверхности земли происходят интенсивное внутригрунтовое испарение и разгрузка в подпочвенных, где аккумуляруются соли с образованием соляных корочек и соляных залежей.

В третьей главе "Инженерно-геологические условия и динамика развития экзогенных геологических процессов" рассматриваются три важных момента, позволяющие оценить инженерно-геологические условия, определяющие формирование новой геологической среды на обсыхающем дне Аральского моря:

1. Инженерно-геологические свойства грунтов.

2. Пространственно-временная эволюция процессов соленакопления на обсохшем дне.

3. Динамика эолового преобразования обсохшего дна на различных стадиях его формирования.

1. Наиболее широко развиты верхнеплиоцен-четвертичные отложения различного генезиса, представленные песками, супесями, суглинками и солями, прошедшие лишь первые стадии диагенеза и эпигенеза. Они представляют слабые, легкие грунты, свойства которых резко изменяются в зависимости от степени увлажнения и подвержены интенсивному влиянию экзогенных процессов. Присутствие в разрезе новейших формаций и стратиграфо-генетических комплексов, переслаивающихся различных по дисперсности песчаных, супесчаных и глинистых пород, объясняет историю геологического развития Аральского моря, претерпевшего за последние 5000 лет пять этапов регрессии и трансгрессии.

Выделено четыре основных генетических типа четвертичных отложений (эоловый, аллювиально-морской, морской и озерно-аллювиальный) и три формации дочетвертичных пород (терригенная сероцветно-континентальная, терригенная буроцветно-континентальная и карбонатная, терригенно-сероцветная морская). Карбонатная терригенно-сероцветная морская формация представлена палеогеновыми глинами и мергелями мощностью до 300 м и подстилающая верхнеплиоценовые отложения на глубине 15-100 м. Пески, песчанки, глины и алевролиты кушканатауской, денгизкульской и зарской свит ачкагыльского возраста вскрыты всеми скважинами на глубине 5-10 м и представляют терригенно-сероцветную и терригенно-буроцветную континентальную формацию. Пески мелкозернистые, полевшлат-кварцевые. Глины массивные, плотные, тонкогоризонтальнослоистые с повышенной карбонатностью (30-35%).

Плиоценовые отложения аллювиально-озерной атынакольской свиты мощностью от 10 до 100 м, слагают острова Аклеткинского архипелага и северные склоны Бельгау, представленные неравномерно переслаивающимися песками, глинами и алевролитами.

Все вышерассмотренные генетические типы отложений, слагающие аллювиально-дельтовую равнину и обсохшее дно моря, в основном состоят из легких и пылеватых песков, супесей и легких суг-

линков. Пески и супеси составляют 70% разреза. Все четвертичные отложения имеют аналогичные химико-минералогические особенности: минералогический состав песчаных, пылеватых и глинистых фракций следующий - кварц составляет 35-60, полевые шпаты 10-20, биотит до 25 и мусковит - 10-15%. Минералы тяжелой фракции представлены магнетитом, пльменитом, гематитом, хлоридом и биотитом. Пески на 55-70% состоят из песчаных частиц, 15-25 - пылеватых и 3-2% - глинистых. Лишь в золотых песках резко снижено (до 5,0-8,0%) содержание глинистой и пылевой фракции и отсутствуют водорастворимые соли.

Объемная масса суглинков и супесей при влажности 18-20% и пористости 61% составляет 1,67 г/см³. Содержание карбонатов колеблется от 5 до 12%. Общее количество воднорастворимых солей изменяется в зависимости от генезиса, возраста, литологии, глубины залегания грунтовых вод и их минерализации от десятых долей до 16-22%. Для отложений осушки характерно хлоридно-сульфатное и сульфатное засоление.

