

З-З

Современные проблемы биосферы



Опыт борьбы с опустыниванием в СССР

Издательство «Наука»



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ БИОСФЕРЫ
АКАДЕМИЯ НАУК ТУРКМЕНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ПУСТЫНЬ

Дорожному Визору
Арамову от
одного из выразителей
его идей с искрен-
ней приверженностью

3.06.81
Ташкент.

А. В. -





Редколлегия серии "Современные проблемы биосферы":

Председатель – академик А.В. СИДОРЕНКО

Члены редколлегии

чл.-корр. АН СССР Г.В. ВОРОПАЕВ,
акад. И.П. ГЕРАСИМОВ (зам. председателя),
к.г.н. Н.А. ГРИН,
чл.-корр. АН СССР Ю.А. ИЗРАЭЛЬ,
Т.Н. КАСТРЕЛЬ (отв. секретарь),
чл.-корр. АН СССР В.А. КОВДА,
чл.-корр. АН СССР В.Н. КУДРЯВЦЕВ,
акад. Б.Н. ЛАСКОРИН,
акад. Г.И. МАРЧУК,
д.ф.-м.н. А.М. МОЛЧАНОВ,
акад. АН Турк.ССР Н.Т. НЕЧАЕВА,
акад. Е.М. СЕРГЕЕВ,
акад. В.Е. СОКОЛОВ,
чл.-корр. АН СССР Т.Т. ТИМОФЕЕВ,
акад. Н.П. ФЕДОРЕНКО,
акад. А.В. ФОКИН,
акад. А.Л. ЯНШИН (зам. председателя)

631.6



Опыт борьбы с опустыниванием в СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКА"

МОСКВА 1981

И.С. Зонн, В.Н. Николаев, Н.С. Орловский, И.П. Свицов. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. М.: Наука, 1981.

В работе рассматриваются основные природные и антропогенные факторы, обуславливающие процессы опустынивания аридных областей СССР. Обобщен опыт СССР по предотвращению процессов опустынивания в пастбищном животноводстве и орошаемом земледелии. Подробно рассмотрены пастбища пустынь СССР, их обводнение, использование и улучшение. Даны рекомендации по совершенствованию методов оценки и системы мероприятий по рациональному использованию пастбищных ресурсов пустынь. Отражены основные проблемы освоения и орошения земель аридной зоны, уменьшающие риск опустынивания: борьба с засолением и заболачиванием, инфильтрацией, водной и ветровой эрозией и др.

Книга рассчитана на географов, лесоводов, ботаников, почвоведов, мелиораторов, работающих по проблеме рационального использования и охраны природы пустынь.

Табл. 16, ил. 21, библи. 170 назв.

Ответственный редактор
член-корреспондент АН СССР
А.Г. БАБАЕВ

В последнее десятилетие резко возросло внимание к проблемам, связанным с проявлениями процессов опустынивания. Борьба с опустыниванием стала одной из самых серьезных проблем охраны окружающей среды и приобрела поистине глобальное значение. По данным ООН, каждый год непригодными для использования становятся от 50 до 70 тыс. км² плодородных земель, главным образом вследствие опустынивания.

Пустынные территории занимают 14% площади СССР. Природные богатства пустынь составляют крупный и ценный экономический потенциал страны. Сейчас в пустынях СССР добывается значительное количество нефти, природного газа, каменного угля, сульфата натрия, фосфоритов, брома и иода, калийной и поваренной соли и других полезных ископаемых.

Орошаемые земли пустынь, занимая 3% ее территории, поставляют до трети волокнистых культур, выращиваемых в СССР, в том числе весь хлопок, 77% шелка-сырца, более 17% растительного масла, много фруктов, винограда и бахчевых культур. На пастбищах пустынь многочисленные отары овец дают 100% каракульских смушек страны. Гармоничное развитие промышленности и сельского хозяйства в условиях развитого социализма позволило превратить в нашей стране некогда пустынные районы в цветущие оазисы, построить крупные благоустроенные города и промышленные центры, связать их транспортными артериями, соорудить на реках гидроэлектростанции, водохранилища, провести от них мощные каналы, обеспечивающие орошение и обводнение пустынь.

Исторической вехой, положившей начало освоению пустынь в СССР на основе принципов социалистического хозяйствования, явился подписанный В.И. Лениным декрет Совнаркома от 17 мая 1918 г. "Об ассигновании 50 млн. рублей на оросительные работы в Туркестане и об организации этих работ". Несмотря на исключительно трудное для страны время, на орошение Голодной степи — ныне мощной хлопковой базы СССР — была выделена значительная сумма денег.

"Орошение, — писал В.И. Ленин, — больше всего нужно и больше всего пересоздаст край, возродит его, похоронит прошлое, укрепит переход к социализму"¹. Прошедшее время, реальные достижения в освоении некогда пустынных территорий — Голодной степи и других районов в братских советских республиках Средней Азии, в Казахстане и Азербайджане подтвердили мудрое предвидение В.И. Ленина.

Освоение пустынь — в Фергане, Голодной степи, Каршинской степи, зоне Каракумского канала и других районов — охватывает территории с различными природными условиями. Ключевое значение для этих территорий имеют орошение земель и обводнение пастбищ, комплексный подход к решению задач хозяйственного освоения районов, создание условий, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов.

При освоении районов пустынь важнейшее место принадлежит вопросам социального развития — общему благоустройству, созданию бытовых условий, организации учреждений народного образования, культуры, здравоохранения и т.д., что учитывается районной планировкой. Оазисы

¹ В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 43, стр. 200.

и вновь осваиваемые районы пустыни составляют единые территориально-производственные комплексы.

Комплексные задачи по освоению районов пустынь реализуются в программах капитального строительства. Они являются составной частью пятилетних и долгосрочных планов развития народного хозяйства экономических районов, союзных республик и СССР. Осуществление таких комплексных программ выдвигает на передний план постоянную задачу — учет условий рационального природопользования и охраны природной среды.

Следует подчеркнуть, что освоение пустыни даже в условиях научно-технической революции — задача трудная и ответственная. С одной стороны, требуются значительные капитальные вложения, особый подход, применение соответствующих методов и технических средств, с другой — тесная связь с вопросами охраны окружающей среды, улучшения экологической обстановки, научного прогноза нежелательных последствий вмешательства человека в сложившееся природное равновесие. При этом необходимо иметь в виду, что природа пустынь особенно неустойчива и легко ранима. Аридные биогеоценозы являются хрупкими системами, в результате антропогенного воздействия они быстро подвергаются разрушению и относительно медленно восстанавливаются. Их сохранение в условиях повышенной хозяйственной нагрузки требует постоянного совершенствования организации и технологии рационального землепользования, применения комплекса специальных мероприятий.

На современном этапе развития проблем освоения пустынных территорий и предотвращения процессов опустынивания большое значение приобретают вопросы совершенствования методов и технологии рационального природопользования, методов прогнозирования изменений природных условий и процессов, разработки научных основ управления хозяйственной деятельностью, связанной с использованием и воспроизводством природных ресурсов и проведением производственных работ.

Член-корреспондент АН СССР А.Г. Бабаев

Введение

Основные условия и задачи по борьбе с опустыниванием связаны с организацией рационального природопользования. В свою очередь для этого необходимо постоянное совершенствование знаний природных особенностей и ресурсов пустынь, методов их освоения и хозяйственного строительства, развития техники и технологии использования природных ресурсов с учетом задач по охране природной среды.

При организации и проведении всех видов работ в районах пустынь необходимо постоянно учитывать такую природную особенность пустынных ландшафтов, как тонкая, легко поддающаяся разрушению структура и трудно восстанавливаемое экологическое равновесие. При таком подходе к процессу природопользования станет возможным своевременное выявление факторов и проявлений опустынивания с целью их предотвращения допущенного ущерба.

В настоящей работе сделана попытка обобщить опыт, накопленный в нашей стране в процессе развития исследований и освоения новых районов аридной зоны.

В работе условно можно выделить две части. В первой части рассматриваются природные условия пустынь СССР и процессы опустынивания (глава I), механизм опустынивания и его последствия (глава II). Приводится классификация природных и антропогенных факторов опустынивания, рассматриваются некоторые индикаторы процессов опустынивания.

Во второй части работы проблема опустынивания рассматривается в связи с практической деятельностью в отраслях народного хозяйства. Опыт хозяйственной деятельности свидетельствует о зависимости проблемы опустынивания от совершенствования методов освоения пустынных территорий и организации природопользования.

В написании работы авторы пытались использовать следующую схему:

- а) природные особенности аридных районов;
- б) условия хозяйственной деятельности в конкретной отрасли;
- в) возможные проявления процессов опустынивания;
- г) пути совершенствования организации и методов природопользования в целях повышения эффективности отраслей, своевременного выявления и предотвращения процессов опустынивания.

Проблема опустынивания аридных территорий имеет многоплановый характер и затрагивает различные отрасли народного хозяйства. Естественно, что не все вопросы получили в данной работе достаточную полноту освещения. Авторы надеются, что опыт рассмотрения этой проблемы принесет пользу широкому кругу специалистов, работающих в области изучения и освоения аридных территорий.

Природные условия пустынь СССР и процессы опустынивания

Пустыни в СССР расположены в основном в Средней Азии и Южном Казахстане. Они охватывают обширную область от берегов Каспийского моря на западе до предгорий Джунгарского Алатау, Тянь-Шаня и Памиро-Алая на востоке и юго-востоке (Петров, 1973). Северная граница зоны пустынь проходит примерно по 48° с.ш., совпадая с южной кромкой светло-каштановых почв и изогией 180 мм среднегодового количества осадков (Федорович и др., 1963), а южная — по предгорьям Копетдага и Паропамиза.

На этой громадной территории, простирающейся на 1500 км с севера на юг и более чем на 2500 км с запада на восток, расположены такие песчаные пустыни, как Каракумы, Кызылкумы, Муюнкумы, Сары-Ишик-трау, Сундукли, Приаральские Каракумы, Волго-Уральские пески и другие, сравнительно мелкие по площади. Только в Казахстане насчитывается около 45 песчаных массивов общей площадью 336 тыс. км² (Курочкина, 1978).

Кроме того, на северо-западе района обширную площадь занимает щебнистая гипсированная пустыня Устюрт, а на севере — каменистая пустыня Бетпак-Дала; узкой полосой вытянуты вдоль предгорий лёссовые пустыни, отдельными вкраплениями залегают солончаковые пустыни (рис. 1).

Комплекс природных условий и типы пустынь

Пустыни расположены на низменностях и равнинах, высота которых колеблется от -28 м на побережье Каспийского моря до -129 м во впадине Карагие и до +300, +400 м на останцовых возвышенностях. Равнинные пространства, представленные в основном Туранской низменностью, пересекает на высоте система горных хребтов и останцовых возвышенностей: Султан-Уиздаг (485 м), Бакантау (758 м), Тамдытау (888 м), Кульджуктау (784 м), а также горные хребты Каратау (2176 м) и Нуратау (2169 м), относящихся к горной системе Тянь-Шаня.

На юге к Туранской низменности непосредственно примыкает горная система Копетдага: Большой Балхан (1880 м), Малый Балхан (774 м), Кюрендаг и Паропамиз. На северо-западе и севере Туранская низменность переходит в сильнопересеченное Красноводское плато со средней высотой 220 м и обширное холмистое плато Устюрт с высотой 150—230 м, а на северо-востоке — Тургайскую и Северо-Казахстанскую холмистые равнины. По образному выражению В.Л. Шульца (1965), пустынные территории Средней Азии являются областями рассеяния стока, который формируется в горах. Равнинная область, получая в среднем 96 мм осадков из атмосферы и 201 мм в виде стока с гор, полностью теряет эту влагу на испарение.

Речная сеть здесь очень бедна. Многие реки теряются в песках, образуя сухие русла и дельты, или разбираются на орошение. Только две самые

крупные реки — Амударья и Сырдарья — пересекают песчаные пустыни и доносят свои воды в Аральское море. На юго-западе Атрек впадает в Каспийское море, а на северо-востоке, Или и Каракол — в оз. Балхаш.

Важную роль в питьевом и пастбищном водоснабжении в пустынях играют подземные воды и временный поверхностный сток. Подземные воды на территории пустынь распространены повсеместно. В западной части они в основном соленые и для водоснабжения не пригодны, в восточной преобладают пресные и слабо минерализованные воды.

В пустынях нет условий для образования значительного поверхностного стока. Это вызвано значительной инфильтрационной способностью почвогрунтов, малым количеством атмосферных осадков и высокими температурами воздуха. Однако с искусственных водонепроницаемых площадок или естественных, такырных водосборов в среднем за год можно собрать с 1 км² в различных районах от 5 до 35 тыс. м³ дождевой воды (Лещинский, 1974).

Для вовлечения этих водных ресурсов в хозяйственную деятельность в оптимальных размерах, близких к величинам среднегодового стока, необходимо сознательное управление режимом стока путем магазинирования его в подземных коллекторах. Это позволяет по мере необходимости искусственно создавать запасы пресных подземных вод, которые удовлетворят потребности отгонного животноводства (Лещинский, 1974).

Расположение в центре материка, значительная вытянутость района по широте и долготе, наличие на юге, юго-востоке и востоке горных массивов, открытость с севера, определяют континентальность и засушливость климата.

В специальных работах (Бабушкин, 1964; Балашова и др., 1960; Балашова и др., 1961; Климат Казахстана, 1959; Семенова, 1961; Челпанова, 1963; Четыркин, 1960, и др.) климатические особенности Средней Азии и Казахстана описаны весьма обстоятельно и подробно. Поэтому отметим только самые общие, характерные черты климата рассматриваемого района.

Вся территория пустынь в рассматриваемых нами границах относится к зоне сухого климата. Однако широтная зональность и особенности режима атмосферной циркуляции приводят к значительным различиям между климатическими условиями северной и южной частей территории как в холодный, так и в теплый периоды года.

Северная территория в холодное полугодие находится в сфере деятельности зимнего сибирского антициклона. Поэтому для нее характерна суровая и долгая зима с устойчивыми морозами и продолжительным залеганием снежного покрова в большинстве лет. В южной части зимы мягкие, с неустойчивым снежным покровом и частыми переходами температуры воздуха через 0°.

Рассматривая особенности вегетационных условий зимнего полугодия, В.М. Четыркин (1960) сопоставил среднеянварские температуры воздуха по меридиану от Белебея до Мары и показал, что между 41° и 44° с.ш. происходит резкий перелом градиента нарастания температур на один градус широты. Он объяснил это тем, что потоки сибирского и полярного воздуха редко заходят южнее 45° с.ш., так же как и теплые тро-

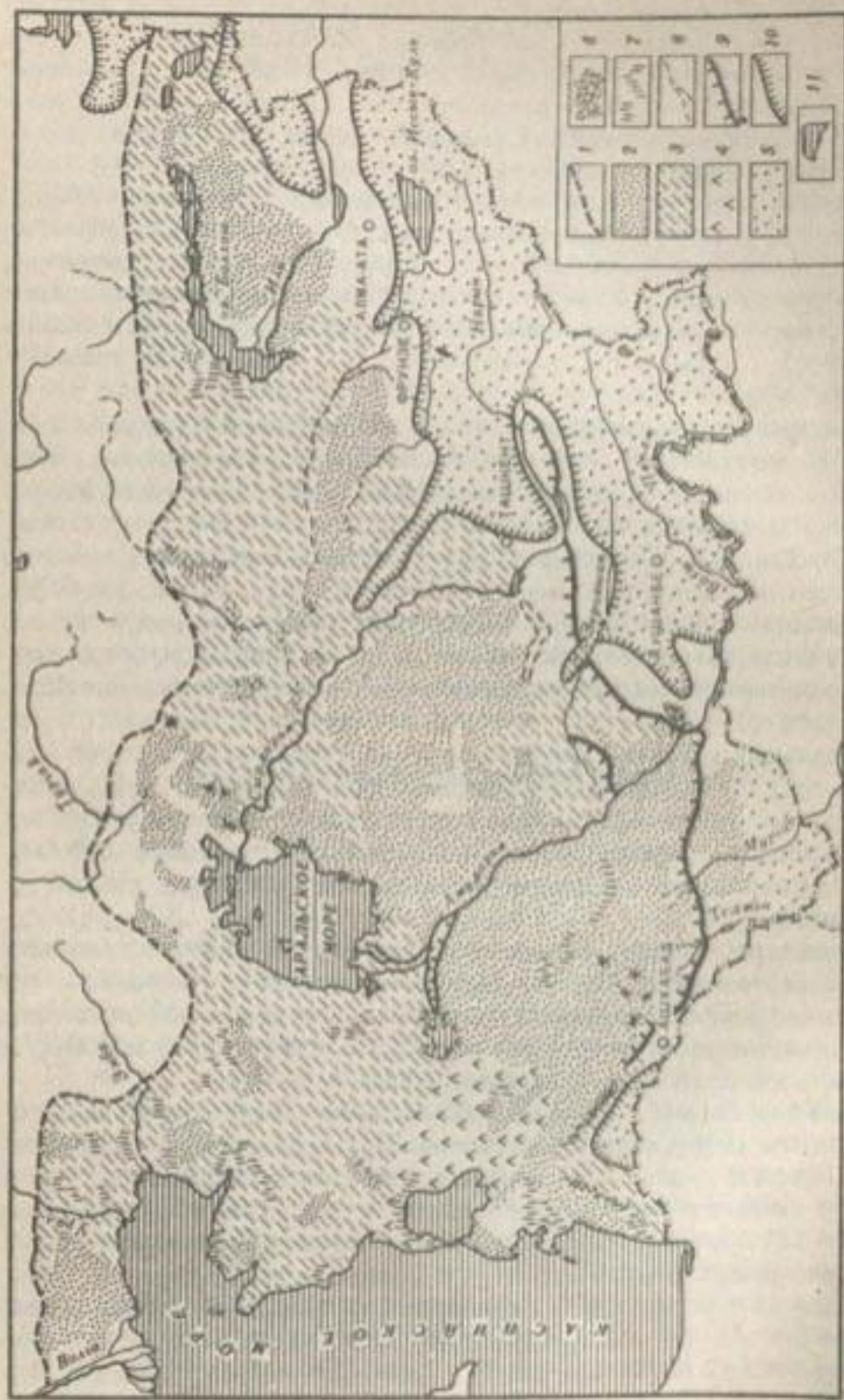


Рис. 1. Схема пустынь Средней Азии.

1 — пустыня; 2 — песчаная; 3 — глинистая; 4 — лёссовая; 5 — степь; 6 — тундра; 7 — солончак; 8 — пересыхающие реки и сухие русла; 9 — магистральные каналы; 10 — моря и озера; 11 — горы.

пические массы редко достигают территории Центрального Казахстана. Циркуляционные особенности оказывают существенное влияние и на режим атмосферных осадков. В холодный период года иранская ветвь полярного фронта проходит над горными районами Копетдага и Паропамиза. На этой ветви развивается интенсивная циклоническая деятельность, достигающая наибольшей активности во второй половине зимы и в весенние месяцы (Бугаев, 1961). Интенсивная циклоническая деятельность отражается на распределении атмосферных осадков и определяет неустойчивый характер зимней и весенней погоды над южной территорией.

В теплое полугодие иранская ветвь полярного фронта смещается на север Средней Азии и над южными районами устанавливается термическая депрессия с однообразной жаркой и сухой погодой. Циклоническая деятельность развивается слабо и прохождение циклонов очень редко сопровождается выпадением атмосферных осадков. Влияние термической депрессии не распространяется на северные районы пустынь, где в теплое время года циклоническая деятельность развивается достаточно энергично.

Таким образом, над южными районами пустынь Средней Азии в течение года происходит смена воздушных масс — зимой преобладают воздушные массы умеренных широт, а летом — континентальный тропический воздух. В то же время над северными районами нет явно выраженной сезонной смены воздушных масс. Здесь круглый год преобладает воздух умеренных широт.

Поэтому для южных районов вместе с усилением циклонической деятельности характерно постепенное увеличение атмосферных осадков с октября, при максимуме в марте — апреле. Затем происходит резкое уменьшение количества осадков и в июле оно приближается к нулю. В северных районах осадки в течение года распределяются более равномерно. Здесь отмечается два небольших максимума — поздней осенью и поздней весной.

Анализ годового распределения атмосферных осадков над территорией Средней Азии и Южного Казахстана (Четыркин, 1960) показал, что уменьшение количества летних осадков происходит скачком в районах между $42-45^\circ$ с.ш. На месте этого перелома обычно и проводят границу между северной и южной подзонами пустынь: от северной части залива Кара-Богаз-Гол через дельту Амударьи по южной окраине гор Букантау и хр. Каратау. На востоке эта линия перелома осадков происходит по хр. Каратау и Таласскому Алатау. Основные климатические показатели для этих двух подзон приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Среднегодовые температуры воздуха повышаются по мере продвижения к югу от $5,0^\circ$ до $11,0^\circ$ в северной подзоне и от $13,0$ до $16,6^\circ$ — в южной подзоне пустынь. В годовом ходе температуры воздуха минимум повсеместно отмечается в январе, а максимум — в июле.

Суровость и морозоопасность зимы в северной подзоне быстро снижается от очень холодной с исключительно сильными морозами в северной части до умеренно холодной со значительными морозами в центральных районах и очень мягкой с морозами средней силы на юге подзоны. Температура в январе на севере равна -15° , а в южной части подзоны только

Таблица 1
Основные климатические показатели пустынь Средней Азии
и Казахстана

Станция	Температура воздуха, °С			Средний из абс. ми- нимумов	Абс. мак- симум
	год	январь	июль		
Подзона северных пустынь					
Терень-Кудук	4,8	-15,4	24,5	-35	43
Ак-Тумсук	8,9	-7,9	25,2	-26	42
Сам	8,9	-9,1	27,0	-28	46
Кунград	9,9	-6,7	25,3	-26	44
Куля-Ургенч	10,9	-6,0	26,6	-24	45
Подзона южных пустынь					
Екедже	13,2	-3,9	29,7	-22	46
Дарваза	14,8	-2,0	31,2	-19	46
Акмолла	15,8	-1,0	32,2	-20	47
Чешме	15,7	-0,2	31,5	-20	49
Байрам-Али	16,0	1,5	30,2	-16	48
Серахс	16,6	3,0	30,2	-15	48
Тахта-Базар	16,5	2,7	31,2	-17	48

-6°. Севернее январской изотермы -6° располагаются территории с абсолютным преобладанием невегетационных зим, свойственных климатам умеренной зоны (Бабушкин, 1964). Почти ежегодно температура воздуха в январе может опускаться здесь ниже -24, -35° (см. табл. 1).