Анализ пространственной изменчивости содержания воднорастворимых солей показывает, что их концентрация увеличивается в пониженных участках до 16-22%, солончаковых западинах, меридионально вытянутых с юга на север, сложенных иловатыми, глинистыми и водонасыщенными песками и супесями. Разрез, представленный однородной толщей песков, как правило, не засоленный и занимает наиболее приподнятые участки обсохшего дна.

Морские новоаральские отложения по условиям формирования и петрографическому составу пород можно выделить в две области. Восточнее Кокдарьи за счет размыва берегов и островов Аклеткинского архипелага разрез представлен на 90-100% мелкими и пылеватыми песками, залегающими на эолейстоцене, западнее протока - песками с прослоями супеси и суглинков, подстилаемых озерно-аллювиальными отложениями. Обсохшее дно заливов, проливов и фильтрационных озер сложено тонкозернистыми полевшплат-кварцевыми песками, на которых широко развиты залежи элигенетических гипсов и элигенетических солей галита, мирабилита и тенардита. Они, как правило, выполняют наиболее глубокие участки впадин в виде плесов, корытчиков или тонких корочек (шурши). С уходом моря и интенсификацией экзогенных геологических процессов

усиливаются постгенетические изменения горных пород (формируется новый генетический комплекс новоаральских осадков). Неоднородный состав покровных отложений обуславливает характер развития современных экзогенных геологических процессов и явлений, накладывает глубокий отпечаток на весь комплекс инженерно-геологических условий.

2. Процесс засоления грунтов охватил практически всю площадь обнажившегося дна Аральского моря и играет ведущую роль в формировании обширных очагов соле-пылевинноса. Выделены две крупные области соленакопления, резко отличающиеся морфогенетическим строением рельефа и закономерностями процессов засоления (Акнеткинский архипелаг и ровное обсохшее дно Аральского моря). В соответствии с особенностями гидрохимии аральской флоры и последовательностью кристаллизации солей при испарении в архипелаге выделяются три пояса:

1) гипсовый приурочен к глубоко вдающимся в "коренной" берег заливам и фильтрационным озерам. Гипсы сингенетические, сформировались в период полного моря;

2) гипс-мирабилит-тенардит-галитовый приурочен к средней части архипелага. С падением уровня моря в остаточных озерах вследствие испарения воды и повышения ее минерализации из раствора выпадал мирабилит, а затем и галит;

3) тенардит-мирабилит-галитовый занимает всю остальную часть архипелага. Отсутствие гипсовых залежей объясняется проточностью бывших широких проливов, где минерализация воды не превышала 11-20 г/л. В настоящее время с уходом моря формирование тенардит-мирабилит-галитовых залежей в архипелаге продолжается за счет выклинивания высокоминерализованных грунтовых вод в западной и их испарения.

Гипсовая зона в пределах каждой соляной залежи занимает наиболее высокий уровень, обрамляя в виде террас шириной 10-20 м берега бывших заливов и фильтрационных озер. Их запас — около 3,8 млн. т. Тенардит-мирабилитовая зона расположена ниже гипсовой и облекает в виде тонкой сухо-влажной соленой корки подолгие склоны понижений или залючается в виде пласта мощностью до 1 м дно заливов. Запас — 80 млн. т. Галитовая зона занимает наиболее пореуглубленные участки заливов и проливов. Формируется за

счет испарения ралных озер и выклинивающейся воды в протоках Тагызаркена. Запасы - 22 млн. т.

К северу от архипелага ровное обсохшее дно осложнено широко развитыми меридионально вытянутыми на десятки километров долинообразными понижениями (шори). В результате интенсивного внутригрунтового испарения и подъема уровня грунтовых вод в период осенних дождей в них также идет формирование тенардит-галитовых залежей.

В первые годы после отступления моря (3-6 лет) в прибрежной полосе шириной 3-6 км за счет внутригрунтового испарения идет процесс интенсивного соленакпления в верхних горизонтах с образованием маршевых и приморских солончаков. Содержание хлоридных и сульфатно-хлоридных солей в верхнем (5 см) слое достигает 11-16% (64-86 т/га), ниже по разрезу не превышает 1-2%.

Через 6-8 лет после отступления моря наблюдается незначительное снижение уровня грунтовых вод (до 1,0-2,0 м) и отрыв капиллярной каймы от поверхности. Замедляется вынос солей капиллярными силами в верхние горизонты, их содержание уменьшается до 2-4% (13-26 т/га), грунты начинают иссушаться, и аккумуляция их перемещается в нижние слои на глубину 0,5-1,0 м.

На 8-10-ий год обнажения морского дна практически прекращается аккумуляция солей в верхнем слое из-за полного отрыва капиллярной каймы от поверхности. Наиболее динамично развивающиеся эоловые процессы практически полностью разрушают верхний слой (30-50 см), а соли уносятся ветром. Содержание легко растворимых солей в верхнем слое не превышает 1,0-2,0% (6-13 т/га).

Таким образом, там, где обсохшее дно сложено песками, процесс соленакпления прекращается через 8-10 лет, и начинается рассоление за счет ветрового выноса. Суглинистые равнины из-за тяжелого механического состава, не подвержены дефляции и поэтому содержание солей остается высоким - 4-6% (26-38 т/га).

3. Наряду с интенсивным засолением грунтов зоны аэрации широкое развитие получили эоловые процессы, выраженные главным образом в преобразовании рельефа обсохшего дна и выносе соленосных на прилегающей территории. На 1994 г. около 30% площади уже претерпело эоловые преобразования в зависимости от времени отступления моря, механического состава морских отложе-

ний и степени зарастания дна. Маршевые и приморские солончаки из-за высокой водонасыщенности грунтов и плотной соленой корки не подвержены дефляции. Их можно назвать равниной нулевого цикла.

Через 3-6 лет после отступления моря и иссушения грунтов постепенно набирает силу эоловые процессы, разрушая соленую корку и верхние сильнозасоленные (4-6%) пески и супеси, унося соле-пылевую аэрозоль в атмосферу (14 т/га). Мощность дефлируемого слоя - 3-4 см/год. Образовавшиеся наветры и язвы выдувания глубиной 10-20 см с косичками и бугорками наветвания высотой до 30 см представляют равнину начальной стадии эолового преобразования. По мере передвижения на юг интенсивность эоловых процессов усиливается и достигает наибольшей скорости. На равнине 8-10-летней осушки формируются массивы низких барханов высотой 0,5-1,5 м. Подвижные пески постоянно меняют свою форму и разрастаются в южном и юго-западном направлении со скоростью 100-150 м/год. Мощность дефляционного слоя достигает 4-5 см/год. Период низкобарханного эолового преобразования рельефа длится примерно 7-10 лет и представляет наибольшую угрозу для экологии Примарья как мощный очаг соле-пылевыноса (около 100 т/га в год) (таблица).

На 20-25 год осушки высота барханов увеличивается до 4-6 м. Скорость их перемещения замедляется до 25-35 м/год. Затем они спаиваются в цепи, теряют подвижность и зарастают кустарниковой растительностью.

На стадии формирования высоких барханов продолжается переуглубление межбарханых понижений со скоростью 4-5 см/год. По из-за уменьшения площади развеваемых понижений до 30% и низкого содержания водорастворимых солей (менее 1,0-0,5%) они не представляют большой угрозы как очаги соле-пылевыноса (20-40 т/га).