Для всей территории южной подзоны характерны очень мягкие зимы с морозами средней силы в северной части и умеренной силы на юге. В Юго-Восточных Каракумах и на юго-западе Туркменистана средние январские температуры не бывают ниже нуля. Однако и здесь в отдельные наиболее холодные зимы температура воздуха опускается до 26-35° мороза.

Число дней с устойчивыми морозами изменяется от 160 на северной окраине северной подзоны пустынь до 80 у южной границы. В южной подзоне пустынь отсутствует ясно выраженный период со среднесуточными температурами воздуха ниже -5°.

Лето в северной подзоне сравнительно короткое, жаркое, со средними температурами воздуха 24,0°-27,0°, а в южной - продолжительное и очень жаркое. Средние июльские температуры воздуха здесь изменяются в пределах 29-32°, а в отдельные годы могут достигать 46-50°.

Резко меняется в этих подзонах продолжительность и теплообеспеченность вегетационного периода. Так, продолжительность периода со среднесуточными температурами воздуха выше +10° изменяется в северной подзоне в пределах 160-200 дней, а в южной - 200-242. За этот период сумма температур воздуха составляет 2000-4000° в первой подзоне и 4000-5500° - во второй.

Продолжитель- ность периода со среднесуточ- ной температу- рой воз- духа $< 0^{\circ}\text{C}$	Продолжи- тельность ве- гетационного периода ($t > 10^{\circ}\text{C}$)	Сумма тем- ператур воз- духа $> 10^{\circ}\text{C}$	Осадки, мм		
			год	Теплый период	Холодный период
Подзона северных пустынь					
151	157	1973	171	102	69
107	173	3466	129	77	52
126	179	3773	136	82	54
106	186	3751	95	46	49
102	193	4042	76	31	45
Подзона южных пустынь					
81	205	4697	100	40	60
56	217	3123	97	39	58
44	224	5393	91	34	57
29	225	5292	97	38	59
0	234	5268	135	40	95
0	242	5402	178	51	127
0	236	5370	241	53	188

Годовое количество атмосферных осадков незначительно как в северной, так и южной подзоне пустынь и изменяется от 80 до 200 мм, увеличиваясь в погорных лёссовых пустынях до 250-300 мм. Однако годовое их распределение носит весьма существенные различия. В северной подзоне осадки теплого периода выше, чем холодного, или равны, а в южной подзоне преобладают осадки холодного периода.

За четыре месяца теплого периода (см. рис. 2) сумма осадков в южной подзоне ничтожно мала и изменяется в пределах от 1 мм в Юго-Восточных Каракумах до 10 мм на границе с северной подзоной. Такое ничтожное количество осадков в теплый период не имеет практического значения. В северной подзоне в теплый период выпадает незначительное количество осадков (15-60 мм), но оно достаточно для произрастания полыней. При этом осадки распределяются почти равномерно в течение всех летних месяцев.

Кроме неравномерного распределения осадков в течение года следует отметить их исключительно большую изменчивость. Так, в отдельные годы годовая сумма атмосферных осадков колеблется на территории Туркменистана в пределах от 24 до 564 мм. Иногда месячная сумма осадков в несколько раз превышает среднюю многолетнюю месячную норму.

Для всей равнинной территории Средней Азии в целом характерна погода без осадков. Повторяемость числа дней в году без осадков составляет 70-80%, на долю слабых и умеренных осадков приходится 20-30%, а на долю значительных 1-10%. Весной в южных пустынях

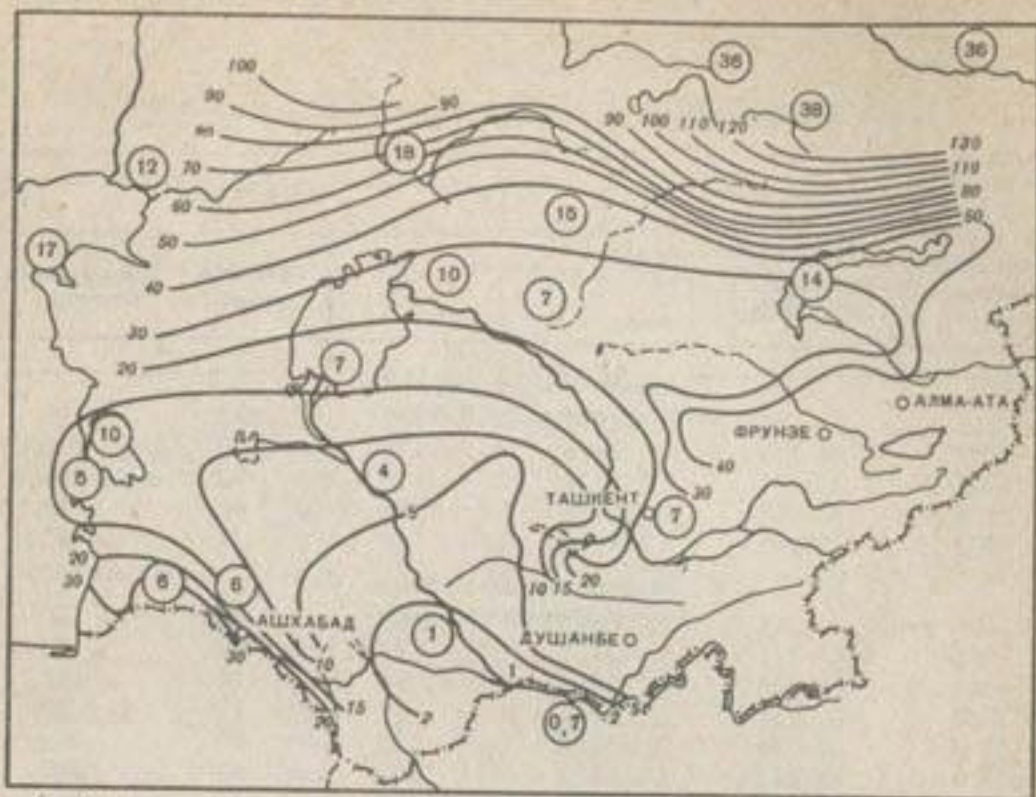


Рис. 2. Количество осадков в мм (изолинии) и число дней с осадками $\geq 0,1$ мм (цифры в кружках) за период с июня по сентябрь (по О.М. Челпановой, 1963)

повторяемость слабых и умеренных осадков составляет 30–50% дней каждого весеннего месяца, значительных — 7–25%. Число дней со значительными осадками (9 мм и более за 12 ч) в южных пустынях изменяется от 2 до 6 (Субботина, 1977). Несмотря на довольно резкое выпадение таких осадков, они могут за короткое время вызвать разрушительные селевые паводки, водную эрозию и повреждения хлопковых полей.

Высокие летние температуры воздуха, недостаточное количество атмосферных осадков и отсутствие поверхностных вод обуславливают сухость воздуха — с июня по сентябрь в южной подзоне пустынь относительная влажность понижается до 22–25%, а в отдельные дни — до 3–5%. В такие дни дефицит влажности воздуха достигает исключительно высоких значений.

Значительная засушливость климата способствует интенсивному испарению почвенной влаги с водной поверхности (испаряемости). Годовая величина испаряемости изменяется на территории южных пустынь от 1400 до 2300 мм, что в 15–20 раз превышает атмосферные осадки (Орловский, 1971). Запасы влаги в почве, созданные осенне-зимне-весенними осадками, с увеличением температуры воздуха весной расходуются на испарение и транспирацию, вызывая почвенную засуху.

Наиболее вероятное по климатическим условиям время наступления почвенной засухи представлено на рис. 3. В восточной части Каракумов и большей части Кызылкумов почвенная засуха начинается в первой



Рис. 3. Время наступления почвенной засухи (по Е.Г. Бродскому)

декаде апреля. На вторую декаду апреля смещается наступление почвенной засухи для остальной территории песчаных пустынь Средней Азии и на третью декаду — в лёссовых пустынях.

О.А. Ляпина и В.С. Зиявитдинова (1977) отмечают, что запасы почвенной влаги истощаются постепенно и переход от почвенного увлажнения, более или менее достаточного для нормального существования естественной растительности, к почвенной засухе совершается сравнительно медленно. В то же время возникновение воздушной засухи происходит значительно быстрее.

Воздушная засуха обуславливает повышенную транспирацию. Одновременное воздействие на растение почвенной и воздушной засухи ускоряет повреждение и даже гибель отдельных органов и всего растения.

Анализируя воздушную засуху в резко засушливом климате Средней Азии, Л.Н. Бабушкин (1964) выделяет по дефициту влажности воздуха в 13 ч. четыре категории засух — слабую, средней силы, сильную и очень сильную. Распределение по территории Средней Азии среднего годового числа дней с засухой всех типов представлено на рис. 4 (Ляпина и Зиявитдинова, 1977). На рисунке видно, что Центральные и Юго-Восточные Каракумы выделяются повышенной повторяемостью засух.

Общая засушливость климата характеризуется комплексными характеристиками или индексом сухости. Индекс сухости, характеризующий отношение испаряемости к годовому количеству осадков, в зоне северных пустынь возрастает от 3,0 на севере до 8,0–9,0 на юге. В южной зоне пустынь индекс сухости возрастает до 10,0–16,0, что говорит о значительной аридности климата (Зубенко, 1977).

Для Конференции ООН по проблемам опустынивания (1977 г.) была подготовлена "Карта климатической засушливости", в основу которой положен предложенный М.И. Будыко радиационный индекс сухости. Этот индекс характеризует отношение радиационного баланса к количеству тепла, необходимому для испарения атмосферных осадков. Карта климатической засушливости дает возможность показать в дополнение к существующей климатической информации степень аридности любого района. Фрагмент этой карты приведен на рис. 5.

Высокая аридность климата пустынь, подвижность почвенного субстрата и редкая естественная растительность уже при незначительном увеличении скорости ветра благоприятствуют возникновению песчаных поземок и пыльных бурь. Пыльные и песчаные бури, являясь следствием засушливости климата и разрушения растительного покрова и почвенной структуры человеком, усиливают отрицательный эффект засух, снижают почвенное плодородие и физически уничтожают почвы и урожай растений (Ковда, 1977).

Пыльные бури начинаются преимущественно при ветре 9–14 м/с. Однако в ряде районов усиление скорости ветра до 6–8 м/с достаточно для возникновения пыльных бурь (Орловский, 1962; Романов, 1960). Они наблюдаются в течение всего года и находятся в большой зависимости от местных особенностей (рис. 6). Максимальное в Средней Азии среднегодовое число дней с пыльной бурей отмечается в Центральных и Юго-Восточных Каракумах, а также на западе Туркменистана (Сапожникова,



Рис. 4. Среднее годовое число дней с засухой

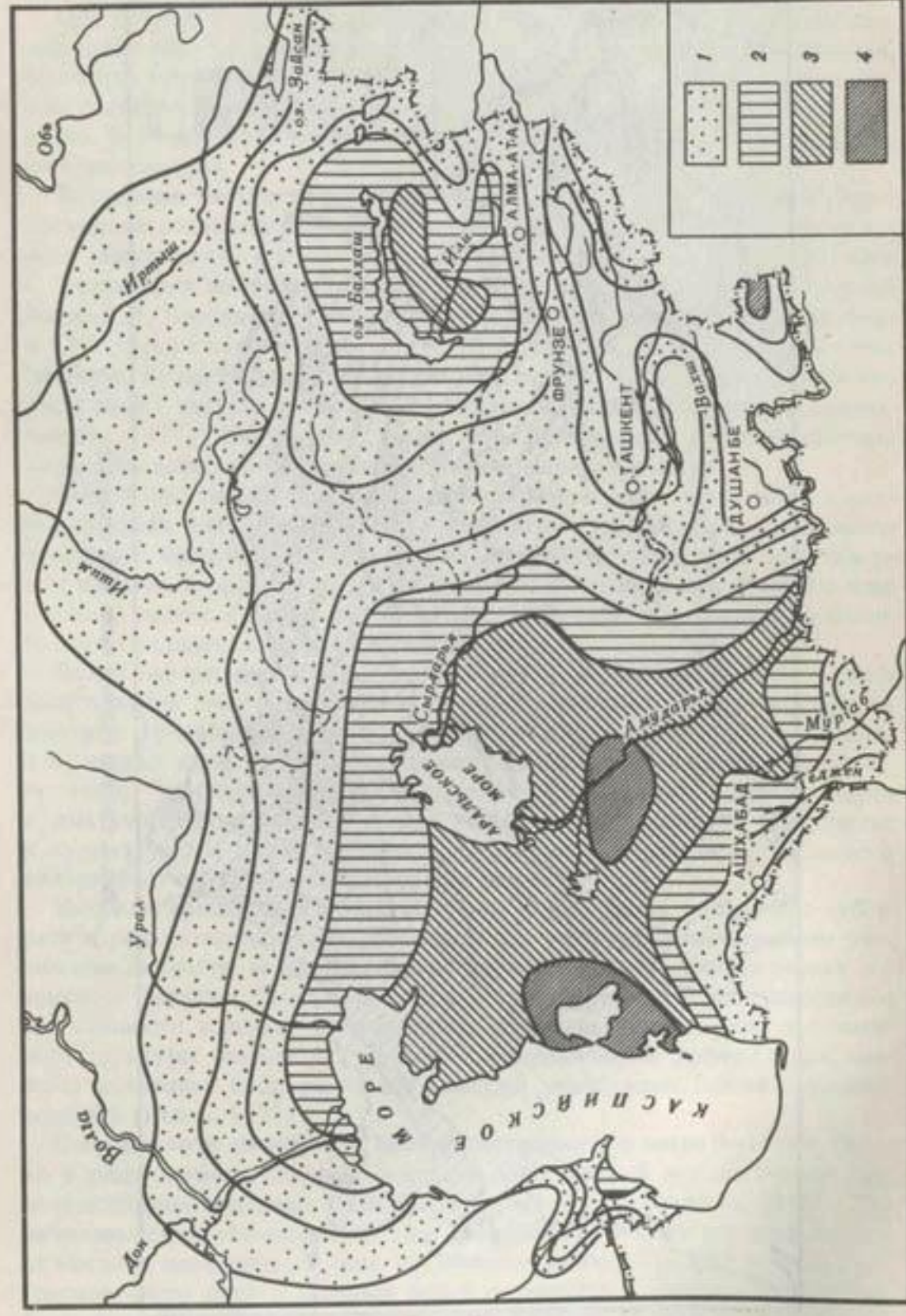


Рис. 5. Климатический индекс засушливости

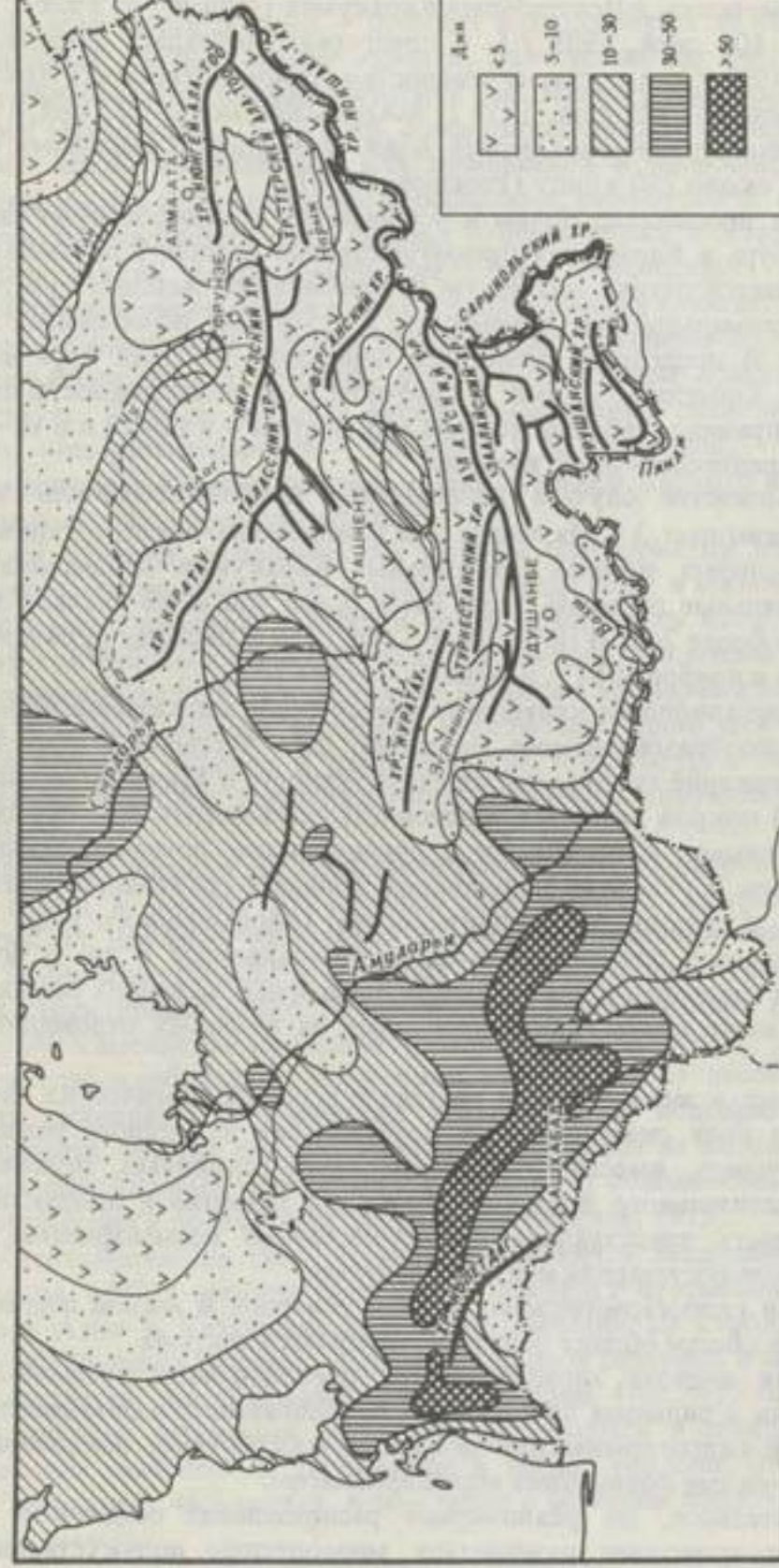


Рис. 6. Среднее годовое число дней с пыльной бурей

1970). В отдельные годы число дней с пыльными бурями может намного превышать среднее многолетнее. Наибольшее число дней с пыльными бурями отмечалось в Центральных Каракумах (Чешме — 113 дней, 1948 г., Репетек — 106 дней, 1939 г.), в предгорьях Копетдага (Молла-Кара — 146 дней, 1939 г.), а также на северном и южном побережьях Аральского моря (Муйнак — 121 день, 1958 г. и Аральское море — 92 дня, 1952 г.). В целом для территории Средней Азии число дней с пыльными бурями составляет около 250 в году (Романов, 1960).

Быстрое просыхание почвы и усиление ветра способствуют развитию пыльных бурь в Каракумах преимущественно весной. В пустыне Кызылкум отмечается летний максимум повторяемости пыльных бурь, связанный с максимальной повторяемостью в это время значительных скоростей ветра. В предгорьях Копетдага периодом пыльных бурь является осень, а в Копетдаге — зима. В суточном ходе повторяемости пыльных бурь, как правило, наблюдается два максимума — в 10–13 и в 19–22 часа местного среднесолнечного времени.

В большинстве случаев непрерывная продолжительность пыльных бурь не превышает 3 ч. На западе и на крайнем юго-востоке Туркменистана, в некоторых районах Центральных Каракумов отмечаются самые продолжительные пыльные бури, здесь более чем в 5% случаев они продолжаются более 24 ч. В Небит-Даге в мае 1950 г. пыльная буря продолжалась 73 ч, а в ноябре 1951 г. в Айдине — более 70 ч.

Следствие аридности климата являются слабо выраженные биологические и почвообразовательные процессы; для пустынных почв типично малое содержание гумуса, слабая структурность и высокая засоленность. Почвенный покров складывается в основном пустынными серо-бурыми, пустынно-песчаными, супесчаными и суглинистыми почвами, такырами и солончаками. В условиях избыточного почвенно-грунтового увлажнения, в долинах и дельтах рек, развиты почвы гидроморфного ряда — аллювиально-луговые, болотно-луговые, лугово-такырные и др. В более увлажненных атмосферными осадками предгорных равнинах распространены сероземные почвы, сформированные на лёссовых отложениях (Лобова, 1960).

Различные в механическом составе и агрогидрологических свойствах этих типов почв сказывается на особенностях их водного режима. Это в свою очередь, вместе с климатическими условиями, отражается на составе растительного покрова, ритмах его развития и продуктивности. Растительность представлена преимущественно псаммофитами, ксерофильными полукустарниками и галофитами.

Различия гидротермического режима северной и южной подзоны проявляются в общем облике почв и растительного покрова.

Северная подзона характеризуется преобладанием пустынных серо-бурых почв с сильным проявлением солонцеватости и солончаковатости. Умеренный гидротермический режим не способствует накоплению карбонатов, поэтому почвы здесь малокарбонатны.

Незначительное, но равномерное распределение осадков в течение всего лета позволяет развиваться многолетним полукустарникам с поздней вегетацией, таким как полынь и солянки. В связи с этим север-

ная подзона является зоной полынных пустынь. Изменение режима увлажнения при движении с севера на юг подзоны приводит к изменению лишь разновидности полыни — от более влаголюбивых до ксерофитных. Растительный покров сильно изрежен. Значительно богаче в этой зоне растительный покров песчаных пустынь Сам, Муянкумы, Большие и Малые Барсуки (Курочкина, 1978) и др. Здесь растительность представлена сочетаниями видов, характерных для мезофитной и ксерофитной флоры.

Почвы южной подзоны сильнокарбонатные, серо-бурые и сероземные. Высокая карбонатность почв связана с очень сухим и жарким летним периодом. Такой гидротермический режим способствует накоплению карбонатов в почвенных горизонтах и подстилающих грунтах.