Сравнительный анализ сухого остатка водорастворимых солей и granulометрического состава грунтов обсохшего дна показал, что от стадии к стадии эолового преобразования наблюдается резкое сокращение содержания солей и глинисто-пылеватых частиц в эоловых песках по сравнению с морскими отложениями. За счет интенсивной эоловой переработки субстрата содержание солей на начальной стадии уменьшается в 2-4 раза, на низкобарханной в 5-

Количественная характеристика объема соле-шлевиноса
с юго-восточной части обоютого дна Аральского моря

№ п/п	Маршрутно-точечные точки развеса и солончатков	Площадь, тыс. га	Содержание водорастворимых солей в грунтах						Объем выдуботого материала в год						
			зоны аэрации		детрируемого слоя (от 1 до 4 см)		пылеватого-глинистой фракции /20/		водорастворимых солей		соле-шлевиноса				
			сух. ост. %	т/га	тыс. т.	сух. ост. %	т/га	тыс. т.	т/га	тыс. т.	тыс. т.	т/га	тыс. т.	тыс. т.	тыс. т.
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.	Нисское влажное дно посевных 3-5 лет озонит. маревые и прилегающие солончатки	70	1,8	230	18682	4,0	23,6	18632	0,16	11,2	1,3	92	4,8	33,6	
2.	Нисская равнина 6-10 лет сохли на начальной стадии водной переработки	100	1,5	244	24400	3,0	19,2	1920	3,2	320	2,8	280	3,68	800	
3.	Нисские влажные обрабатываемые земельные участки Ниссов (мелкообжитые хозяйства)	112	0,6	126	14112	1,0	6,4	720	89,6	12096	4,5	605	94,1	12190	
4.	Нисские влажные обрабатываемые земельные участки на юго-восточной части обоютого дна	40	0,4	141	6648	0,5	3,2	128	51,2	3072	1,8	108	53	3180	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5.	Наровые долиннооб- разные солончако- вые полимены	30	10	896	26800	15,0	96	2890	9,6	288	7,2	216	16,8	504
	Итого:				90742			7510		15787		1300		16707
6.	Днища обводных зали- вов, проливов и экваториальных озер Акпетинского архи- пелага	103	1,3	346	36244	3,0	8,2	849	-	-	-	-	-	-
7.	Мраморит-течардито- вые залежи Акпетин- ского архипелага	15	100	6154	80000	100	225	9602	-	-	225	3602	-	-

10 раз, на высокобарханной в 10-20 раз. Содержание глинисто-песчаной фракции в высоких барханах уменьшается на 18-24% по сравнению с отложениями межбарханных понижений.

В четвертой главе дается оценка геолого-экологической обстановке обсохшего дна Аральского моря. Геоэкология - новое научное направление, являющееся разделом геологии и изучающее геологическую среду как компонент экосистемы в природных и техногенных условиях, а также среду обитания человека.

Итогом геоэкологических исследований и картографирования является геолого-экологическая карта - картографическое отображение геологической среды и происходящих в ней процессов, связанных на экосистему и среду обитания человека с интегральной оценкой интенсивности этого влияния и его динамики (Требов, 1990).

Автором при составлении эколого-геологической карты исследуемой части Аральского моря в качестве основы использована методика В.В.Масленникова, А.Б.Чижова (ИГО "Аэрогеология", 1993 г.). Первый блок легенды отражает балльную оценку восьми природных компонентов: глубина залегания и минерализация подземных вод; засоление грунтов и их загрязнение; интенсивность проявления ЭП; зарастание обсохшего дна (проективное покрытие) и степень антропогенного изменения ландшафта, качество поверхностных вод. Каждый параметр по степени экологической благоприятности имеет четыре градации в зависимости от отклонений наблюдаемого значения от ПДК или фоновый показатель. Параметру, не превышающему ПДК или близкому к фону, присваивается нулевой балл, среднему - единица, низкому - двойка и очень низкому - тройка (высокая, средняя, низкая и очень низкая степень экологической благоприятности соответственно).

Второй блок легенды дает интегральную оценку эколого-геологической обстановки, которая сводится к среднеарифметическому суммированию балльных оценок ее компонентов. Наиболее благоприятная геоэкологическая обстановка - удовлетворительная - 1 балл, напряженная - 1-1,5, предкризисная - 1,5-2 и кризисная - 2 балла.

Третий, основной, блок легенды отражает содержание и оценку фиделовых эколого-геологических комплексов. Он строится в ви-

де матриц, где по вертикали дается характеристика выделяемых природных комплексов или ландшафтов (генетически однородных территорий). Обобщение сведений по природным и антропогенным характеристикам дает возможность выделить геоэкологический комплекс как единый интегральный объект окружающей среды с определенными свойствами, отражающими его современное экологическое состояние.

Сложная эколого-геологическая обстановка обуславливается низкой степенью состояния восьми природных компонентов и выражена в следующем:

- продолжающееся падение уровня моря ведет к увеличению площади осушки и активизации ЭПН;

- высокая минерализация (40-120 г/л) грунтовых вод, близко залегающих к дневной поверхности (0,5-1,0 м), ведет к концентрации солей в грунтах зоны аэрации (1,0-16,0%) и образованию обширных солончаков;

- поверхность осушки сложена легкими грунтами: песками, супесями, селами, которые подвержены интенсивной дефляции (3-4 см/год), ведущей к эоловой переработке бывшего дна и мощному соле-пылевывосу в атмосферу (40-225 т/га в год).

Вышеперечисленные факторы позволяют нам рассматривать эту территорию как среду, находящуюся в стадии активного динамического развития, где формируются очаги мощного соле-пылевывоса на сопредельные территории. Наряду с активизацией негативных процессов, выраженных главным образом в засолении грунтов, соле-пылевывосе, наблюдается тенденция к формированию участков с более высокими показателями экологического благоприятствования:

- замедление эолового преобразования рельефа на высокобарханной стадии и постепенное их зарастание на 20-25-й год осушки;

- через 8-10 лет прекращается аккумуляция солей в верхних горизонтах зоны аэрации, что ведет к уменьшению объема соле-пылевывоса в атмосферу;

- незасоленные или слабозасоленные участки интенсивно зарастают (на 50-70%) саксаулом, тамариском, селеном и другими растительными сообществами.

Все это создает благоприятные условия для закрепления по-

верности, что препятствует развитию соле-пылеветероса, и ведет к формированию рельефа кзылжумского типа. Таким образом, природа сама залечивает свои раны, только нужно разумно помочь ей и не нарушать того баланса, к которому постепенно приходит обнажившееся дно в новых условиях на таких территориях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования позволяют сформулировать основные выводы диссертации.

1. Отличительной особенностью геологического строения обсохшего дна Аральского моря является чрезвычайно широкое развитие нецитофацированных легких грунтов, подверженных пятенсивному постгенетическому преобразованию. Пески составляют около 80% всех разрезов. Наличие в морских отложениях прослоев глин, суглинков, супесей и солей обусловлено достаточно сложной и пестрой во времени смене фациальных обстановок осадконакопления в условиях трансгрессий и регрессий моря.

2. Все отложения обсохшего дна с инженерно-геологических позиций близки по химико-минералогическим особенностям (пески кварцевые и полевошпат-кварцевые). Песчаные и глинистые фракции глинистых пород имеют аналогичный состав (кварц - 50-70, полевые шпаты - 20-25, мусковит - 10-12 и биотит - 4-6%). Минералы тяжелой фракции в основном состоят из эпидота - 20-30, роговой обманки - 20-25 и магнетита с ильменитом - 10-15%.

3. В пределах Актыкинского архипелага выделено три пояса: а) гипсовый (внешний) приурочен к глубоко вдавшимся в коренной берег узким заливам и инфильтрационным озерам; б) гипс-мирабилит-тенардит-гелитовый (смежанный) занимает среднюю часть архипелага; в) тенардит-мирабилит-галитовый приурочен к широким, хорошо сообщавшимся с открытым морем бывшим заливам и проливам. Заласы гипса - 668 млн. т, мирабилита - 80 млн. т и галита - 22 млн. т.