Весенний максимум осадков обуславливает развитие более обильной растительности, чем в северной подзоне, где такой дождливый сезон отсутствует. Теплые влажные весны способствуют развитию специфического типа растительности — эфемеров и эфемероидов, — не выраженного в северной подзоне пустынь. С наступлением жаркого и засушливого летнего периода эфемеры усыхают.

Таким образом, экологические условия благоприятны для вегетации растений в северной подзоне в теплый период года, в южной — в холодный, причем в северной вегетации зимой невозможна из-за низких температур при небольшой высоте снежного покрова, а в южной в это время климатические условия способствуют развитию эфемеров и эфемероидов. Летом в южной подзоне вегетация невозможна даже для ксерофитов из-за отсутствия осадков и очень высоких температур, в северной подзоне летом возможна вегетация только поздневегетирующих пустынных ксерофитов.

В пределах каждой из климатических подзон по литологии материнских пород и почвам различаются следующие литоздафические типы пустынь: 1) песчаные на рыхлых отложениях древнеаллювиальных равнин; 2) песчано-галечные и галечные на гипсированных третичных и меловых структурных плато; 3) щебнистые и гипсированные на третичных плато; 4) каменистые на низкогорьях и мелкосопочниках; 5) суглинистые на слабокарбонатных покровных суглинках; 6) лёссовые на подгорных равнинах; 7) глинистые такыровые на подгорных равнинах и в древних дельтах рек; 8) глинистые бедленды на низкогорьях, сложенных соленосными мергелями и глинами; 9) солончаковые в засоленных депрессиях и по морским побережьям (Петров, 1973).

В литоздафические типы хорошо вписываются выделенные В.Н. Николаевым (1977) классы пастбищ. В пределах пустынной территории Средней Азии и Казахстана этот автор выделил 10 классов, 39 групп типов и 178 типов пастбищ. В пределах подзон северной и южной пустыни выделяется три основных класса пастбищ (рис. 7). Пастбища песчаной пустыни крупными массивами встречаются в северной подзоне и занимают наибольшую территорию в южной подзоне. Общая их площадь превышает 44,8 млн.га, в том числе в северной подзоне 14,7, в южной 30,1 млн.га.

В растительном покрове пастбищ песчаной северной подзоны пустынь преобладают кустарниково-травянистые группировки, а также различные

виды полыни и других полукустарничков, образующих промежуточный ярус. Из кустарников характерны саксаул, различные виды жузгунов, кустарниковые солянки. По характеру растительности большая часть типов пастбищ пригодна к круглогодичному содержанию овец и верблюдов, с обязательным стойловым содержанием овец в наиболее холодные зимние месяцы.

Растительность этого класса пастбищ в южной подзоне представлена различными формами: от крупных кустарников до однолетних эфемеров. На большей части преобладают двухъярусные кустарниково-травянистые растительные группировки. На 20–25 м² в песчаной пустыне приходится примерно одно растение, а в среднем на один гектар – 300–600 экземпляров деревьев и кустарников. Общее проективное покрытие составляет 12–15%, достигая местами 20–25%, а на вершинах гряд снижаясь до 1–5% (Овезлиев и др., 1979). По характеру накопления кормового запаса и по сезонной поедаемости пастбищных растений пастбища песчаной южной подзоны являются хорошими круглогодичными выпасами для овец и верблюдов.

Пастбища гипсовой пустыни широко распространены как в северной, так и южной подзоне, занимая плато Устюрт, отдельные массивы в Заунгузье и останцовые поверхности третично-меловых плато в юго-западных Кызылкумах. Общая их площадь составляет 38,0 млн.га, из них в северной подзоне – 21,6 млн.га. Почвы серо-бурые малокарбонатные. Карбонатность почв увеличивается при продвижении к югу, в южной подзоне преобладают карбонатные серо-бурые солонцеватые и солончаковатые почвы с прослойкой гипса.

В растительном покрове пастбищ гипсовой северной подзоны пустыни господствуют полынно-солянковые группировки. По характеру растительности и степени поедаемости растений подавляющая часть типов пастбищ северной пустыни пригодна для осенне-зимнего выпаса овец.

В южной подзоне в этом классе пастбищ чаще встречаются разреженные кустарниково-полукустарничковые группировки с небольшой долей участия эфемеров. На 1 га приходится несколько десятков тысяч полукустарничков высотой 0,2–0,5 м и диаметром кроны 0,1–0,5 м. Их проективное покрытие составляет 10–20%. Несмотря на суровые условия существования полукустарничковой растительности в гипсовых пустынях, она устойчива к выпасу и уничтожение происходит в основном в результате заготовки на топливо.

Типы пастбищ с преобладанием полыни и комплексные полынно-солянковые пастбища по составу травостоя пригодны для круглогодичного использования овцами и верблюдами. Поедаемый запас корма резко повышается в осенне-зимний период из-за лучшей поедаемости полыни и солянок в это время года.

Пастбища глинистой пустыни занимают более 18,6 млн.га и распространены на востоке северной подзоны пустынь, а также на юго-западе ТуркмССР, в амударьинской и сырдарьинской древних дельтах, в Тедже-но-Мургабском междуречье и на правобережье Амударьи в южной подзоне.

В северной подзоне для этого класса пастбищ характерно преобладание крупнокустарниковых группировок с обилием черного саксаула,

различных видов гребенщика. По степени поедаемости основных кормовых растений пастбища глинистой северной пустыни пригодны в основном для осенне-зимнего выпаса овец.

В южной подзоне тяжелый механический состав и значительное засоление почв предопределяет преимущественное развитие солянковой растительности. Эфемерный покров обычно изрежен. Общее проективное покрытие не превышает 10–20%. Кормовая растительность глинистой пустыни южной подзоны образует сравнительно небольшое число типов пастбищ, пригодных для осенне-зимнего выпаса овец.

Пастбища предгорной пустынной зоны занимают общую площадь 10,4 млн.га, здесь выделяются два основных типа пастбищ: каменистой и лёссовой предгорной пустыни.

Небольшими массивами встречаются в полосе непосредственного контакта гор с подгорной равниной пастбища каменистой предгорной пустыни. Почвенный покров обычно плохо развит, с обилием щебнистого материала и небольшим содержанием мелкозернистых частиц. В растительном покрове преобладает кустарниково-полукустарничковый ярус, с господством различных видов полыни. По характеру пастбищного травостоя этот класс пастбищ относится к удовлетворительным весенне-осенним выпасам для овец и верблюдов.

Основную площадь предгорной пустыни занимают пастбища лёссовой пустыни. Преобладающим типом почв здесь являются сероземы. Растительный покров довольно густой и обычно образован двумя ярусами травянистых растений. На отдельных массивах пастбищ распространены полынные группировки. Пастбища лёссовой предгорной пустыни относятся к отличным весенне-летним выпасам для овец.

Процессы опустынивания

Природные особенности пустынь – резкая засушливость и изменчивость климата, изреженность растительного покрова, легкая разрушаемость почв и слабая дренированность территории – определяют очень напряженную и слабо устойчивую взаимосвязь между отдельными компонентами ландшафта. При нарушении они взаимно не компенсируются и восстановление нарушенных взаимосвязей идет очень медленно. Наиболее чувствительны к воздействию такие компоненты ландшафта как растительность, почва и животный мир. Они подвержены быстрым и не всегда обратимым процессам.

Характерными примерами нарушения природных взаимосвязей являются развитие дефляционных процессов на пастбищах песчаных пустынь при уничтожении древесно-кустарниковой растительности и при перевыпасе. Изменение водного режима почв при орошении приводит к процессам засоления или заболачивания. В обоих случаях происходит уменьшение биологической продуктивности ландшафта. В.А. Ковда (1977) отмечает, что процессы дефляции песков и развития растительности протекают одновременно, что ведет к возникновению своеобразного динамического равновесия. Если вмешаться в этот процесс, то дефляция песков начинает преобладать над процессами их закрепления растительностью.

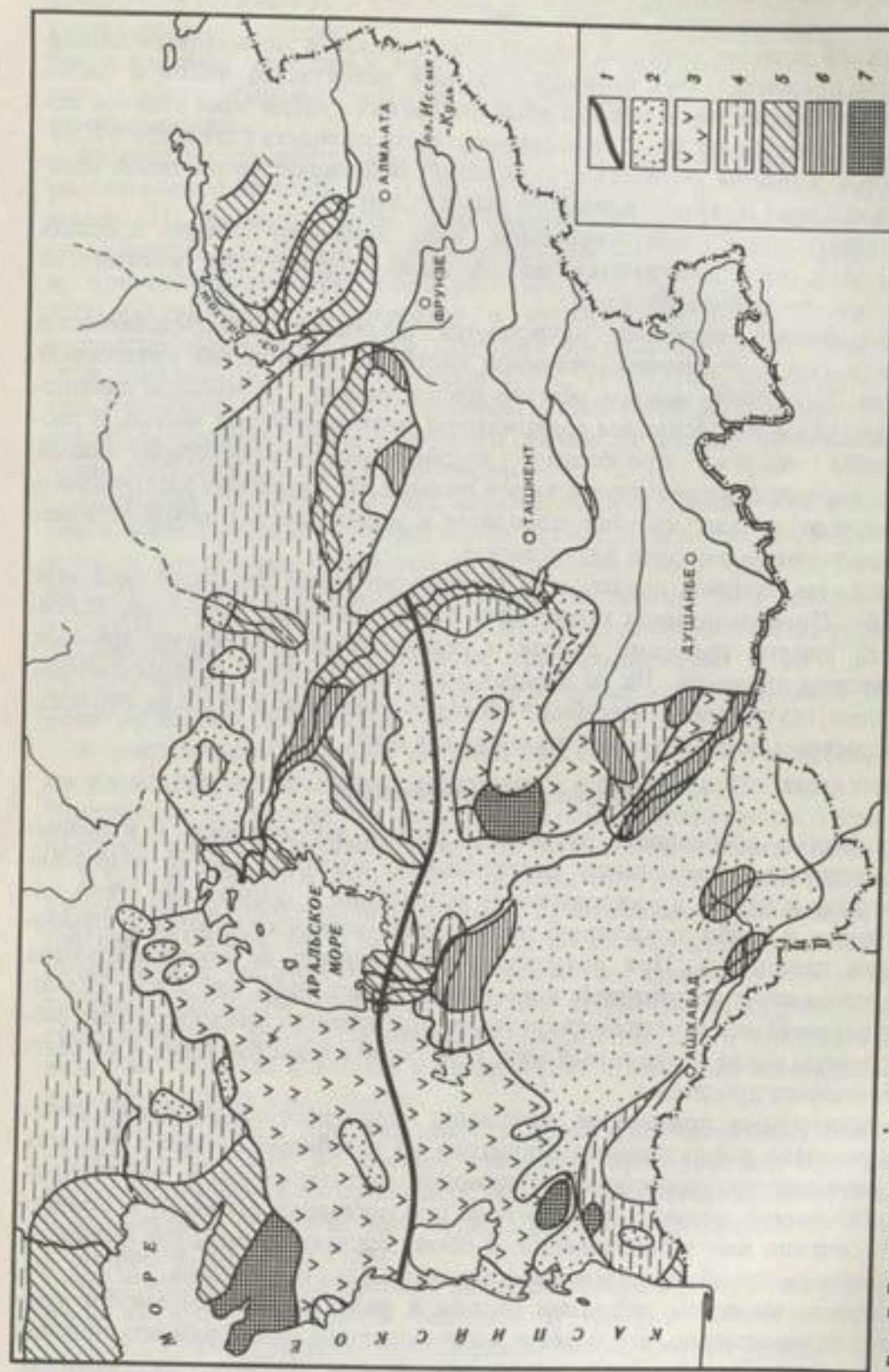


Рис. 7. Распределение основных классов пастбищ:

1 — граница подзоны; 2 — пастбища песчаной пустыни; 3 — гипсовой пустыни; 4 — глинистой пустыни; 5 — пастбища речных долин; 6 — оазисы; 7 — горная зона

Таким образом, нарушение экологического равновесия в аридных областях приводит к развитию процессов опустынивания. Термин "опустынивание" в географической литературе используется сравнительно недавно. В связи с этим все еще ведутся споры о точном содержании этого термина. Рассмотрим некоторые из них.

Ученые по-разному понимают и объясняют явление опустынивания. В связи с этим предложены два различных термина для характеристики этого процесса — дезертизация (desertization) и опустынивание (desertification). Ле Уру (Le Houerou, 1975) дал определение дезертизации как интенсификации пустынных условий в аридных районах с осадками от 50–100 до 200–300 мм; под опустыниванием (desertification) он понимает процесс надвигания пустынных условий на семиаридные и субгумидные ландшафты.

Указывая на географическое ограничение определения Ле Уру, Рапп (Rapp, 1974) расширил его, включив районы с большим количеством осадков. Он определил дезертизацию как "процесс расширения пустынных условий в аридных и семиаридных районах с осадками до 600 мм". В дальнейшем А. Рапп (Rapp, 1979) назвал эти два понятия синонимами, понимая их как "распространение условий пустыни на территории, лежащие за пределами пустынь". Термин "опустынивание" получил более широкое толкование в "Плане действий по борьбе с опустыниванием" (1977), принятом Конференцией ООН по проблемам опустынивания. Здесь процесс опустынивания определен как уменьшение или уничтожение биологического потенциала Земли до уровня пустынь.

Определение опустынивания как интенсификации (Houerou, 1977) или процесса расширения пустынных условий (Mensching, Ibrahim, 1977; Rapp, 1974, 1979, и др.) дает оценку процессов, лежащих в его основе, но не раскрывает их причин, динамики и последствий для человека.

Некоторые исследователи (Чикаркин, 1979; Dregne, 1977) определяют опустынивание как сочетание засух и нерационального землепользования, другие (Боровский, Кузнецов, 1979) сводят опустынивание только к процессам, связанным с деятельностью человека. Безусловно, наиболее четко и многообразно проявляются процессы опустынивания в результате воздействия человека на природу в условиях хрупких и тонко сбалансированных природных экосистем. Однако опустынивание является сложным процессом взаимодействия физико-географических (природных), социальных, экономических и политических факторов.

Наиболее полным нам представляется определение, предложенное Н.Г. Хариным и М.П. Петровым (1977), согласно которому под опустыниванием понимается совокупность физико-географических и антропогенных процессов, приводящих к разрушению экосистем аридных и семиаридных областей и деградации всех форм органической жизни, что в свою очередь ведет к снижению природно-экономического потенциала этих территорий. Эти процессы чаще всего приурочены к сравнительно небольшим территориям, что обусловлено интенсификацией пустынных условий местными факторами. В редких случаях опустынивание имеет значительное пространственное распространение.

Как следует из определения Харина и Петрова, причинами опустынивания являются физико-географические (природные) и антропогенные факторы, а также их сочетания. Природное опустынивание обусловлено климатическими колебаниями, аридизацией территории и прогрессирующим засолением почв и грунтовых вод. Антропогенное опустынивание весьма многообразно и развивается в результате нерациональной хозяйственной деятельности человека. Проявлением опустынивания является деградация растительности, почв и водных ресурсов — трех элементов, являющихся природной основой существования человека.

Причины опустынивания, как естественные, так и антропогенные, очень сложны, различны в разных регионах и взаимообусловлены. От их интенсивности зависят продолжительность, масштабы и степень опустынивания. Б.В. Виноградов (1976) отмечает, что "опустынивание представляет собой длительно-временные сукцессии ландшафтов, в течение которых субаридные степные, полупустынные и саванные ландшафты сменяются пустынными, и более кратковременные экзогенные сукцессии, при которых происходит разрушение сложных и высокоорганизованных пустынных экосистем и образование на их месте примитивных деструктивных комплексов с преобладанием минеральных арен". Так, процессы опустынивания, обусловленные климатическими изменениями, могут длиться столетиями, в то же время катастрофические селевые паводки вызывают процесс опустынивания всего в несколько дней.

По масштабам выделяются формы зонального, провинциального, регионального и локального опустынивания. Они могут иметь сплошной, пятнистый, полосной и точечный (диффузионный) характер. Опустынивание характеризуется следующими динамическими процессами: климатическими, гидрогеологическими, морфодинамическими, почвенными, фитогенными и зоогенными. Подверженность территории опустыниванию и сила его воздействия определяются климатическими факторами (степень аридности, обеспеченность осадками и их распределением в течение года, флуктуации климата), а также структурой и механическим составом почвы, рельефом местности и видовым составом растительности, плотностью населения, интенсивностью выпаса, степенью механизации хозяйства.

Несмотря на разнообразие процессов опустынивания, можно выделить и наиболее общие факторы, приводящие к опустыниванию различных регионов. К ним Б.Г. Розанов (1977) относит:

1. Деградацию растительного покрова и сопутствующую ей эрозию почв в результате чрезмерного выпаса;
2. Усиление эрозии и дефляции засушливых земель при интенсивном и нерациональном использовании под богарное земледелие без учета природных особенностей почвенного покрова;
3. Уничтожение растительного покрова при заготовке топлива;
4. Разрушение растительного и почвенного покрова при дорожном и индустриальном строительстве, геологоразведочных работах, разработке полезных ископаемых, строительстве населенных пунктов и ирригационных сооружений;

5. Разрушение растительного и почвенного покрова автотранспортом;
6. Уничтожение растительного покрова и разбивание почв скотом вокруг неправильно расположенных и нерационально организованных водопойных колодцев;
7. Вторичное засоление, подщелачивание и подтопление орошаемых земель и окружающих их территорий;
8. Рост солончаковых пустынь в бессточных бассейнах.

Глава II

Механизм опустынивания и его последствия

Как уже отмечалось выше, современное опустынивание является результатом действия двух факторов — природного и антропогенного. Эти факторы действуют совместно, что затрудняет их анализ и часто приводит к неправильным выводам.

Природные факторы опустынивания

Возникновение пустынь в основном связано с субтропическими зонами высокого давления, формирующимися в системе общей циркуляции атмосферы. Изменение общей циркуляции атмосферы может изменить местоположение и интенсивность атмосферных процессов, способствующих образованию пустынь. В прошлом климат неоднократно менялся, изменяя границы пустынь. Для понимания механизма эволюции климата существенное значение имеет исследование его изменений в прошлом.

Исследуя климаты прошлого, М.И. Будыко (1971, 1974, 1977) отмечает, что уже в пермском периоде стала заметной термическая зональность и в этот период значительно расширились области сухого климата. В мезозое также существовали зоны недостаточного увлажнения. Однако в конце мелового периода зона жаркого климата сократилась, а область сухого климата расширилась.

При переходе к кайнозойскому времени заметного изменения климата не произошло. В эоцене (Марков и др., 1965), на территории Средней Азии и Казахстана господствовали лесные и лесостепные ландшафты. Остепнение (аридизация) происходит здесь во второй половине третичного периода (в середине олигоцена), когда начался процесс прогрессивного похолодания и усиление континентальности климата. Это процесс ускорился в плиоцене.

Похолодания и особенно аридизация климата к четвертичному периоду усилились. В течение четвертичного периода появляются пустынные ландшафты в южных районах нашей страны. Однако аридные условия тогда были не так выражены, как теперь (Марков и др., 1965).

В послеледниковый период произошло фактически одно изменение климата, по крайней мере в северном полушарии. Это был период значительного потепления, длившийся около 2 тыс. лет (7—5 тыс. лет назад). Семиаридные и семигумидные территории тропической Африки, Аравий-

ского полуострова и Иранского нагорья 12–7 тыс. лет назад были более влажными, чем в наши дни (Grove, 1973). Во многих частях тропической Африки аридизация происходит примерно в течение последних 5 тыс. лет. Она никогда не была постоянной или равномерной и не охватывала всю территорию в целом. Более того, современный климат не является наиболее аридным за указанное время. Установлено, например, что пески Сахары в определенные исторические периоды простирались на 5–6° южнее по сравнению с их современными границами.

В северо-западной части Индо-Пакистанского региона климат был более аридным в позднем плейстоцене, но примерно 10300 лет назад началась влажная фаза в связи с увеличением количества осадков. Однако 3800 лет назад снова наступил засушливый период, который с небольшими отклонениями продолжается и сейчас. Количество осадков составляет здесь менее трети нормы, выпадавшей в раннем голоцене.

Климатические изменения, происшедшие в голоцене, несомненно, были вызваны естественными причинами. В первой половине первого тысячелетия до нашей эры преобладала тенденция к похолоданию. Параллельно с изменением термического режима менялся режим осадков, который постепенно приближался к современному.

Заметное потепление произошло в конце первого и начале второго тысячелетия нашей эры, в это время полярные льды отступили в высокие широты. Однако начавшееся в XIII в. и достигшее максимума в начале XVII в. похолодание сопровождалось расширением горных ледников. Затем произошло очередное потепление и отступление ледников. В XVIII и XIX вв. климатические условия мало отличались от современных.

Наиболее крупное изменение климата в эпоху инструментальных наблюдений началось в конце XIX в. (Будько, 1977). Оно характеризовалось постепенным повышением температуры воздуха в северном полушарии. Потепление достигло максимума в 30-х годах XX в., а в 40-х годах процесс потепления сменился похолоданием, которое продолжалось до недавнего времени.

Интересно отметить, что в эпоху потепления количество атмосферных осадков в районах недостаточного увлажнения уменьшилось. Это привело к усилению аридизации, проявившейся в уменьшении стока рек, понижении уровня некоторых замкнутых водоемов и возросшей частоте засух. Возможно, сейчас мы являемся свидетелями нового изменения климата. Однако доказать это пока трудно, по крайней мере до тех пор, пока мы не убедимся, что эти изменения не являются проявлением краткосрочных климатических вариаций.

В табл. 2 показаны типы климатических изменений и причины, вызывающие долгосрочные и краткосрочные изменения. Однако участники Международной научной конференции по физическим основам теории климата и его моделирования подчеркнули, что "наше понимание физических, химических и биологических процессов, которые взаимодействуют при создании нынешнего климата, пока неполно, и мы не знаем, какие главные механизмы вызвали изменения в прошлом" (Физические основы... 1977).

Таблица 2
Типы климатических изменений

Изменения	Продолжительность	Причины возникновения изменений климата
Климатические революции	$> 10^6$	Геотектоническая деятельность (дрейф континентов, орогенез, крупномасштабные изменения площади материков и океанов). Возможно, изменения солнечной активности
Климатические колебания	$10^4 - 10^6$	Изменения солнечного излучения – периодические или непериодические (с периодом 10^4 лет). Изменение количества солнечной радиации в связи с длительными изменениями элементов земной орбиты (эксцентриситета, наклонения и прецессии)
Климатические флуктуации	$10^1 - 10^4$	Все другие климатические изменения продолжительностью более 10 лет. Аперiodические изменения (вулканическая деятельность), квазипериодические изменения (изменение солнечных пятен), изменение магнитного поля, океанических течений и других физических факторов
Климатические циклы	< 10	Очень кратковременные квазипериодические естественные колебания климата (например, 2–3-летние, вызываемые атмосферными процессами)
Антропогенные изменения	10^{-7}	Действие антропогенных факторов в глобальном, региональном и местном масштабах. Глобальные изменения: изменение концентрации в атмосфере углекислого газа и окислов азота. Региональные изменения: энергетические системы, индустриализация, урбанизация, уничтожение растительности. Местные изменения: урбанизация, сельское и пастбищное хозяйство, водохранилища, вырубка леса, облесение

Предсказание этих изменений значительно облегчилось при наличии общей математической модели атмосферной циркуляции в аридных и семиаридных областях мира. Другая модель должна давать представление о механизме обратной связи, а именно оценивать влияние изменения альбедо и запасов почвенной влаги. Создание трехмерных моделей циркуляции воздушных масс и их взаимосвязей с температурным режимом материков и океанов значительно способствовало бы решению проблемы прогнозирования засух. Несколько исследований выполнено в этом направлении. Так, А. Джилкрист (Gilchrist, 1975) установил зависимость между аномалиями в количестве осадков Северной и Центральной Африки с температурными аномалиями воды в тропической части Атлантического океана. Г. Флон (1977) отмечал, что повторяющиеся засухи в Судано-Сахельской зоне Африки возникают почти одновременно с ослаблением муссонных дождей в северной и центральной частях Индо-Пакистана. М.И. Будько, (1973) показал связь между изменением термического режима отдельных климати-

ческих зон и в целом земного шара и пространственным распределением осадков.

И.И. Борзенкова (1977), рассматривая особенности векового хода осадков в различных климатических зонах Африки, предполагает, что существует определенная связь между изменением глобальной температуры, положением зоны внутритропической конвергенции и мощностью влажного муссона. Она предполагает, что при росте глобальной температуры воздуха зона внутритропической конвергенции занимает более северное положение и влажный муссон с Гвинейского залива заполняет субтропическую область, создавая благоприятные условия увлажнения. При снижении глобальной температуры зона внутритропической конвергенции смещается к югу и в субтропических районах господствуют сухие северо-восточные пассаты.

Вероятность влияния изменений температуры воздуха на влагооборот неоднократно отмечал и М.И. Будыко (1971, 1974, 1977). Однако эти работы имеют скорее теоретический, чем практический характер и только намечают путь дальнейших исследований. Способ установления таких дальних связей, возможно, будет использован в будущем для прогнозирования засух. В настоящее время накоплено еще недостаточно информации для решения этого вопроса.

Изучение механизма обратной связи имеет большое значение для выявления сущности процесса опустынивания. Наиболее важно выяснить изменение альбедо в связи с изменением растительного покрова и свойств почвы.

Исследование альбедо, а в более широком смысле — радиационного баланса аридных территорий — чрезвычайно важно для понимания процесса опустынивания. В частности, Дж. Чарни (1977) приводит данные о том, что радиационный баланс на верхней границе атмосферы в летние жаркие дни имеет отрицательное значение над Аравийскими пустынями и Сахарой. Он объясняет это высокими значениями альбедо песчаной и каменистой почвы (примерно, 0,35), безоблачностью неба, сильным нагревом поверхности песков и низкой влажностью. Поэтому при прочих равных условиях пустынные районы теряют больше тепла, чем окружающие территории. В результате пустыня в теплый сезон представляет собой радиационный сток. Для поддержания термического равновесия воздух над пустыней опускается и одновременно осушается. Таким образом, пустыня сама усиливает собственную засушливость.

Дж. Чарни, проведя численное моделирование, установил, что с увеличением альбедо уменьшаются облачность и количество осадков. При изменении альбедо уже через неделю осадки уменьшились на 40%. Примерно на такую же величину уменьшилась и конвективная облачность. В связи с этим автор делает вывод, что "современная засуха в Сахели по крайней мере частично могла быть вызвана стравливанием пастбищ скотом, в результате чего увеличилось альбедо, возникли нисходящие потоки, и зона внутритропической конвергенции смещалась к югу".

Примерно такую же схему опустынивания предложил и А. Рэпп (Rapp, 1974). Он отмечает, что во влажные годы увеличивается поголовье скота и площадь культивируемых земель, а это в свою очередь ведет к опусты-

ниванию, развивающемуся в последующие сухие годы. Наступающие затем влажные годы не компенсируют в природе то, что утрачено в сухие. Изменение альбедо, которое может вызываться засухой, перевыпасом или распашкой земель, может влиять и на иссушение самой почвы.

Есть и другие теории, объясняющие механизм климатического опустынивания. Например, Р. Шнелл (Schnell, 1975) выдвинул гипотезу о ядрах конденсации. По его мнению, растительный покров является источником органических ядер конденсации, которые "засевают" кучевые и дождевые облака, вызывая осадки. Разрушение растительности уничтожает этот источник ядер конденсации, в результате чего осадки в пустыне не выпадают. Лабораторные исследования подтвердили справедливость этой гипотезы. Однако существование этих органических ядер конденсации в природе еще не доказано.

Являются ли засухи, наблюдавшиеся в конце 60-х и начале 70-х годов нашего века, проявлением существующего климата или это результат прогрессирующей аридизации, которая может на время или навсегда сократить продуктивность аридных областей? На основании анализа исторических, археологических, географических, гидрологических и других данных А.В. Шнитников (1957) пришел к выводу, что XX в. в основном приходится на длительный период режима усыхания. Однако этот процесс протекает ритмично, т.е. на климатические флуктуации накладываются нерегулярные климатические циклы. Поэтому засухи часто следуют одна за другой в течение 2–3 лет и более. Такие засухи особенно способствуют процессам опустынивания.

Сравнительно кратковременный период метеорологических наблюдений не позволяет доказать прогрессирующую аридизацию климата. Однако многие ученые полагают, что в настоящее время пустыни мира находятся в состоянии иссушения. Естественными факторами ксеротизации и аридизации являются (Петров, 1966; Ковда, 1977):

- 1) повсеместное сокращение площади ледников;
- 2) преобладание плоскостного смыва и увеличение активности процессов дефляции;
- 3) сокращение стока и частичный переход сосредоточенного стока в плоскостной;
- 4) сокращение площади замкнутых озер и их прогрессирующее засоление;
- 5) деградация растительности в плакорных условиях до полного ее исчезновения;
- 6) подавленность процессов видообразования во флоре и фауне;
- 7) прогрессирующее засоление почв в плакорных условиях, рост карбонатности и загипсованности современных гидроморфных почв, консервация солевых кор;
- 8) прогрессирующее понижение уровня грунтовых вод;
- 9) врезание рек и оврагов и увеличение их дренирующей роли;
- 10) подъем границ вечных снегов в горах и уменьшение пополнения рек и грунтовых вод в низменностях.

В связи с усилением аридизации отмечено исчезновение зарослей черного саксаула в северо-западной части подгорной равнины Копетдага.

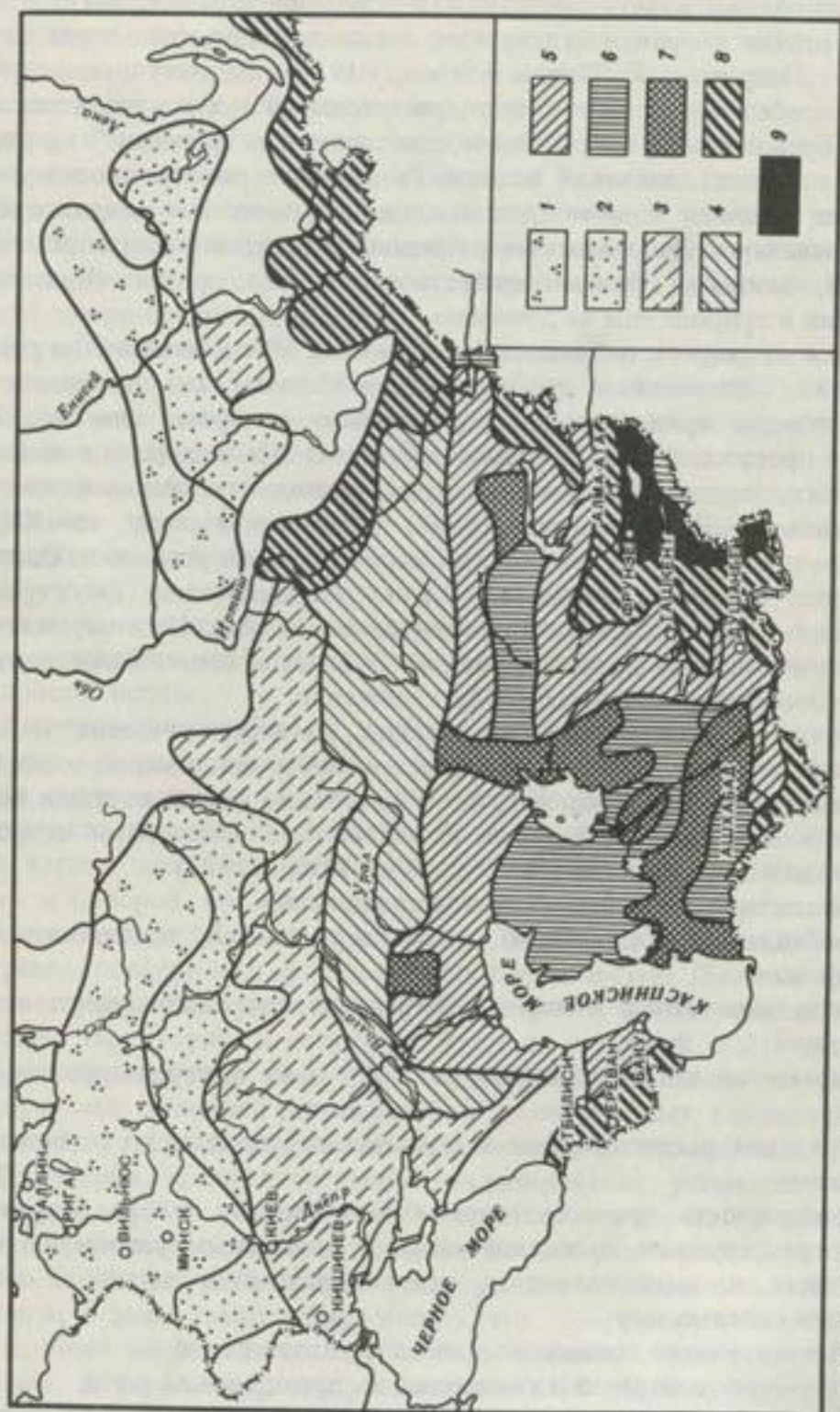


Рис. 8. Схематическая карта вероятности засух:

1 — очень редкие засухи (до 5%), 2 — редкие засухи (5–10%), 3 — частые засухи (25–30%), 4 — весьма частые засухи (30–50%), 5 — постоянные засухи (50–75%), 6 — развееваемые и полужаженные пески, 7 — горные степи, редкостойный лес, кустарники и саванны с вероятностью засух более 50%, 8 — горные пустыни и полупустыни с абсолютным преобладанием исключительной засушливости

Ввиду увеличения сухости и снижения интенсивности притока слабо-минерализованных вод со стороны Копетдага резко сократилось опреснение вод каракумского грунтового потока в зоне их контакта с подземными водами подгорной равнины. Это привело к исчезновению растительности во многих солончаковых впадинах этого района (Граев, 1957; Харин, Каленов, 1978). Усилению естественных процессов аридизации или опустынивания аридных территорий значительно способствует нерациональное использование природных ресурсов. Процесс аридизации ускорился также за счет широкого использования грунтовых вод (Ковда, 1977). Все это позволило В.А. Ковде сделать заключение о возрастающей вероятности засух в будущем.

На рис. 8 показан фрагмент мировой карты аридности суши и вероятности засух. Карта составлена В.А. Ковдой, Б.Г. Розановым и С.К. Онищенко. На ней показаны значительные территории, которые могут быть подвержены опустыниванию, чего нельзя увидеть на обычных климатических картах.

Исследованиями установлено (Будько, 1971, 1974, 1977 и др.), что в последние десятилетия изменения глобального климата стали зависеть не только от естественных факторов, но и от хозяйственной деятельности человека. Однако в настоящее время еще трудно установить, сколь велико влияние человека на климат и к каким последствиям это может привести. Важнейшей практической задачей является сохранение микроклимата путем разработки рациональных систем землепользования.

На Конференции ООН по проблемам опустынивания в ходе обсуждения "Плана действий по борьбе с опустыниванием" отмечалось, что климат часто создает условия, благоприятствующие опустыниванию, особенно в результате нерегулярного выпадения дождей и периодических засух. Однако все еще нет доказательств того, что ускорение процесса опустынивания вызвано установлением более сухих климатических условий.

Антропогенные факторы опустынивания

Несмотря на то, что процессы опустынивания усиливаются засухой, во многих случаях определяющее значение имеет антропогенный фактор. Климат же служит соответствующей предпосылкой. В настоящее время признано, что человек, его практическая деятельность, оказывают определяющее влияние на деградацию растительности, почв и вод.

Значительное и многообразное воздействие хозяйственной деятельности человека испытывает растительность пустынных пастбищ. Это и перевыпас в результате чрезмерной нагрузки, изреживание или полное уничтожение деревьев и кустарников в результате вырубki, механическое уничтожение при инженерно-строительных, дорожных и мелиоративных работах.

Одним из наиболее мощных факторов, влияющих на растительный покров пастбища, является выпас животных. Под влиянием выпаса изменяются состояние почвенного покрова, видовой состав растительности, обилие видов, возрастной состав доминантов, структура и число ассоциаций и микроассоциаций, продукция фитомассы, а в песчаных массивах

и форма рельефа, уровень грунтовых вод, микроклимат и т.д. Особенно наглядно изменение растительности под влиянием различных нагрузок на пастбища происходит в песчаной пустыне (Морозова, 1946; 1959; Нечаева, 1946, 1954, 1979а; Родин, 1961; Курочкина, 1978, и др.).

Рассмотрим две главные формы воздействия животных при выпасе на пастбище: а) действие непосредственно на растения; б) действие на почвенный покров. Неумеренный выпас особенно сказывается на растительном покрове пастбищ. Усиление нагрузки на пастбища приводит к постепенному уменьшению или исчезновению ценных кормовых растений из травостоя и замещению их сорными, плохо поедаемыми или не поедаемыми видами. Одновременно со сменой видового состава пастбищной растительности при увеличении нагрузки происходит замена многолетних растений быстро вегетирующими однолетниками с неглубокой корневой системой.

Влияние выпаса на почву, а следовательно, и на растение, также многообразно. Большое значение имеют рыхление и разбивание почвы, которые в песчаной пустыне приводят к развитию процессов дефляции. Однако умеренное рыхление почвы животными является положительным фактором, способствующим уничтожению корочки на поверхности почвы, улучшению аэрации и заделки семян (Нечаева, 1954).

Одной из основных причин перевыпаса является недостаточная обводненность пастбищ. Концентрация большой массы скота близ водоемов неизбежно приводит к сильному разбиванию почвы и появлению подвижных песков. Редкие колодцы в пустыне — это очаги появления процессов опустынивания. По мере удаления от колодцев наблюдается изменение закрепленности песков и смена растительного покрова, образующее вокруг колодцев своеобразные концентрические пояса выпаса, соответствующие различным стадиям пастбищной депрессии. Обычно площадь приколодезного участка, на который сказывается влияние перевыпаса, равна радиусу суточного перегона овец (5–6 км).

Наиболее глубокое и разностороннее изучение изменений растительности под влиянием выпаса в песчаной пустыне проведено Н.Т. Нечаевой (1946, 1954, 1979б), а процессов развевания песков М.П. Петровым (1950). Этими исследователями выявлены стадии пастбищной депрессии, смены растительных группировок, изменение видового состава, фитомассы и форм рельефа. Некоторые сведения по влиянию выпаса на растительность и почву других типов пустынных пастбищ имеются у О.И. Морозовой (1959), Л.Я. Курочкиной (1978) и др.

Развитие пастбищной депрессии наглядно проявляется в песчаной пустыне. В связи с этим дадим краткую характеристику влияния выпаса на пастбища (Нечаева, 1979; Петров, 1950).

На удаленных от колодцев участках (4–6 км), где выпас более или менее равномерно распределяется по всей площади и нагрузка является умеренной, коренная растительность — илаковый белосаксальный — сохранилась. Этот пояс выпаса относится к первой ступени пастбищной депрессии и характеризуется средней уплотненностью песков и ценопопуляциями из деревьев, кустарников и полукустарников.

Таблица 3

Изменение ассоциации в связи с пастбищной депрессией

Формы рельефа	Режим использования, ступени пастбищной депрессии	Ассоциации
Песчаные гряды	Заповедник, 7-й год охраны, асс. 2 I СД, асс. 2а	(<i>Calligonum rubens</i>) — <i>Mausolea eriocarpa</i> — <i>Carex physodes</i> <i>Calligonum rubens</i> — <i>Mausolea eriocarpa</i> — <i>Carex physodes</i>
	II СД, асс. 2б	<i>Calligonum rubens</i> — <i>Tournefortia sogdiana</i> — <i>Bromus tectorum</i>
	III СД, асс. 2в	(<i>Calligonum rubens</i>) — <i>Aristida karelinii</i> — <i>Bromus tectorum</i> <i>Aristida karelinii</i>
Мелкобугристые пески	Приколодезные пески	
	Заповедник, 7-й год охраны, асс. 3 I СД, асс. 3а	<i>Salsola arbuscula</i> — <i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Carex physodes</i> (<i>Salsola arbuscula</i>) — <i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Carex physodes</i>
	II СД, асс. 3б	<i>Calligonum rubens</i> — <i>Tournefortia sogdiana</i> — <i>Bromus tectorum</i>
Такыро-видные равнины	III СД, асс. 3в	<i>Calligonum rubens</i> — <i>Aristida karelinii</i> — <i>Bromus tectorum</i> <i>Aristida karelinii</i>
	Приколодезные пески	
	Заповедник, 7-й год охраны, асс. 4 I СД, асс. 4а	<i>Salsola gemmascens</i> + <i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Gamanthus gamocarpus</i> <i>Salsola gemmascens</i> + <i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Gamanthus gamocarpus</i>
	II СД, асс. 4б	<i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Gamanthus gamocarpus</i> + <i>Climacoptera lanata</i>
	III СД, асс. 4в	<i>Artemisia kemrudica</i> — <i>Climacoptera lanata</i>
	Приколодезный массив	<i>Peganum harmala</i>

На склоне песчаной гряды под воздействием умеренной нагрузки ассоциация илаковый кандымово-сизовник, характерная для заповедного режима, сменяется ассоциацией илаковый сизово-кандымник (табл. 3). При этом число и видовой состав древесно-кустарниковых и полукустарниковых растений сохраняются (табл. 4), изменяется лишь проективное покрытие. При умеренной нагрузке проективное покрытие составляет 70%. Илак распространен на 30% площади, густота его 150 побегов на 1 м². Видовой состав трав разнообразен и числовое обилие высокое. Однако под влиянием выпаса появились рыхлокустовые злаки — селин Карелина и селин перистый, турнефорция согдийская и однолетние злаки. Из видового состава исчезают некоторые зимне-весенние однолетние травы, что приводит к сокращению их видового состава с 47 до 44 видов. Общая биомасса несколько снижается (табл. 5), количество корма уменьшается на 15%.

Таблица 4
Изменение числа видов растений в связи
с пастбищной депрессией

Формы рельефа, № ассоциации	Жизненная форма растения	Заповедник	Степень пастбищной депрессии		
			I СД	II СД	III СД
Песчаные гряды 2	Древесно-кустарниковые	5	5	4	3
	Полукустарниковые	8	8	5	2
	Многолетники	9	12	7	4
	Однолетники	25	19	21	16
	Всего	47	44	37	25
Мелкобугристые пески 3	Древесно-кустарниковые	5	5	4	2
	Полукустарниковые	6	6	5	2
	Многолетники	7	10	5	3
	Однолетники	29	19	14	13
	Всего	47	40	28	20
Такыровидные равнины 4	Древесно-кустарниковые	1	1	1	—
	Полукустарниковые	4	4	3	3
	Многолетники	8	5	1	2
	Однолетники	22	15	6	4
	Всего	35	25	11	9

На первой степени пастбищной депрессии происходит умеренное рыхление песков. В летний период на наветренных северо-западных склонах закрепленных растительностью гряд и бугров происходит появление рытвин или язв развевания, которые при благоприятном ветровом режиме зарастают в течение нескольких лет.

Ближе к колодцу (2–3,5 км) формируется пояс выпаса второй степени депрессии (II СД), для которой характерна высокая нагрузка на пастбища. При этом отчуждается свыше 70% однолетних трав, увеличивается разрыхленность поверхности песка. В результате развевания увеличивается вынос песков. Язвы развевания занимают все большие площади, вызывая гибель коренной растительности. Местами начинают образовываться одиночные барханные цепи.

Основное участие в сложении растительного покрова в этом поясе выпаса принимает ассоциация гунеиковый кандымник с однолетними злаками. Видовой состав обедняется за счет уничтожения деревьев, крупных кустарников и хорошо поедаемых растений. Роль илака и сизы сводится к минимуму, местами они исчезают, уступая место растениям, более приспособленным к жизни на оголенном песке. Увеличивается количество кандымов, селина Карелина, турнефорции. Из трав преобладают однолетние злаки (костер кровельный). Число видов уменьшается до 37 (табл. 4). Растительностью покрыто 50% поверхности, илак занимает не более 10–15%.