4. На ровном обсохшем дне в первые годы осушки формируются приморские и маршевые солончаки и почвы с высоким содержанием водорастворимых солей в верхнем слое - 11-16% (34 т/га). Соде-

отступления моря и снижения уровня грунтовых вод замедляется вынос солей капиллярными силами к поверхности. На 8-10 год происходит отрыв капиллярной каймы от поверхности и прекращается вынос солей в верхние слои. Аккумуляция солей перемещается в глубь разреза на 0,5-1,0 м. Запасы водорастворимых солей в грунтах зоны аэрации на площади около 4,5 тыс. км² составили приблизительно 108 млн. т.

5. Через 3-3 лет после ухода моря постепенно набирает силу начальная стадия эолового преобразования обсохшего дна. На ровной поверхности появляются каверны и язвы выдувания глубиной 10-20 см и площадью от 2 до 4 тыс. м². Они ежегодно переуглубляются за счет ветровой дефляции на 3-4 см и разрастаются в одном направлении со скоростью 5-10 м/год, увеличивая свою площадь на 30% ежегодно. Объем соле-пылевывоса около 30-40 т/га в год. Эоловые процессы наиболее динамично начинают развиваться через 8-10 лет после отступления моря на стадии низких барханов. Скорость перемещения эоловых песков в южном и юго-западном направлении достигает 100-160 м/год. Мощность дефлируемого слоя на полях выдувания и в межбарханных понижениях составляет 4-5 см/год. Площадь эоловых массивов ежегодно увеличивается на 15%. Объем соле-пылевывоса достигает 100 т/га. На 20-25 год высота барханов достигает 4-6 м, скорость перемещения их замедляется до 25-30 м/год. Они сглаживаются и зарастают кустарниковой растительностью.

6. В результате интенсивной эоловой переработки субстрата содержащих легкорастворимых солей на начальной стадии в слабых песках уменьшается в 2-4 раза по сравнению с морскими отложениями, на низкобарханной - в 5-7 раз, на высокобарханной - в 10-15 раз. Содержание глинисто-пылевой фракции в высоких барханах уменьшается на 18-24% по сравнению с межбарханными отложениями.

7. Легкий механический состав грунтов, слабая обсохшее дно Арала, интенсивное засоление, охватившее практически всю сушку, и частые штормы и сильные бури предопределили формирование мощных пылевывоса, негативно влияющих на эко-

го обсохшего дна объем соде-пильвыноса составляет около 22,3 млн.т, в т.ч. 1,3 млн.т водорастворимых солей.

8. Отсутствие питьевой воды, высокая минерализация подземных вод (40-156 г/л), близкое их залегание к поверхности (0,0-2,0 м), сильная засоленность грунтов (1-22% сух.ост.), слабое зарастание территории и активизация экзогенных геологических процессов определяют кризисное и предкризисное экологическое состояние обсохшего дна.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. О некоторых результатах комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки в целях мелиорации в северных предгорьях Нуратау // Вопросы региональной гидрогеологии и инженерной геологии Средней Азии / Тр.ГИДРОИНГЕО. - Ташкент: САИТИМС, 1989. С.79-88 (соавтор Печорин А.Б.).

2. Особенности процессов засоления грунтов зоны аэрации юго-восточной части обсохшего дна Аральского моря // Тр.ГИДРОИНГЕО. - Ташкент: САИТИМС, 1993. С. 20-28 (соавторы Пинхасов Б.И., Бакиев С.А.).

3. Тенденция формирования новой геологической среды обсохшего дна Аральского моря // Ташкент: ИИР, 1996 (соавторы Пинхасов Б.И., Красников В.В.).

4. Закономерности развития экзогенных геологических процессов на обсохшем дне Аральского моря // Гидрогеологические процессы и эволюция ресурсов подземных вод аридной зоны / Тр.ГИДРОИНГЕО, в печати (соавторы Тахматов Х.И., Пинхасов Б.И.).