На второй степени депрессии в грядово-такыровом комплексе Каракумов (ассоциации 2 и 3, табл. 5) происходит увеличение надземной биомассы. Это обусловлено тем, что кандым сильно размножился и

Таблица 5
Динамика фитомассы в связи с режимом использования.
Средние многолетние величины, т/га

Формы рельефа, № ассоциации	Показатели	Заповедник	I СД	II СД	III СД
Песчаные гряды 2	Биомасса	8,7	6,4	6,4	2,5
	надземная	3,2	2,7	3,1	1,4
	подземная	5,5	3,7	3,3	1,1
	Мертмасса	0,6	0,8	0,3	0,2
	Вся фитомасса	9,3	7,2	6,7	2,7
Мелкобугристые пески 3	Биомасса	7,0	5,0	6,3	2,3
	надземная	2,0	1,7	3,1	1,3
	подземная	5,0	3,3	3,2	1,0
	Мертмасса	0,6	0,5	0,3	0,1
	Вся фитомасса	7,6	5,5	6,6	2,4
Такыровидные равнины 4	Биомасса	3,8	1,6	0,6	0,6
	надземная	2,6	1,0	0,4	0,4
	подземная	1,2	0,6	0,2	0,2
	Мертмасса	0,8	0,3	0,2	0,2
	Вся фитомасса	4,6	1,9	0,8	0,8
Грядово-бугристые пески 1	Выпас с умеренной нагрузкой		Выпас и вырубка		
	Биомасса	8,7		5,4	
	надземная	3,8		2,1	
	подземная	4,9		3,3	
	Мертмасса	0,1		0,1	
	Вся фитомасса	8,8		5,5	

разросся благодаря хорошей заделке в почву крупных плодов и устранению конкуренции за влагу со стороны илака. Однако это лишь кажущееся благополучие, так как высокий урожай держится непродолжительное время, он однообразен по составу, пастбище из круглогодичного превратилось в поздневесеннее (Нечаева, 1979б).

Таким образом, при второй степени пастбищной депрессии идет нежелательная перестройка структуры ассоциации. Эдификаторные виды растений заменяются эзодоминантами и ингредиентами, изменяется соотношение надземной и подземной фитомассы (последняя уменьшается). Как указывает Н.Т. Нечаева (1979), эти изменения являются индикаторами деградации пастбищ, а следовательно, и процессов опустынивания.

Для третьей степени пастбищной депрессии (III СД), развивающейся в радиусе 0,5–1,5 км от колодца, характерна очень высокая нагрузка, способствующая формированию ассоциации кандымовый селинник с однолетними злаками. В результате выноса из очагов развевания больших масс песка увеличивается площадь подвижных песков, формируется бугристо-барханный тип рельефа. Это приводит к полной перестройке растительности. В строении сообщества уже не участвуют многие кустарники и полукустарники, многолетние травы; исчезает илак, встречаются только редкие кусты кандымов; складываются оптимальные

условия для селина Карелина. Значительно упрощается видовой состав растений (25 видов). Площадь, занятая растительностью, уменьшается до 20%, общая биомасса сокращается на 70%, а надземная часть лишь незначительно превышает подземную. Урожай кормов резко снижается и состоит исключительно из малосъедобного селина.

Непосредственно вокруг колодца полосой до 0,5 км распространены барханные пески. Это крайняя степень разрушения закрепленных растительностью песков. Параллельные барханные цепи образуют крупные массивы. Растительность очень редкая и приурочена только к межбарханным понижениям. Флористический состав приколодезных песков особенно беден (12 видов).

Выше показано развитие депрессии песчаных пустынь. Необходимо иметь в виду, что формы пастбищной депрессии очень многообразны. И если в разных типах пустынь смена растительности при развитии депрессии происходит по-разному, то при разбивании и развевании песков почти повсеместно наблюдается один и тот же путь их развития: закрепленные пески, различные по рельефу, превращаются в подвижные пески с барханным и барханно-бугристым рельефом.

Продолжительность той или иной степени депрессии зависит от причин, вызывающих этот процесс. Под влиянием интенсивного выпаса пастбища деградируют за 5–8 лет. При охране на массивах второй степени депрессии растительность на песках и такырах восстанавливается за 6 лет, а на песках третьей степени депрессии полностью не восстанавливается и за 17 лет, так как отсутствует поступление семян отдельных деревьев и кустарников (Нечаева, 1979б).

Перевыпас непосредственно влияет не только на растительность и ветроэрозийное состояние пастбищ. Происходит также уплотнение почвы скотом и выбивание пастбищной растительности. Это уменьшает просачивание атмосферных осадков в грунт, увеличивает поверхностный сток, уменьшает влажность и увеличивает альбедо почвы. В результате активизируется водная эрозия, а пастбищная растительность испытывает недостаток влаги. Все это приводит к ксерофитизации растительности, уменьшению кормовой емкости пастбищ и развитию почвенной эрозии. Сущность и ход процессов опустынивания при выпасе даны на рис. 9.

Эрозия и дефляция почв в свою очередь снижает продуктивность пастбищ. Это снижение выражается, по мнению Р. Джанпеисова и Е.У. Джамалбекова (1978), во-первых, в сокращении площади пастбищ вследствие выхода из оборота отдельных участков; во-вторых, в превращении части пастбищ в неудобные земли; и, в-третьих, в снижении плодородия почв и ухудшении состава травостоя. В табл. 6 в схематизированном виде показано изменение элементов пастбищной экосистемы под влиянием эрозии и дефляции (Джанпеисов, Джамалбеков, 1978).

Процессы ветровой эрозии сопровождаются, как правило, уменьшением органического вещества, физической глины, питательных веществ, выходом на поверхность щебня.

Выпас менее губителен для кустарниковой растительности, чем вырубка. Скот не может съесть полностью все годовичные побеги, а вырубка,

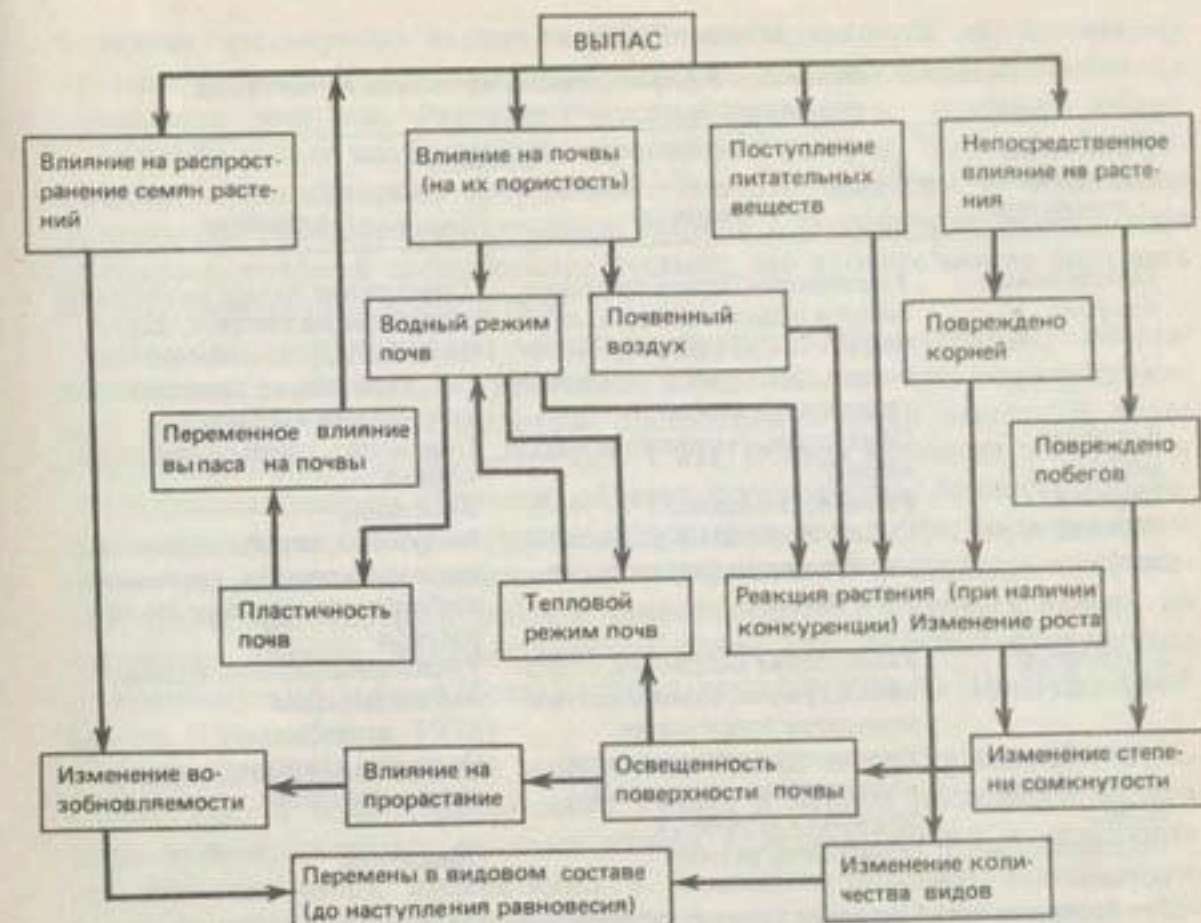


Рис. 9. Схема процессов опустынивания при выпасе

особенно сплошная, вызывает полное исчезновение кустарников и полукустарников. Уничтожение древесно-кустарниковой растительности можно рассматривать как первый шаг к опустыниванию. Благодаря саксаулу и другим деревьям и кустарникам в жестких климатических условиях существуют другие виды растений, которым необходим микроклимат, создаваемый деревьями и кустарниками. Поэтому с уничтожением саксаула из травостоя выпадают многие ценные растения, свойственные сообществам саксаульников.

Древесно-кустарниковая растительность в пустынных экосистемах имеет также большое почвозащитное значение. Уничтожение ее приводит к эрозии и прогрессирующему иссушению. Скот лишается основного зимнего корма, естественных укрытий от холодных зимних ветров и полуденного летнего зноя.

Хищническая эксплуатация растительности песков путем бессистемного выпаса скота и беспланового использования древесно-кустарниковой растительности на топливо в дореволюционный период приводила к интенсивным процессам развевания и расширению площадей подвижных песков по границам оазисов, вокруг колодцев и населенных пунктов. Подвижные пески нередко засыпали оазисы, уменьшали площади культурных земель. К 1925 г. в низовьях Зеравшана было засыпано подвижными песками более 80 тыс. га орошаемых земель Бу-

Таблица 6

Влияние эрозионных и дефляционных процессов на пастбища

Элементы пастбищной экосистемы	Влияние	
	эрозии	дефляции
Растительный покров	Уменьшение базиса произрастания и объема питания, ксерофитизация, угнетение всех видов, засыпание и замыывание продуктами стока	Уменьшение базиса произрастания и объема питания, ксерофитизация, угнетение всех видов, засыпание и засекание продуктами выдувания
Корневая система	Обнажение, уменьшение массы корней	Обнажение, уменьшение массы корней
Дернина	Размыв, сползание	Засыпание
Верхний горизонт	Смыв, струйчатый размыв, увеличение щебнистости, каменистости	Выдувание, огрубление механического состава, увеличение щебнистости, эоловые формы рельефа
Гумусовый горизонт почвы	Уменьшение мощности, содержания гумуса, азота и других элементов плодородия	Уменьшение объема и снижение плодородия
Водно-физические свойства почвы	Уменьшение влагоемкости, водопроницаемости, водопрочности агрегатов	Снижение влажности, разрушение агрегатов
Подстилающие породы	Обнажение, размыв	Обнажение
Грунтовые воды	Снижение уровня, уменьшение подземного стока	Снижение или поднятие

харского оазиса и несколько населенных пунктов. Пески двигались на орошаемую зону Бухарского оазиса фронтом шириной до 150–200 км. До середины 50-х годов песчаные заносы угрожали орошаемым землям в Ферганской области, в долине и низовьях Амударьи, в Сурхан-Дарьинском и Мургабском оазисах.

Острая нехватка топлива в послереволюционный период способствовала массовому уничтожению крупнокустарниковой растительности пустынь. В 20-х и 30-х годах в пустынях заготавливалось ежегодно до 100 тыс. т саксаула и других кустарников. Это привело к сильной деградации кустарниковой растительности в полосе шириной до 75–100 км, прилегающей к населенным пунктам, оазисам и железной дороге (Петров, 1972).

Начиная с 30-х годов в Средней Азии систематически проводятся в зоне подвижных песков широкие агролесомелиоративные мероприятия, охватывающие большие территории. Это позволило остановить на окраинах оазисов антропогенные пески, а затем и ввести их в сельскохозяйственный оборот. Однако в отдельных районах все еще имеются факты нерационального использования саксаульников, что приводит к уничтожению зарослей, сокращению их ареалов. За последние 20 лет граница распространения саксауловых лесов в северной части Таукумов отодвинулась на север на 10–15 км, уменьшается ареал зайсанского и черного саксаула в Прикаспии (Викторов, 1970; Курочкина, 1978).

Кроме чрезмерного выпаса и уничтожения саксаула на экосистему пустынь оказывает отрицательное влияние и интенсивное освоение их природных ресурсов. Развитие индустрии приводит к созданию новых поселений, делает необходимым строительство дорог, газо- и нефтепромыслов, ирригационных сооружений. Все это приводит к появлению в пустынях разнообразной техники. Наряду с большим экономическим эффектом, который дает освоение пустынь, это процесс может вызывать и ряд отрицательных последствий.

Большой вред песчаным массивам приносит бессистемная, неорганизованная эксплуатация грунтовых дорог. Обычно при неупорядоченном движении каждый водитель прокладывает свою колею. В итоге ширина многих дорог достигает 0,5–1 км. Вблизи колодцев и поселков эти дорожные полосы сходятся, образуя пространства, полностью выбитые транспортом. Здесь затруднен не только выпас скота, но и движение транспорта, возникают мощные очаги дефляции. В результате интенсивных геологоразведочных работ и транспортировки буровых вышек на пастбищах Южного Мангышлакского плато 18% пастбищ превращены во временную неудобь со сбоем растительного покрова до 70–80% (Джанпейсов, Джамалбеков, 1978).

Очаги развевания песков приурочены также к трубопроводам и каналам. Так, в зоне Каракумского канала в период прокладки канала часть песков, вынутых из ложа канала и перемещенных в результате строительных работ, превратилась в барханные массивы. Уничтожение растительного покрова в зоне строительства канала также способствовало оживлению эоловых процессов. Значительные по площади барханные массивы сформировались на окраинах поселков строителей, где их увеличению способствовали постоянный выпас скота, прокладка дорог, стихийная заготовка древесно-кустарниковой растительности на топливо (Граев, 1976).

На рис. 10 показана степень развития ветровой эрозии на участке первой очереди Каракумского канала. Выделяются подвижные пески в виде барханов и подвижных барханных поверхностей, возникших во время работы механизмов при строительстве канала. Эти пески лишены растительности и сосредоточены в полосе возле канала шириной около 0,5 км. В полосе 1–1,5 км от канала распространены полужакопленные пески. Вдоль трассы возникли болота и фильтрационные озера, где естественная пустынная растительность замещена влаголюбивыми и сорными видами. Таков далеко не полный перечень разностороннего влияния строительства каналов в пустынях на растительность и почвы.

Одним из активных антропогенных факторов опустынивания может служить неорганизованный туризм, а также бесконтрольный сбор диких растений и причинение беспокойства животным в критические периоды их жизненного цикла. Все это может привести к сокращению или даже уничтожению наиболее ценных видов растений и животных.

Развитию процессов дефляции способствуют роющие грызуны. Создавая на закрепленных песках сотни групповых нор, поедая и вытаптывая растительность, грызуны способствуют образованию мелких дефляционных очагов, которые при соответствующих условиях превращаются

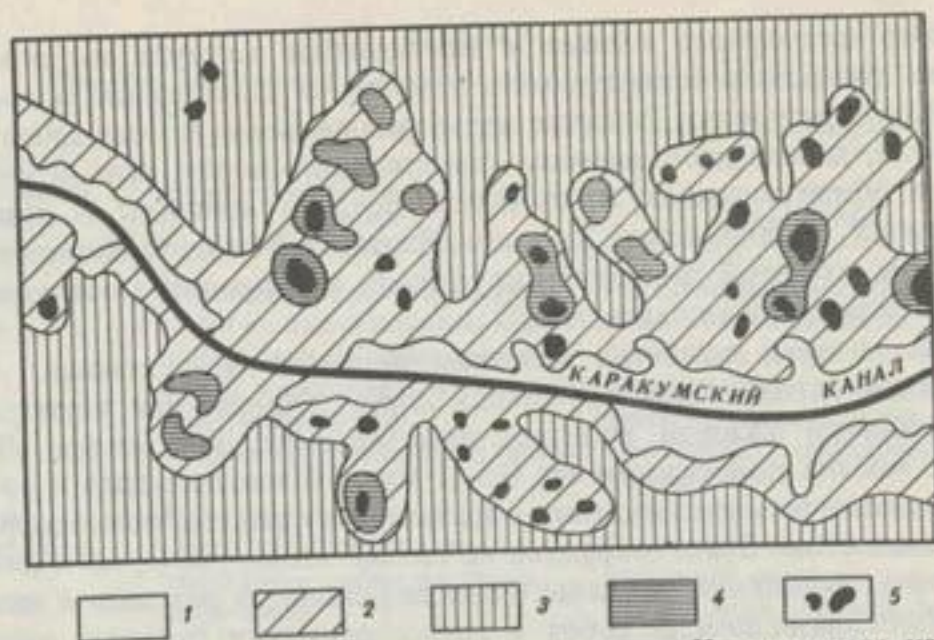


Рис. 10. Схема изменения природных условий в зоне Каракумского канала (по Н.Г. Харину, 1976)
1 - разбитые пески вдоль трассы канала, 2 - полувзросшие пески, 3 - заросшие пески, 4 - болота, 5 - фильтрационные озера

в котловины выдувания крупных размеров. А.Г. Бабаев (1973) отмечает, что на одном гектаре песков Мургабского оазиса имеется в среднем 850–900 выходов нор, в Нижнеамударьинском – 740–800, в Тедженском – 490–550. В наиболее благоприятные для размножения грызунов годы количество выходов нор достигает 1500–1600 на гектар и более.

Процессы опустынивания характерны не только для пастбищной зоны, но и для зоны орошаемого земледелия.

Специфические климатические условия пустынь – обилие солнечного света, малое количество атмосферных осадков, высокие температуры воздуха и большой дефицит влажности, способствуют интенсивному испарению не только выпавших осадков, но и грунтовых вод. Это приводит к повышению минерализации подземных вод, а в случае их близкого к поверхности залегания – накоплению солей в верхнем горизонте почв и образованию солончаков.

Орошение земель с недостаточной естественной дренированностью вызывает подъем уровня грунтовых вод и приводит к засолению. Поэтому вместе с развитием орошаемого земледелия много тысяч лет назад возникла и проблема борьбы с засолением. Решалась эта проблема в разных местах, в различные исторические периоды и разных социально-экономических условиях по-разному.

В дореволюционный период на большей части орошаемых площадей в Туркестанском крае применялись крайне примитивные системы. Орошение велось при низком коэффициенте земельного использования. Это позволяло обходиться без применения искусственного дренажа, так как действовал сухой дренаж: путем избыточных поливов орошаемых площадей соли с них отеснялись на неполивные участки. Орошаемые земли промывались, а площади, на которых выходили подпочвенные

воды и где происходило их испарение, засолялись. При этом орошаемые поля занимали менее 30% площади оазиса, а тысячелетние накопления солей и соленые озера – все остальное пространство на окраинах и внутри оазиса. Такое орошение существенно повлияло на водный и солевой баланс территории.

В процессе дальнейшего освоения свободных земель сухого дренажа стало недостаточно и тогда, в период кочевого землепользования, крестьяне стали применять промывки соленых почв и механическое удаление солей (Ирригация Узбекистана, 1975). Соли удалялись из почвы поверхностным смывом, со сбросом воды чрезмерно большими нормами. При этом вся сбросная вода затапливала и засоляла соседние участки. В древнем Хорезме соли удалялись вместе с верхним слоем почвы, который заменялся незасоленной землей, перемешанной с навозом и песком. Эти способы соответствовали мелкому частновладельческому земледелию. Частная собственность на землю и на воду значительно усложняла осуществление мелиоративных работ, приводила к нерациональному развитию оросительной сети, хищническому использованию поливных земель и оросительной воды. Это приводило к массовому засолению и заболачиванию земель, т.е. к вторичному опустыниванию, но уже под влиянием орошения.

Обширная программа орошения и освоения новых земель в аридных районах СССР была осуществлена за годы Советской власти. Так, в 1978 г. в Средней Азии и Южном Казахстане орошалось более 7,5 млн. га земель. В 1972 г., когда многие районы СССР подверглись засухе, мелиоративные земли дали более 9 млн. т зерна, был собран богатый урожай хлопка-сырца – 7,3 млн. т., овощей, картофеля, сахарной свеклы, кормов.

Однако, отмечая успехи достигнутые в результате орошения и освоения новых земель, нельзя забывать о некоторых неблагоприятных явлениях и о необходимости изыскивать пути к их устранению или уменьшению.

Орошение, вторгаясь в сферу природных условий, нарушая его естественное равновесие, часто приводит к неожиданным последствиям, приводящим к появлению таких процессов опустынивания, как засоление и заболачивание, ветровая и водная эрозия. Особенно остро эти процессы развиваются при орошении земель с недостаточной естественной дренированностью и легким механическим составом почвогрунтов.

До 1956 г. работы сводились в основном к строительству оросительных каналов в земляном русле, к выборочному устройству редкой и неглубокой коллекторно-дренажной сети, планировке отдельных участков. Вследствие подтопления местности водохранилищами, инфильтрации из оросительных каналов и орошения больших земельных массивов наблюдался быстрый подъем уровня грунтовых вод. Так, в Голодной степи за 3–5 лет орошения грунтовые воды установились на глубине 1–3 м от поверхности земли. Среднегодовой подъем грунтовых вод в Мургабском оазисе составил 0,5–0,6 м, а в отдельных местах – 0,8–1,0 м. Подъем уровня грунтовых вод сопровождался засолением земель и повышением минерализации грунтовых вод.

Процессы засоления и рассоления почвы в аридных областях СССР за 1936–1956 гг. проходили с различной интенсивностью. Значитель-

ное вторичное засоление почв на оросительных системах отмечалось в 40-х годах. Попытка механического удаления солей с поверхности земли не дала ожидаемых результатов. Промывка засоленных земель напуском воды с последующим ее сбросом уменьшила засоление почв, но ненадолго. После прекращения промывок содержание в почве солей быстро восстанавливалось. Промывка на базе мелких открытых дрена оказалась значительно эффективнее промывки со сбросом воды. Однако и в этом случае содержание солей быстро восстанавливалось. Строительство в 1956–1960 гг. крупных коллекторов и широкой дренажной сети явилось одним из наиболее эффективных мероприятий по борьбе с процессами вторичного засоления почв.

В ТаджССР площадь сильнозасоленных земель, составлявшая в прошлом до 35% орошаемой территории, благодаря мелиорации сократилась к 1972 г. до 9%, на 34,1 тыс. га уменьшились площади солончаков в Хорезмском оазисе, а в Ферганской долине на 82 тыс. га сократились по сравнению с 1936 г. площади солончаков, сильно- и средnezасоленных земель (Ковда, 1977; Ирригация Узбекистана, 1975). Однако техническое состояние некоторых оросительных систем находится еще на недостаточно высоком уровне. В связи с этим в Бухарском оазисе возросла площадь засоленных земель, а в восточной части дельты Амударьи увеличились площади солончаков и других засоленных почв. В зоне старого орошения не изжита еще и пятнистость засоления хлопковых полей.

Из 2750 тыс. га орошаемых земель Узбекистана около 60% в той или иной степени засолены и нуждаются в мероприятиях по рассолению и предупреждению вторичного засоления. В ТуркмССР в мелиоративном улучшении нуждаются 516,3 тыс. га орошаемых земель, более половины которых расположены в зоне Каракумского канала (Система ведения..., 1978; Ирригация Узбекистана, 1975).

Большие задачи предстоит решать по борьбе с процессами опустынивания на землях нового орошения. Значительная часть этих земель располагается на слабодренированных почвах, имеет соленосные горизонты и нуждается в рассолении. В зоне Каракумского канала из 1,9 млн. га почв, пригодных для орошения, 1,4 млн. га требуют мелиораций, в Каршинской степи из 1 млн. га в мелиорации нуждаются 0,8 млн. га, а в Голодной степи практически все почвы возможно освоить только с применением искусственного дренажа.

С развитием коллекторно-дренажной сети встает проблема отвода за пределы оазисов все возрастающего стока дренажных вод. Часто дренажные воды сбрасываются в различные понижения, лежащие в пустыне, за пределами оросительных систем. В результате в области контакта пустыни и оазиса образуется целая система солончаков, где развиваются процессы солевой дефляции. Это ведет как к ухудшению травостоя пастбищ, так и к засолению культурных земель.

Одной из важных проблем является влияние орошаемого земледелия на здоровье людей, так как с оросительной водой могут распространяться некоторые инфекционные заболевания человека. Наиболее опасными болезнями, распространенными на орошаемых площадях, являются

малярия, шистосоматоз, кожный лейшманиоз, брюшной тиф и др. Появление очагов этих заболеваний является показателем неправильной эксплуатации систем орошения и питьевого водоснабжения (Зонн, Мрост, 1976).

Санитарно-гигиенические меры по борьбе с болезнями в районах орошения в сочетании с правильной эксплуатацией оросительных систем, борьба с потерями ирригационной воды, усовершенствование техники полива привели к полному искоренению в аридных районах СССР грозных и массовых когда-то заболеваний.

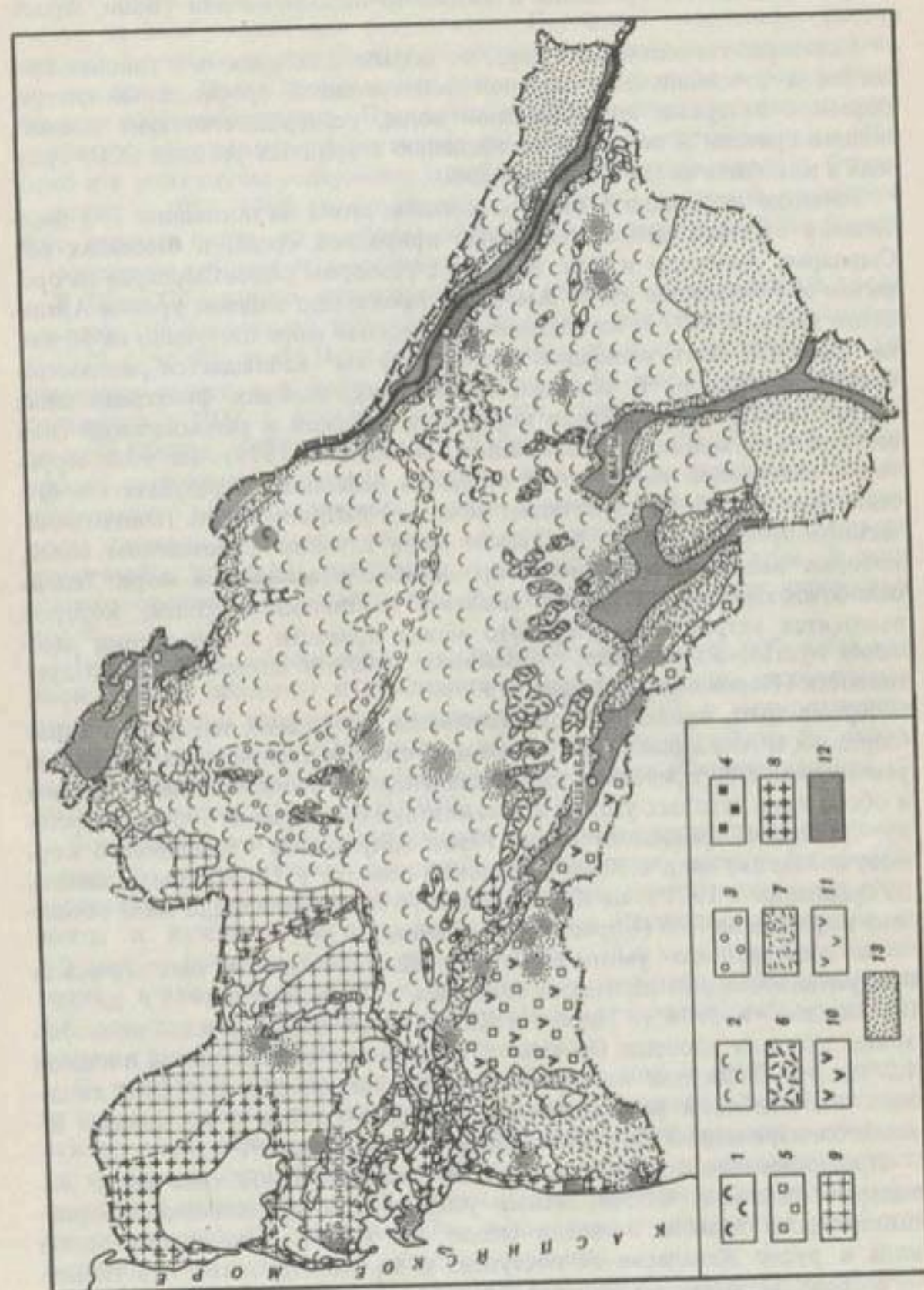
Развитие ирригации в зарегулирование стока за последние 2–3 десятилетия вызвали резкое изменение природной среды в бассейнах рек Сырдарьи, Амударьи и Или. В связи с разбором стока Сырдарьи на орошение и уменьшение стока Амударьи произошло падение уровня Аральского моря. В 1977 г. на восточном побережье море отступило на 50 км, на обсохшей части площадью около 1000 км² наблюдается распространение солончаков. В лагунах, котловинах, бывших фильтрационных озерах образовалась солевая корка или мощный и разрыхленный слой солевой аккумуляции (Костюченко, Богданова, 1979). На этой территории интенсивно развиваются процессы дефляции. В результате в бассейне Аральского моря начинает меняться направленность галогеохимического процесса. Ранее Аральское море служило приемником солей, которые выносились реками с орошаемых территорий в море. Теперь освобождающееся побережье является поставщиком солей, которые выносятся ветрами на сушу. Это может привести к повышению засоления пустынных пастбищ, орошаемых земель и снижению их продуктивности (Боровский, Кузнецов, 1979).

Кроме того, происходит опустынивание громадных территорий дельт Сырдарьи и Амударьи. Зарегулирование стока и прекращение стихийных речных разливов привело к изменению гидрологического режима долины и обсыханию луговых угодий вдоль низовий Сырдарьи на 500 км к востоку от берега Аральского моря. Резко сократилось производство кормов, поголовье овец в Кызыл-Ординской области в 1977 г. уменьшилось по сравнению с 1971 г. на 103 тыс. голов, а оставшееся стадо было обеспечено кормами на 75% (Боровский, Кузнецов, 1979).

За счет резкого уменьшения площади тростников биологическая продуктивность растительности снизилась с 4 тыс. км² в 1948 г. до 0,2–0,3 тыс. км² в 1974 г. Только в Казалинской дельте исчезли ивово-лоховые тугаи на площади 0,5 тыс. га, солодковые сообщества на площади 1,2 тыс. га. Обширные пространства дельт Сырдарьи и Амударьи лишлись влаголюбивой растительности, которая погибла и постепенно заменяется изреженной ксерофитной (Курочкина и др., 1979).

Проникновение при паводках воды Сырдарьи в обсохшее русло Жанадарьи создавало благоприятные условия для существования черносаксаулового леса на площади около 300 тыс. га. В настоящее время вода в русло Жанадарьи не поступает и черносаксауловый лес гибнет.

В обсохших дельтах Сырдарьи и Амударьи происходит процесс опустынивания почв. Интенсивное засоление почв болотного ряда привело к образованию луговых солончаков. Солончаки луговые трансформируются



в солончаки пустынные, а болотные обсыхающие почвы со временем превратятся в такыровидные почвы (Курочкина и др., 1979).

Таковы основные причины процессов опустынивания аридных территорий. Чтобы представить их масштабы на территории Туркменистана, ученые Института пустынь АН ТССР составили карту современных процессов опустынивания (рис. 11). На карте выделены следующие группы факторов, влияющие на опустынивание:

а) естественная опасность опустынивания (песчаные массивы и подвижные пески, скопление камней и скалистых россыпей, обнажения коренных пород, глинистая поверхность без растительности, солончаки, территории, подверженные водной эрозии и т.д.);

б) антропогенное воздействие (территории с относительно высокой плотностью населения и места интенсивного выпаса скота).

Для аридных зон в качестве критических значений антропогенного воздействия принята плотность населения 7 человек на 1 км² и нагрузка на пастбища — менее 5 га на одну овцу. В результате комплексной оценки к очень высокой опасности опустынивания отнесены территории, на которых степень подверженности опустыниванию колеблется от сильной до средней при высокой плотности населения или высокой нагрузке на пастбища. К территориям со средней опасностью опустынивания отнесены районы, для которых характерна средняя и слабая степень подверженности опустыниванию при высокой плотности населения или высокой нагрузке на пастбища. Территории, на которых степень подверженности опустыниванию колеблется от средней до слабой, отнесены к третьей группе (слабая опасность опустынивания). При современном уровне использования средняя опасность опустынивания на территории Туркменистана отмечается в районах контакта пустыни и оазиса, а также вокруг населенных пунктов и колодцев. Сильная опасность опустынивания практически отсутствует.

Более детальная схема проявления процессов опустынивания в Юго-Восточном Туркменистане выполнена по материалам космических съемок Н.Г. Хариным и Г.С. Каленовым (1978). На снимках хорошо видны различные формы опустынивания: сплошные массивы подвижных песков, локальные пятна опустынивания вблизи колодцев, участки заболачивания и засоления (рис. 12).

Локальные пятна опустынивания наиболее характерны для приколодезных участков. Расстояние между пятнами опустынивания в междуречье Мургаб—Амударья обычно 7–10 км, а средний диаметр — 2 км

Рис. 11. Карта современных процессов опустынивания территории Туркменистана: 1 — заросшие пески сильной или средней подверженности опустыниванию; 2 — то же средней или слабой подверженности опустыниванию; 3 — скопление камней; 4 — скопление скальных россыпей, обнажение коренных пород сильной степени подверженности опустыниванию; 5 — то же слабой степени подверженности опустыниванию; 6 — уплотненная глинистая поверхность, лишенная растительности, сильная степень подверженности; 7 — то же слабой степени подверженности; 8 — засоленные серо-бурые почвы, местами солончаки, сильная степень подверженности; 9 — то же слабой степени подверженности; 10 — территории, подверженные водной эрозии сильной степени подверженности опустыниванию; 11 — то же слабой степени уязвимости; 12 — территории с относительно высокой плотностью населения; 13 — территории с относительно высокой плотностью поголовья скота на пастбищах

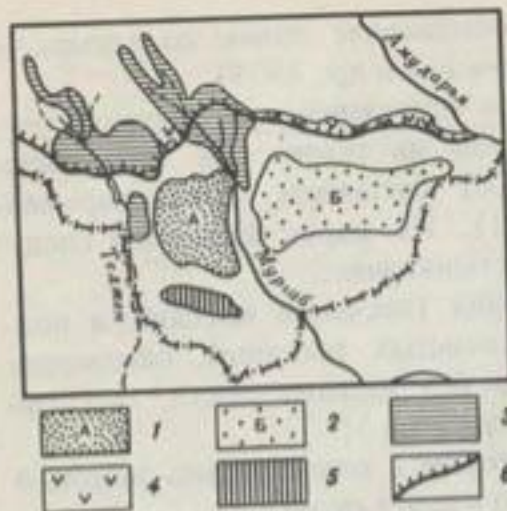


Рис. 12. Схема проявления процесса опустынивания в Юго-Восточном Туркменистане. 1 - район распространения пятен опустынивания в междуречье Теджен - Мургаб; 2 - район распространения пятен опустынивания в междуречье Мургаб - Амударья; 3 - зона оазисов с участками заболачивания и засоления; 4 - ненарушенная выпасом заповедная территория; 5 - Каракумский канал им. В.И. Ленина

(Харин, Каленов, 1978). Площадь приколодезного пятна опустынивания зависит от дебита колодца, интенсивности его использования, сезона использования, положения в рельефе и ветроэрозионного состояния. Общая площадь барханных песков в колодезных котловинах Туркменистана около 350 км², а в Кызылкумах она составляет около 10% (Овезлиев и др., 1979; Виноградов, 1976).

В ближайшей перспективе воздействие человека на природу пустынь будет возрастать. Поэтому для предотвращения процессов опустынивания необходимо соблюдение мер по охране природы пустынь и восстановления их природных ресурсов.

Индикаторы процессов опустынивания

Неудачи в борьбе с опустыниванием обусловлены разными причинами. Наиболее очевидной является запоздалый диагноз и частичные меры борьбы, с недостаточным охватом всех факторов.

Процесс опустынивания условно можно разбить на две фазы. В первой фазе признаки опустынивания очевидны, но проявляются еще слабо, а сам процесс потенциально обратим. Во второй фазе обратимость процесса затруднена. Условность такого деления очевидна, так как опустынивание - это непрерывный процесс. Однако такой подход позволяет разработать методы диагностики и контроля ряда физических, биологических и социальных факторов в целях своевременного обнаружения негативных процессов в аридных экосистемах.

Идея разработки индикаторов опустынивания была высказана и обсуждена на двух международных семинарах: в Найроби (Нечаева, 1978) и в США (Handbook..., 1978). На этих международных совещаниях был определен комплекс наиболее важных индикаторов, отражающих состояние процессов опустынивания, обусловленных в основном хозяйственной деятельностью человека.

Индикаторы нужны для оценки уязвимости экосистем в отношении опустынивания; предсказания возможности опустынивания до начала этого процесса; мониторинга этого процесса в районах, подверженных опустыниванию; оценки последствий процессов опустынивания и разработки программ по борьбе с ними.

Применение индикаторов должно способствовать принятию наиболее правильного решения в данный момент, позднее те же индикаторы могут использоваться для мониторинга с целью получения окончательной оценки состояния района и для планирования мер по ликвидации опустынивания.

Технология дистанционного зондирования позволяет осуществлять эффективное и регулярное сканирование обширных территорий с помощью компьютера; те же территории могут быть выборочно более точно исследованы на земле.

Потенциально ценным индикатором опустынивания служит отражательная способность Земли. Степень отражения солнечного света от поверхности Земли может дать информацию о плотности растительного покрова, почвенной эрозии, минерализации, заболоченности почв и др.

Индикаторы подбираются для использования в отдельных хозяйствах, районах и странах. Большинство из них может измеряться простыми методами, требующими небольшой подготовки. Некоторые требуют проведения анализов полевых образцов.

Физическими индикаторами являются: 1) степень засоления и ощелачивания почвы; 2) глубина залегания грунтовых вод и качество воды; 3) мощность корнеобитаемого слоя почвы; 4) число пыльных и песчаных бурь; 5) наличие почвенной корки; 6) содержание органического вещества в почве; 7) изменения расхода воды и объема твердого стока; 8) охватываемая водной эрозией территория и мутность поверхностных вод.

Физические индикаторы представлены сравнительно полно, хотя и нуждаются в детализации, особенно с учетом физико-географических особенностей различных природных зон. Существенным пропуском в предлагаемом перечне является механический состав почв. Этот индикатор особенно важен для аридных территорий (Нечаева, 1978). В засушливой зоне, где легкие почвы подвергаются процессам дефляции, механический состав почв и грунтов имеет особенно большое значение и этому показателю при уточнении и при дальнейшей разработке физических индикаторов, особенно в песчаной пустыне, следует уделить большое внимание.

Изменения индикаторов показывают ход процесса опустынивания. Лишь в редких случаях для оценки влияния того или иного конкретного вида землепользования на опустынивание достаточно одного измерения. Существенное значение имеют повторные измерения, с различными интервалами, в зависимости от характера индикатора.

Два важных фактора не поддаются прямому измерению - плодородие и структура почвы. Эти показатели характеризуются степенью подверженности эрозии, наличием корки и др.; а также путем учета изменений содержания органического вещества и химических элементов. Оценку этих изменений следует производить периодически на постоянных участках, репрезентативных для изучаемого района.

Следует отметить, что климатические условия (выпадение дождей, температура, скорость ветра и т.д.) не относят к числу физических факторов опустынивания. Краткосрочные изменения климатических параметров не считаются индикаторами опустынивания. Тем не менее инфор-

мация о климатических и метеорологических особенностях определенного района или периода необходима для правильного понимания данных, собранных по нескольким физическим индикаторам.

Биологические (сельскохозяйственные) индикаторы опустынивания. Хорошим индикатором состояния экосистем является растительный покров — его густота, распределение, видовой состав, возрастной спектр ценопопуляций, биомасса (первичная продукция). Одновременно с растительностью в качестве индикаторов могут быть использованы и представители животного мира.

Необходимо осуществлять постоянный мониторинг за природными экосистемами на защищенных, неиспользуемых массивах, параллельно с территориями, находящимися в хозяйственном использовании.

Виды растений, являющихся индикаторами процессов опустынивания, не обязательно являются наиболее распространенными в данном районе. Это могут быть субдоминанты и ингредиенты, четко реагирующие на состояние экологических условий. Важный показатель — урожай растительной массы и уровень вторичной продукции.

Ниже приведен схематичный перечень биологических (сельскохозяйственных) индикаторов, требующий дальнейшего уточнения применительно к различным типам пустынь.

1. Растительность: а) основные виды и жизненные формы: распределение, численность, структура ценопопуляций; б) характер древесно-кустарникового полога; в) наземная травянистая растительность; г) мхи и лишайники; д) растительные сообщества; е) биомасса (надземная и подземная) и урожай кормов (хозяйственная продукция).

2. Животные: а) основные виды (включая диких млекопитающих, птиц, насекомых и пр.); б) поголовье домашнего скота; в) численность животных; г) структура популяций; д) особенности размножения; е) вторичная продукция.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что часто для оценки процессов опустынивания приходится пользоваться одновременно физическими и биологическими индикаторами.

Социальные индикаторы опустынивания. Ни один взятый в отдельности индикатор в полной мере не отражает интенсивности опустынивания, существенным является сочетание показаний на основе ряда индикаторов. Поэтому предполагается, что социальные индикаторы будут использоваться в сочетании с физическими и биологическими индикаторами, поскольку изучаемые с их помощью процессы носят комплексный, взаимосвязанный характер.

Социальными индикаторами являются:

1. Землепользование: а) поливное земледелие; б) богарное земледелие; в) скотоводство; г) заготовка и вывоз растительности в качестве строительного материала и топлива; д) горная промышленность; е) туризм и отдых.

2. Принципы районной планировки и организации территории: а) размещение населенных пунктов; б) размещение промышленности; в) типы инженерных сооружений, оросительных систем и водоснабжения; г) организация транспорта; д) перспективы развития района.

3. Структура населенных пунктов, особенно в сельских местностях:

а) новые населенные пункты: размещение жилой зоны и культурно-бытовых учреждений, размещение промышленной зоны, озеленение и др.; б) расширение населенных пунктов; в) оставление населенных пунктов.

4. Структура населения и его численность.

Средней Азии и Южному Казахстану, как и любому региону, присущи своеобразные природные особенности и национальные традиции. В связи с этим необходимо для каждого конкретного района уточнять индикаторы опустынивания с учетом местных особенностей. Кроме того, ряд индикаторов, связанных с организацией и освоением аридных территорий, требует существенного уточнения.

Глава III

Опыт освоения и рационального использования пустынных пастбищ

Краткая история использования пустынных пастбищ

Природные кормовые угодья в СССР занимают площадь более 370 млн.га, не считая тундровых и лесотундровых пастбищ. Примерно третья часть этого количества пастбищ и сенокосов, или около 122 млн.га, приходится на пустынные территории, расположенные в республиках Средней Азии и в Южном Казахстане.

В общем балансе сельскохозяйственных угодий (Нечаева, Пельт, 1963) пустынные пастбища занимают в Туркменистане 95%, в Узбекистане 84%, Южном Казахстане 89%. На этой пастбищной территории в последние годы содержится около 17 млн.голов овец, в том числе более 13,5 млн.голов — каракульской породы, а также многие десятки тысяч верблюдов (Николаев и др., 1977).

Созданная в Средней Азии каракульская порода овец, получившая мировую известность из-за непревзойденного по красоте меха, является в настоящее время одной из самых многочисленных пород овец, разводимых в Советском Союзе. Использование пастбищных кормов обеспечивает этой отрасли животноводства большие возможности дальнейшего развития и высокую доходность. Если при этом еще учесть, что помимо получения каракульских смушек пастбищное овцеводство пустыни ежегодно дает десятки тысяч тонн мяса и шерсти, то станет вполне очевидной огромная роль этой отрасли в народном хозяйстве Среднеазиатских республик и Казахстана.

Пустынные пастбища пригодны к использованию круглый год. При этом пастбищный корм обладает рядом преимуществ, выгодно отличаясь от других кормов разнообразием питательных веществ, хорошей усвояемостью в организме животного и низкой себестоимостью. Последнее в свою очередь влияет на снижение себестоимости животноводческой продукции. В Среднеазиатских республиках, базирующихся на использо-

вании пустынных пастбищ, достигнута самая низкая, по сравнению с другими экономическими районами СССР, себестоимость продукции овцеводства: шерсти и баранины.

Однако наряду с преимуществами, пустынное пастбищное животноводство имеет свои недостатки. Это невысокие запасы корма, сезонность использования на значительной территории, большие годовые колебания урожайности, недостаточное водоснабжение в ряде районов.

Пустынные пастбища СССР занимают огромную территорию, расположенную на 20° с юга на север и на 36° с запада на восток. Открытые географические отношения Средней Азии с сопредельными странами, несомненно, предопределили развитие благоприятных условий для свободного расселения растительности.

Растительность этих районов насчитывает более 5,5 тыс. различных видов и форм растений. Наибольшее видовое разнообразие характерно для горных районов, в то время как в равнинной части насчитывается всего 800—1000 видов растений, подавляющее число которых имеет определенную кормовую ценность для различных видов скота.

Следует подчеркнуть, что роль различных кормовых растений в рационе скота неодинакова и сильно зависит от частоты встречаемости и поедаемости, меняясь в различные сезоны. В соответствии с существующей классификацией пастбищ в пустынных районах СССР по климатическим особенностям хорошо выделяются три пастбищные подзоны: северная, южная и предгорная, которые по характеру почвенного покрова и растительности можно подразделить на классы, группы и типы пастбищ.

Для животноводства Средней Азии прошлых лет характерно наличие трех основных типов: пустынное, оазисное и горное. Основными видами скота здесь издавна были овцы, козы, верблюды. В северных районах пустыни было хорошо развито табунное коневодство, в оазисах разводился крупный рогатый скот, в горах преимущественно овцы и козы. Наряду с местными породами табунного мясного коневодства, распространенного на огромных просторах Казахстана, широкой известностью пользовались породы скаковых лошадей, разводимых в Нижнеамударьинском и Ахалтекинском оазисах.

В пустынном животноводстве наибольшее значение всегда имело разведение овец и верблюдов. Каракульские овцы наиболее интенсивно разводились в Кызылкумах и Каракумах, на массивах, прилегающих к Амударье, в то время как на остальной территории преобладали местные грубошерстные породы овец. В прошлом пустынные пастбища использовались в основном путем сезонных и круглогодичных отгонов скота иногда на очень большие расстояния.

Единолические скотоводческие хозяйства тех времен вели кочевой образ жизни, с дальними сезонными перекочевками; скот в течение всего года содержался только на подножном корме. Не было строгого распределения пастбищ между хозяйствами. Собственностью считались не пастбища, а колодцы и другие водоемники, строительство которых было под силу лишь наиболее богатой части скотоводов. Имеющиеся литературные сведения о характере использования пастбищ в прошлом

в различных природных районах пустыни позволяют в общих чертах нарисовать схему сезонных перекочевок (рис. 13).

Начиная движение с юга ранней весной, кочевники постепенно передвигались со скотом вслед за зеленой травой на север. Осенью, по мере наступления холодов, стада возвращались обратно. На зимовку уходили в песчаные массивы, проходя в общей сложности в оба конца до 2 тыс. км и более.

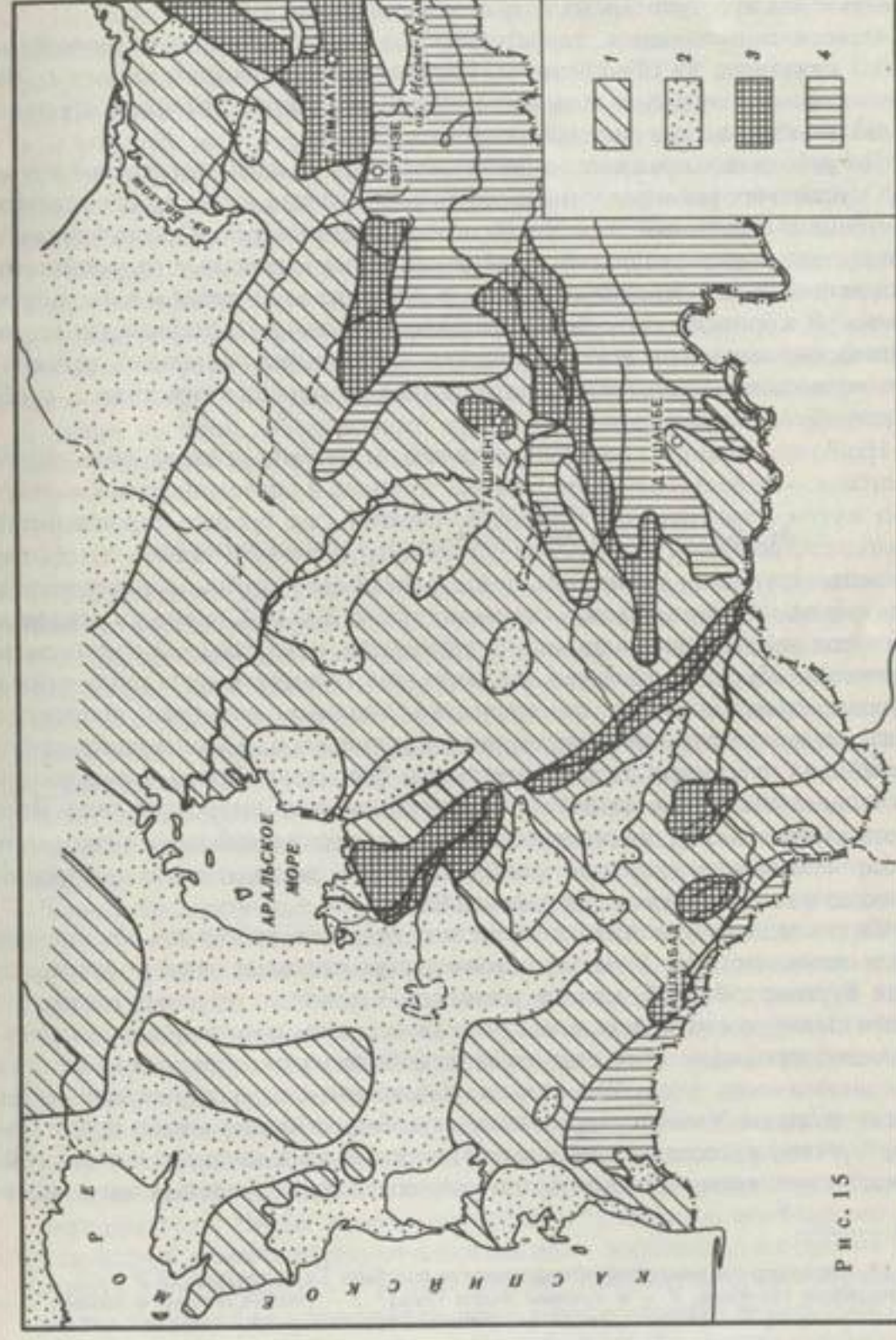
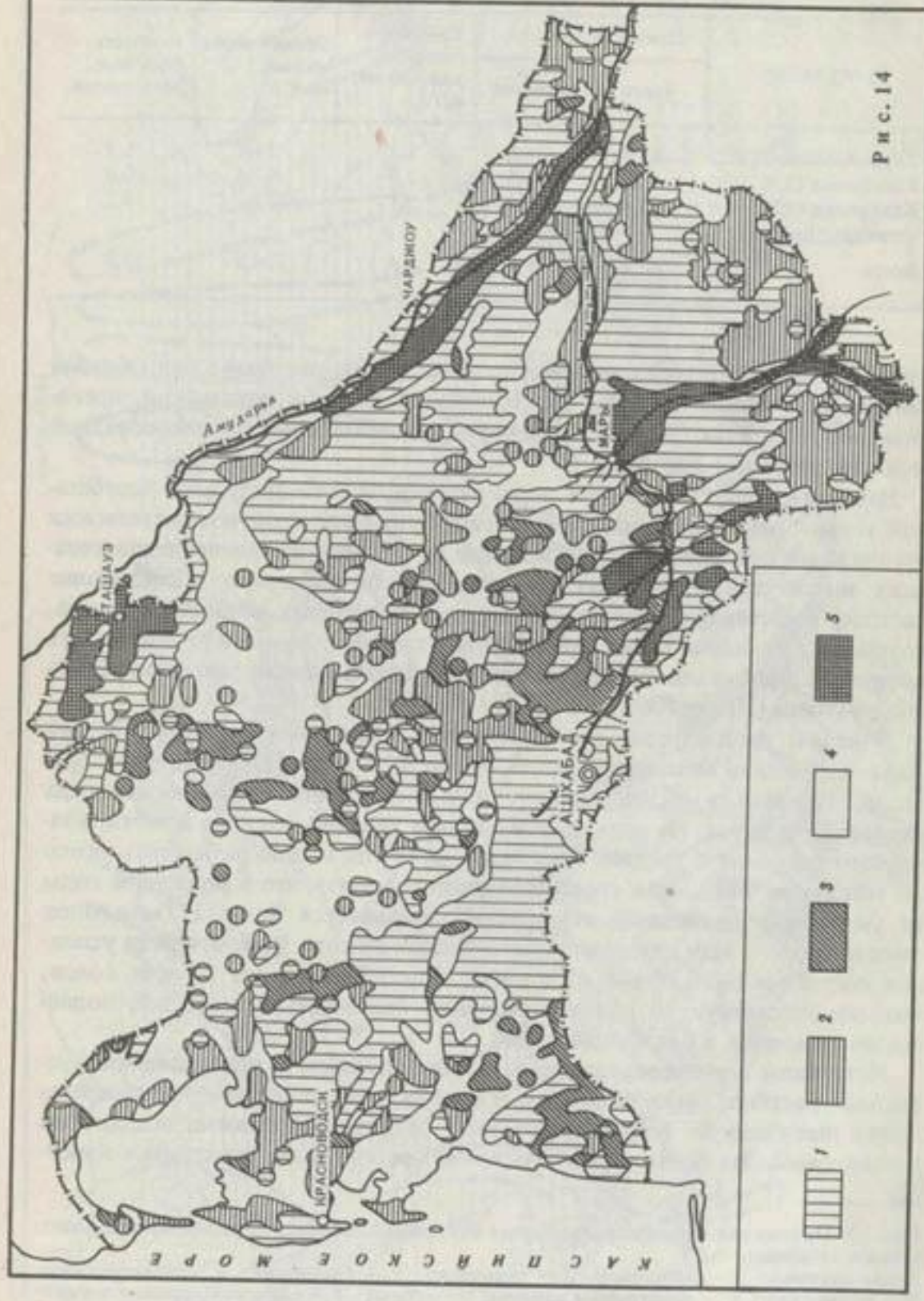
Огромная территория, включающая пески Муянкумы, пойму р. Чу, пустыни Бетпак-Дала и Сары-Арка представляла уже тогда единый хозяйственный массив, используемый путем кочевок в течение всего года. После зимовки в Муянкумах с наступлением весны скотоводы перегоняли поголовье на полынные пастбища Бетпак-Дала, летом выпасали скот на полынно-злаковых пастбищах Сары-Арка, возвращаясь поздней осенью снова на юг, в Муянкумы. Между Сары-Арка и Муянкумами имелось четыре основных прогонных пути с хорошей развитой сетью водоемников, по которым одновременно перегонялось большое количество скота.

На пастбищах Кызылкумов, расположенных в междуречье Амударьи и Сырдарьи, издавна разводились овцы, которые находились здесь весной, летом и осенью, а зимой отгонялись в поймы рек. Сравнительно небольшая часть поголовья, особенно в мягкие зимы, оставалась в Кызылкумах в течение всего года.

Общей характерной чертой кочевого пустынного животноводства в прошлом была полная его зависимость от погодных условий. Весь скот содержался только на подножном корме в течение всего года, систематической заготовки трав на сено не было. Поэтому в суровые по метеорологическим условиям годы: при засухе, при выпадении глубокого снега в холодные зимы бывали случаи массового падежа скота. Так, по свидетельству старожилов зимой 1899 г. в Кызылкумах выпал глубокий снег, а затем начался гололед. В результате погибло до 90% поголовья овец и коз. Зимой 1910 г. сильный ветер и холод на Устюрте уничтожил большую часть поголовья скота. Зимой 1917 г. на огромной территории Каракумов и Кызылкумов также выпадал глубокий снег, а последовавший за ним гололед в течение длительного периода вызвал почти полную гибель скота.

Отгонно-пастбищное животноводство колхозов и совхозов, пришедшее на смену кочевому единоличному хозяйству, поставило перед научными и производственными учреждениями целый ряд задач, без решения которых невозможно вести дальнейшее освоение пустыни. Необходимо было в короткий срок провести полную инвентаризацию пустынных пастбищ и определить их потенциальные возможности. Предстояло восстановить разрушенную и без того редкую сеть колодцев и начать обводнение новых пастбищных районов.

Для определения типов пастбищ, запасов кормов, их сезонной пригодности и размещения поголовья овец с начала тридцатых годов одновременно во всех Среднеазиатских республиках и в Казахстане под методическим руководством Всесоюзного института кормов были проведены маршрутные обследования пастбищ. В результате были составлены рес-



кий срок землеустроительными организациями республик. Передача пастбищ совхозам и закрепление их в долгосрочное пользование за колхозами, ликвидировала существовавшую в прошлом обезличку пастбищ и позволила приступить к их плановому освоению.

Освоение пустынных территорий под пастбищное животноводство тесно связано с их обводнением. Пастбищное содержание животных невозможно без создания сети водисточников, однако именно в пустыне нехватка воды всегда ощущается особенно остро.

До революции практически не проводилось гидрогеологическое изучение пустынных районов, что осложняло проведение работ по обводнению пастбищ в начальный период. Во всех Среднеазиатских республиках и Казахстане еще в тридцатые годы были начаты детальные гидрогеологические изыскания, продолжающиеся в широких масштабах и в настоящее время. В короткий срок были составлены крупномасштабные гидрогеологические карты на всю пастбищную территорию пустынных районов, что позволило гидростроителям в плановом порядке приступить к обводнению пастбищ.

Наиболее широко распространенный в пустыне способ обводнения пастбищ — использование подземных пресных и слабоминерализованных вод путем строительства колодцев. Однако сам процесс строительства колодцев, особенно в сыпучих грунтах, трудоемок и опасен. Особенно большие трудности возникают при строительстве глубоководных колодцев, когда подземные воды залегают глубже 300 м. Сложность освоения этих вод заключается в их малой дебитности, исключающей водоподъем с помощью буровых скважин. На таких малых подземных водных линзах издавна практиковалось строительство шахтных колодцев шатрового типа, с обязательным сооружением подземного водонакопительного бассейна. Советскими гидростроителями была разработана конструкция сетчато-цементного, а позднее панцирного колодца шатрового типа. Простота строительства, долговечность в эксплуатации и небольшая стоимость работ обеспечили широкое распространение этого способа постройки колодцев во всех пустынных районах СССР.

За последние десятилетия проделана большая работа по обводнению пустынных пастбищ. Помимо строительства колодцев широко применяется бурение скважин, каптаж родников, строительство сооружений для сбора поверхностных вод атмосферных осадков, прокладка магистральных водопроводов. Для индустриализации методов обводнения во всех Среднеазиатских республиках и в Казахстане еще в сороковых годах были созданы специализированные пастбищно-мелиоративно-строительные тресты, располагающие квалифицированными кадрами и техникой. В настоящее время широко развито строительство групповых магистраль-

Рис. 14. Характер современной обводненности пастбищ Туркменской ССР. Обводнение пастбищ: 1 — в течение всего года; 2 — только осенью и зимой; 3 — только весной; 4 — необходимая пастбищная территория; 5 — оазисы.

Рис. 15. Схема современной обводненности пустынных пастбищ СССР (по Г.В. Копаневу, 1967).

1 — обводненные пастбища; 2 — необводненные пастбища; 3 — оазисы; 4 — горы

ных водопроводов с охватом тех пастбищных районов, где другие способы водоснабжения мало эффективны. Характер современной обводненности пастбищ Туркменской ССР представлен на схеме (рис. 14).

Не менее интенсивно проводились работы по обводнению пустынных пастбищ и в других районах СССР. Общее представление о характере современной обводненности пустынных пастбищ СССР дает схема Г.В. Копанева (рис. 15). В настоящее время имеются еще значительные пастбищные массивы на Устюрте, в Каракумах и Кызылкумах, в пустыне Бетпак-Дала и других районах, где имеется лишь разреженная сеть водисточников, не позволяющая вести рациональное использование пастбищ. Обводнение этих территорий уже начато и будет завершено в ближайшие годы.

Наряду с обводнением пустынных пастбищ, сразу же после организации животноводческих колхозов и совхозов развернулась большая работа по внутрихозяйственному землеустройству пастбищной территории. Вопросы внутрихозяйственного землеустройства невозможно было решить без разработки научно обоснованной системы рационального использования пастбищ, исключающей вредное влияние выпаса и обеспечивающей сохранение долгодетней продуктивности.

Система мероприятий по рациональному использованию пустынных пастбищ

Современная система рационального использования пустынных пастбищ с пастбищеоборотом заключается в планомерном осуществлении ряда организационно-хозяйственных мероприятий, исключающих вредное влияние на сохранность пастбища чрезмерного выпаса и обеспечивающих ежегодное получение оптимального количества животноводческой продукции с единицы пастбищной территории. На практике такая система осуществляется путем введения внутрихозяйственного многолетнего плана использования пастбищ. Этот план предусматривает распределение пастбищ в хозяйстве между животноводческими фермами и бригадами, введение оптимальной схемы пастбищеоборота, составление кормового баланса на различные по урожайности годы с определением источников покрытия возможного дефицита питательных веществ в пастбищных кормах в отдельные сезоны, улучшение пастбищ, осуществление прогрессивных методов и техники стравливания пастбищ. В процессе внутрихозяйственного землеустройства должны согласованно решаться вопросы обводнения различных пастбищных участков, строительство производственных и культурно-бытовых помещений.

При рациональном использовании пустынных пастбищ увеличение выхода и повышение качества животноводческой продукции в большой степени зависит от осуществления полноценного кормления скота во все периоды года. Чтобы правильно кормить животных, необходимо знать, как корма взаимодействуют с организмом животного, какова их поедаемость и питательность в разные сезоны. Поэтому вопросы изучения качества пастбищных кормов пустынной зоны постоянно находятся в центре внимания отраслевых союзных и республиканских научно-исследовательских учреждений. Накоплен большой фактический материал, позволивший изучить сезонную динамику химического состава и питательности

основных видов пустынных пастбищных растений и определить пастбищные рационы овец при выпасе на различных типах пастбищ. Использование научных разработок по качественной оценке пастбищных кормов позволило планирующим и производственным организациям перейти к составлению примерных кормовых балансов в пастбищном животноводстве.

Качественная и количественная оценка пастбищного корма используется многими специалистами при составлении земельного кадастра для природных кормовых угодий. Как известно, основными звеньями земельного кадастра являются следующие: количественный учет земель по угодьям, качественная оценка земель — бонитировка, экономическая оценка земель и кадастровые карты.

В условиях пустынной зоны при бонитировке пастбищ широко используются такие критерии, как запас пастбищного корма и его питательность в кормовых единицах, откорректированная по содержанию наиболее важного компонента корма — переваримого протеина. В настоящее время для бонитировки пустынных пастбищ разработаны специальные бонитировочные шкалы, позволяющие давать объективную оценку пастбищ в пределах обширных территорий.

В условиях пустынной зоны с резкими колебаниями погодных и кормовых условий на пастбищах в различные годы рациональное ведение пастбищного животноводства невозможно без заблаговременной и оперативной информации о состоянии пастбищ на каждый календарный год. Такая информация может быть получена в результате проведения наземных и аэрофотометрических обследований пастбищ с составлением оперативных пастбищных карт. Получение информации в процессе всестороннего изучения пастбищной территории позволяет практическим работникам овцеводческих хозяйств разрабатывать организационно-хозяйственные мероприятия, направленные на рациональное использование пастбищ.

По организации рационального использования природных кормовых ресурсов большое значение имеет характер распределения пастбищной территории между хозяйствами. Общеизвестно, что создание небольших по площади и поголовью, "карликовых" животноводческих хозяйств в условиях пустынной зоны часто не позволяет оперативно изменять размещение поголовья при неблагоприятных кормовых условиях на пастбищах. К тому же в условиях Туркменистана хозяйства с небольшим поголовьем мелкого рогатого скота, как правило, являются многоотраслевыми, где силы специалистов неизбежно распыляются на другие отрасли, затрудняя ведение селекционно-племенной работы.

С другой стороны, как показывает практика, создание специализированных животноводческих хозяйств-гигантов также отрицательно сказывается на развитии пустынного животноводства вследствие территориальной удаленности отдельных звеньев и плохой управляемости производственным процессом. Поэтому эффективное использование пастбищной территории может быть осуществлено только в тех животноводческих хозяйствах, где рационально сочетаются особенности природных и кормовых условий с целесообразными размерами пастбищной территории.

Межхозяйственное распределение пастбищ осуществляется на основе генеральной схемы их комплексного освоения. Такая схема позволяет

решать весь круг вопросов по рациональному распределению пастбищного фонда между существующими и проектируемыми хозяйствами. Она позволяет установить общие перспективы развития пастбищного животноводства, выбрать правильное направление специализации этой отрасли.

Вторым важным моментом при межхозяйственном распределении пастбищ является установление оптимальных размеров овцеводческих хозяйств применительно к различным природным районам. При установлении оптимальных размеров, наряду с экономическими показателями хозяйственной деятельности, обязательно учитываются также кормовая емкость пастбищ, особенности рельефа и почв. Эти же факторы в еще большей мере важны при внутрихозяйственной организации территории. Размер отары, фермы и хозяйства в целом в значительной степени зависит от возможного радиуса отгона поголовья скота, который при всех прочих равных условиях всегда будет значительно меньшим при пересеченном рельефе с подвижными песками, чем при равнинном — с твердыми почвами. Меньший радиус отгона поголовья скота от водоемистика в свою очередь определяет меньшую площадь прикормового пастбищного участка, что неизбежно влияет на величину и размеры пастбищной площади фермы и хозяйства.

Установление оптимальных размеров овцеводческих хозяйств для различных природных районов пустынной зоны приобретает важное значение в связи с реализацией схемы комплексного освоения пустынных пастбищ на перспективу. При определении оптимальных размеров овцеводческих хозяйств необходимо учитывать, наряду с кормовой емкостью, сезонной пригодностью, перспективой обводнения еще и протяженность территории и связанную с этим удаленность пастбищных участков от центральной усадьбы.

Так, например, в условиях Заунгузских Каракумов возможности для организации центральных усадеб овцеводческих хозяйств имеются только на севере — в Ташаузском оазисе — и на востоке — в пойме Амударьи. Следовательно, конфигурация пастбищной территории хозяйств в этом районе должна быть вытянутой с севера на юг на расстояние до 180 км для Ташаузской области и с востока на запад до 200 км — для Дарган-Атинского района. Только при такой конфигурации территории можно будет вовлечь в хозяйственный оборот наиболее отдаленные пастбищные массивы.

В условиях Центральные Каракумов центральные усадьбы хозяйств размещаются на линии участка железной дороги Казанджик — Чарджоу, что обеспечивает их бесперебойное снабжение и позволяет легко осуществлять транспортировку животноводческой продукции к местам переработки и потребления. Это в свою очередь обуславливает конфигурацию хозяйств, вытянутую с юга на север до 250 км.

Юго-Восточные Каракумы значительно отличаются по природно-географическим и хозяйственным условиям. Возможность организации здесь центральной усадьбы на западе, севере и востоке района позволяет более компактно располагать пастбищную территорию, а более высокая продуктивность пастбищ способствует концентрации поголовья в хозяйствах.

Таблица 8
Оптимальные размеры овцеводческих хозяйств
по природным районам Туркмении

Природные районы	Площадь пастбищ, млн. га	Емкость пастбищ для овец, тыс. голов	Годовая норма пастбищ на 1 овцу, га	Средний размер хозяйств		Число хозяйств
				площадь пастбищ, тыс. га	поголовье, тыс. голов	
Северо-Западная Туркмения	4,8	480	10,0	500	50	9
Юго-Западная Туркмения	3,2	244	13,1	650	50	5
Северные (Заунгузские) Каракумы	9,8	920	10,6	530	50	18
Центральные Каракумы	10,6	1431	7,3	400	55	26
Юго-Восточные Каракумы	6,8	977	6,6	420	60	16
Юго-Восточный (предгорный)	3,5	847	4,1	290	70	12
Южный (горный)	2,3	783	3,0	210	70	11
Туркменская ССР	41,0	5682	7,2	—	—	97

Значительно проще решается вопрос о размещении животноводческих хозяйств в юго-восточных предгорных районах, где большая часть пастбищной территории в настоящее время занята овцеводческими совхозами, а средний размер хозяйства по площади пастбищ и количеству скота близок к оптимальному.

С учетом вышеизложенного для различных природных районов Туркменистана рекомендованы средние размеры овцеводческих хозяйств (табл. 8).

В соответствии с рекомендуемыми размерами овцеводческих хозяйств по природным районам Туркмении в настоящее время вместо существовавших 318 овцеводческих ферм колхозов и 24 ферм совхозов создается около ста крупных высокоспециализированных хозяйств, которые будут давать значительно больше животноводческой продукции.

При распределении пастбищ между хозяйствами следует также учитывать, что рекомендуемые размеры хозяйств составлены с учетом чистых пастбищных площадей. Практически же при закреплении территории туда попадают и неудобные земли. Поэтому размеры общей территории

хозяйств могут быть значительно большими, в зависимости от площади включенных неудобей.

В системе мероприятий по организации пастбищного хозяйства, ведущее место принадлежит пастбищеобороту. Научными экспериментами и многолетней практикой ведения овцеводства в условиях пустынной зоны доказано, что для различных биологических и хозяйственных групп пастбищных растений существуют определенные нормы возможного отчуждения кормовой массы, превышение которых ведет к нарушению биологического равновесия и угнетению кормовой растительности.

В частности, установлено, что для подавляющего большинства пастбищных растений поддержание биологического равновесия возможно лишь при условии отчуждения кормовой массы не более 50% от валового запаса корма. Поэтому при перегрузке, когда неминуемо отчуждается значительно большая часть корма, наступает деградация пастбищ.

Вторым, не менее важным фактором, влияющим на сохранность пастбищ при длительном использовании, является чередование сроков использования одних и тех же пастбищных участков. Хорошо известно, например, что при ежегодном стравливании в весенний сезон пастбищ с обилием эфемеров постепенно эти травы будут выпадать из травостоя, поскольку самые ценные в кормовом отношении растения будут поедаться животными в первую очередь, не успев обсемениться. Примерно такая же картина будет наблюдаться, если ежегодно стравливать в осенний период пастбища с обилием однолетних соянок.

Таким образом, рациональное использование пастбищ в условиях пустыни должно предусматривать прежде всего соблюдение норм нагрузки скота на единицу пастбищной площади и периодическое чередование сроков использования одних и тех же пастбищных участков в различные годы. Объединение этих двух принципов в определенную систему получило название пастбищеоборота.

Разработанная И.В. Лариным система рационального использования пастбищ с пастбищеоборотом получила развитие применительно к пустынным условиям в работах И.С. Амелина, О.И. Морозовой, Л.С. Гаевской — по Узбекистану, Т.Н. Нечаевой и И.А. Мосолова — по Туркмении, О.И. Морозовой и Л.П. Синьковского — по Таджикистану, А.В. Кашириной, А.П. Макарова и В.И. Матвеева — по Казахстану.

Для условий Туркмении Н.Т. Нечаева и И.А. Мосолов (1954) предложили следующие три основные схемы пастбищеоборота:

1. Пастбищеоборот с ежегодным чередованием стравливания последовательно во все сезоны года. При такой схеме один и тот же пастбищный участок стравливается в первый год — весной, во второй — летом, в третий — осенью и в четвертый — зимой. Введение этой схемы возможно лишь на пастбищах, состав кормовой растительности которых пригоден для использования в течение всего года.

2. Пастбищеоборот с чередованием весеннего сезона с зимним и летнего с осенним. В этом случае одна часть пастбищной территории используется весной и зимой, другая — летом и осенью. У этой схемы имеются преимущества в организационно-хозяйственном отношении, поскольку

значительно сокращается строительство дополнительных зимних помещений для скота на разных участках пастбищ.

3. Пастбищеоборот с чередованием весеннего сезона с летним и осеннего с зимним. Эта схема приемлема в тех случаях, когда в хозяйстве часть пастбищ по составу кормовых растений и особенно по качеству воды в колодцах не может быть использована в другой период кроме осенне-зимнего.

Составление многолетнего плана использования пастбищ с пастбищеоборотом предусматривает установление чередования сезонов использования для каждого приколодезного пастбищного участка. Полная ротация пастбищеоборота обычно осуществляется в различных условиях пустыни в период от 4 до 8 лет и зависит от выбранной схемы.

В процессе изучения характера и существующей технологии использования пастбищ в хозяйствах, расположенных в различных природных районах Туркмении было установлено, что в настоящее время система использования пастбищ с пастбищеоборотом осуществляется еще не во всех хозяйствах. Проведенный анализ позволил выявить следующие основные факторы, сдерживающие широкое внедрение рекомендованных схем пастбищеоборота. Прежде всего это неравномерная и недостаточная обводненность пастбищной территории, малый дебит и сильная минерализация воды в части водосточников, необходимость сгущения сети водосточников на ранее обводненных пастбищах и потребность в строительстве дополнительных культурно-бытовых и хозяйственных помещений. Если учесть, что до настоящего времени еще не все овцеводческие хозяйства Туркмении обеспечены необходимым количеством кошар, пунктов искусственного осеменения овец и других помещений, а введение пастбищеоборота в ряде случаев связано с дополнительным их строительством на разных участках пастбищ, то обоснованность доводов, объясняющих недостаточное внедрение пастбищеоборота, становится вполне очевидной.

Нами была разработана для всех природных районов равнинной части Туркмении наиболее простая схема пастбищеоборота с чередованием весеннего сезона использования с летним и осеннего с зимним. Однако и эту схему использования практически можно осуществить в большинстве хозяйств в настоящее время только при условии расстановки поголовья на приколодезные пастбищные участки сразу на два сезона, применяя смену сезонов использования в различные годы в пределах участка. Только в этом случае не потребуется дополнительное строительство водосточников и помещений для скота.

В отдельных колхозах и совхозах уже сейчас имеются благоприятные водохозяйственные и кормовые условия для постепенного освоения пастбищеоборота в полном объеме. В дальнейшем, по мере улучшения обводненности пастбищ, строительства новых помещений, на фоне общего повышения уровня ведения пастбищного хозяйства будут созданы необходимые условия для применения других, более сложных схем пастбищеоборота.

Важнейшей составной частью при разработке многолетнего плана использования является составление кормового баланса. Основным исход-

ным материалом, характеризующим урожайность пастбищ, является карта пастбищ с таблицами запасов кормов в сезонной динамике. При составлении кормового баланса эти материалы ежегодно уточняются специалистами хозяйства путем дополнительных обследований, во время которых учитываются особенности данного года. Запасы кормов и их питательность определяются для каждого приколодезного участка в соответствии с принятой схемой использования пастбищ. Расчет обеспеченности поголовья пастбищными кормами в основные периоды года производится по трем показателям: в воздушно-сухом корме, в кормовых единицах и в перевариваемом протеине, с учетом зоотехнических норм, разработанных для различных поло-возрастных групп животных.

Составление кормовых балансов позволяет определять избыток или недостаток отдельных питательных элементов, наблюдаемый при пастбищном содержании овец в различные сезоны. В качестве примера можно привести кормовой баланс при круглогодичном содержании каракульских овец на саксаулово-осоковом типе пастбищ (табл. 9). Данные таблицы показывают, что весной во время выпаса на саксаулово-осоковом типе пастбищ при съедании обычной нормы пастбищного корма овцы получают избыток протеина. Однако аминокислотный состав белков, благоприятный по содержанию лизина и триптофана, оказывается значительно заниженным по содержанию серосодержащих аминокислот — метионина и цистина. В зеленых пастбищных кормах весеннего периода наблюдается избыток каротина (провитамин А), в то время как содержание микроэлементов близко к норме. В зимний период все рассматриваемые питательные элементы содержатся в пастбищном корме в недостаточном количестве.

Составление кормовых балансов позволяет работникам пустынно-пастбищного животноводства оперативно решать вопросы сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных, покрывая дефицит питательных веществ дополнительной подкормкой.

С учетом принятой схемы использования пастбищ и составленного кормового баланса производится поотарная расстановка овец. Для более четкой организации производственного процесса обычно составляется график помесичной расстановки и движения отар по приколодезным участкам. В графике условными значками указывается количество отар, размещаемых на каждом колодце, и их поло-возрастной состав. Такой график помогает зоотехнику оперативно решать вопросы о перегоне поголовья с одних участков на другие, увязывая их с общим зооветеринарным обслуживанием и племенной работой.

При составлении плана расстановки поголовья на пастбищах необходимо, чтобы за чабанскими бригадами из года в год закреплялись одни и те же приколодезные пастбищные участки. Это позволяет исключить обезличку в использовании пастбищ и способствует их сохранности.

Стравливание пастбищ скотом — один из наиболее важных факторов, непосредственно влияющий на их продуктивность и сохранность в процессе длительной эксплуатации. Практика работы лучших животноводов показывает, что хорошая упитанность всего поголовья в стаде может быть достигнута только в результате применения наиболее прогрессивных

Таблица 9

Примерный кормовой баланс при круглогодичном содержании каракульских овец на саксаулово-осоковом типе пастбищ (Центральные Каракумы)

Показатели кормового баланса	Воздушно-су- хой корм, кг	Основные питательные элементы	
		Кормовые единицы, кг	Переваривае- мый протеин, кг
	В е с н а		
Потребность	190	91	9,1
Наличие в корме	190	163	24,0
± (избыток, недостаток)	0	+72	+14,9
	Л е т о		
Потребность	245	123	12,3
Наличие в корме	245	128	9,0
± (избыток, недостаток)	0	+5	-3,3
	О с е н ь		
Потребность	135	76	7,6
Наличие в корме	135	73	5,5
± (избыток, недостаток)	0	-3	-2,1
	З и м а		
Потребность	150	100	10,0
Наличие в корме	150	61	6,1
± (избыток, недостаток)	0	-39	-3,9

приемов стравливания пастбищ, с равномерным кормлением всех животных.

Изучение огромного опыта, накопленного научными учреждениями и передовыми хозяйствами по технологии использования пастбищ для различных видов скота применительно к разным природным зонам, убедительно подтверждает правильность этого вывода. Сравнивая четыре основных существующих способа пастбы: бессистемный (вольный), пастба в крупных загонах, пастба в мелких загонах и порционный выпас, необходимо отдавать предпочтение последнему, как наиболее эффективному. Однако мелкозагонный и особенно порционный выпас, как наиболее прогрессивные способы использования пастбищ, получили распространение на высокопродуктивных пастбищах. Следует указать, что порционный выпас обычно применяется с переносной электрической изгородью при выпасе крупного рогатого скота.

При загонной системе использования пастбищ обращается внимание на сроки пребывания животных в каждом загоне, что имеет профилактическое значение. Как показали довоенные исследования И.В. Орлова, попавшие с калом больных животных личинки и яйца гельминтов в течение первых 6 дней пребывания на пастбищах находятся в недоразвитом состоянии и, будучи проглочены здоровыми животными, погибают в их

Основные питательные элементы						
Критические аминокислоты, г			Каротин	Микроэлементы		
Лизин	Метионин и цистин	Триптофан		Медь	Молибден	Кобальт
Весна						
1056	646	152	1520	1520	150	80
1590	424	371	42182	1561	146	70
+534	-222	+219	+40662	+41	-4	-10
Лето						
1624	298	209	2460	2220	220	110
556	142	168	2580	1470	128	93
1068	-56	-41	+120	-750	-92	-17
Осень						
806	494	122	1520	1290	130	60
278	87	78	6443	1109	71	36
-528	-407	-44	+4923	-181	-59	-24
Зима						
891	549	126	1800	1440	140	60
465	169	83	811	774	80	44
-426	-380	-43	-989	-666	-60	-16

организме. Особенно опасны личинки гельминтов в течение первых полутора месяцев, затем их жизнеспособность резко понижается и большая часть погибает. В связи с этим в качестве профилактического приема против глистных инвазий во время выпаса скота на пастбищах рекомендуется держать животных на одном и том же участке в течение 5—6 дней, с последующим возвращением на него не ранее, чем через полтора месяца.

В последние годы накоплен положительный опыт применения изгородей для участкового порционного выпаса на пустынных пастбищах Средней Азии и Казахстана. Полученные результаты подтверждают возможность применения изгородей для организации участкового выпаса в условиях Туркмении, особенно в юго-восточных районах, где выше урожайность пастбищ и разработаны эффективные приемы их улучшения. Однако для основных районов Каракумов и Западной Туркмении возможности огораживания пастбищ ограничены.

В этой связи целесообразно еще раз напомнить о необходимости применения своеобразного участкового способа выпаса без изгородей, описанного Н.Т. Нечаевой и И.А. Мосоловым (1954) на основании наблюдений за работой лучших чабанов в каракулеводческих совхозах.

Способ участкового выпаса без изгородей довольно прост, но, к сожалению, не имеет еще широкого распространения и применяется лишь

наиболее опытными чабанами. Сущность его заключается в следующем. Пастбища, отведенные для отары на определенный период, стравливаются постепенно, небольшими участками, отбиваемыми чабаном на глаз. Такое стравливание однодневных пастбищных участков достигается при их расположении в одном направлении от колодца в виде сектора или полосы. Завершив в течение 5–6 дней стравливание первой полосы, чабан отбивает вторую, причем каждый участок последующей полосы должен налегать на половину участка предыдущей. При этом каждый из однодневных пастбищных участков всегда состоит из двух частей: одна половина — нетронутые пастбища, вторая — пастбища, на которых выпас уже проводился несколько дней назад. Когда животные уходят с такого участка, то одна половина его бывает полностью стравлена, а другая только подтравлена; она будет полностью дотравлена при выпасе на следующей полосе. За этот период частично стравленные пастбища проветриваются, что очень важно в санитарном отношении.

Вторым важным условием при участковом стравливании пастбищ без изгородей является соблюдение оригинальной техники выпаса по кругу. Форма участка в виде круга позволяет чабану отграничивать необходимую дневную площадь, отмеряя только его радиус.

Выпасая отару по кругу, опытный чабан обязательно периодически применяет крутые развороты по фронту движения отары. Развороты отары позволяют равномерно насытиться как сильным овцам, идущим впереди и съедающим более питательные части растений, так и более слабым, обычно двигающимся позади сильных, потому что после разворота задние овцы становятся на некоторое время передними. Применение подобной техники стравливания пастбищ позволяет удерживать отару в границах неогороженного участка и, самое главное, добиваться равномерной упитанности животных.

Участковый способ стравливания без установки дорогостоящих изгородей в условиях пустыни с огромными территориями и скудными кормовыми ресурсами позволяет наиболее экономно и рационально использовать пастбища, сохраняя их долготелую продуктивность.

Наряду с рациональным использованием природных пастбищ пустынной зоны в Советском Союзе уделяется большое внимание вопросам их улучшения — обогащения за счет разнообразия видового состава наиболее ценных в кормовом отношении растений и увеличения общей кормовой продуктивности. В настоящее время разработаны и успешно внедряются в практику колхозов и совхозов различные приемы и методы улучшения пастбищ. Можно указать на следующие хорошо зарекомендовавшие себя методы улучшения.

Метод создания осенне-зимних пастбищ в предгорных районах разработан Всесоюзным институтом каракулеводства совместно с Институтом пустынь, Туркменским и Таджикским отраслевыми институтами животноводства (Нечаева и др., 1959; Синьковский, 1958; Шамсутдинов, 1960). Создание пастбищ из *Kochia prostrata*, *Artemisia badhysi*, *Salsola orientalis*, *Aellenia subaphylla* и других растений рекомендуется на пахотных полосах, чередующихся с целинными участками, занятыми эфемероидной растительностью. Улучшенные пастбища позволяют ликви-

дировать недостаток кормов в осенне-зимний период, повышая общую урожайность в 2–3 раза.

Метод создания пастбищезащитных лесных полос из *Haloxylon aphyllum* разработан во Всесоюзном институте каракулеводства (Сергеева, 1954). Рекомендуется для пастбищных массивов, где глубина грунтовых вод не превышает 12–15 м; обеспечивает общее повышение кормовой продукции на 15–20%.

Метод создания летних сеяных пастбищ из ряда культурных и дикорастущих кормовых растений разработан научными учреждениями Узбекистана, Таджикистана, Киргизии и Туркмении (Шамсутдинов, 1963; Каримов, 1964; Синьковский, 1966). Рекомендуется для повышения кормовой продуктивности пастбищ в предгорных районах в 2–4 раза.

Метод повышения кормовой продуктивности солянковых пастбищ в 4–6 раз при использовании местного поверхностного стока осадков на takyрах разработан в Институте пустынь (Лалыменко, 1964).

В Институте ботаники АН УзССР (Момотов, 1973) разработаны методы повышения продуктивности полынно-солянковых пастбищ на серо-бурых почвах Устюрта.

Можно также назвать разрабатываемые в настоящее время в Институте пустынь АН ТССР методы улучшения пастбищ в Каракумах, обеспечивающие повышение их продуктивности при экстремальных климатических условиях. Работы по созданию новых эффективных методов улучшения пустынных пастбищ продолжаются, а площади улучшенных пастбищных массивов с каждым годом увеличиваются, что позволяет рассчитывать на дальнейшее увеличение численности скота в этих районах.

Организация пастбищного животноводства пустынных районов СССР в современных условиях имеет характерные особенности, связанные с дальнейшей специализацией и концентрацией всех отраслей сельскохозяйственного производства. Современный период в пастбищном животноводстве следует рассматривать как новый этап перехода от мелко- и среднетоварных колхозных овцеводческих ферм к крупным государственным, межхозяйственным и кооперативным животноводческим комплексам, базирующимися на индустриальных методах производства животноводческой продукции. Современный животноводческий комплекс — это прежде всего крупное высокоспециализированное хозяйство, располагающее сотнями тысяч гектаров пастбищной территории, десятками тысяч голов овец, оснащенное необходимой техникой и высоким уровнем механизации и электрификации производственных процессов.

Комплексное освоение пустынных пастбищ для животноводства связано с решением многих узловых вопросов. В настоящее время должны решаться не отдельные вопросы, а вся проблема дальнейшей интенсификации пастбищного животноводства в целом.

Животноводческое освоение пустынь в современных условиях предусматривает не только создание необходимых условий для оптимизации производственных процессов и их увязку с экологическими условиями, но и обязательное решение задачи улучшения условий труда и быта работников животноводства.

Освоение пустынных пастбищ в настоящее время предусматривает полное и равномерное обводнение пастбищной территории, организацию на научной основе меж- и внутрихозяйственного землеустройства, решение проблемы дополнительного гарантированного кормопроизводства, дальнейшее улучшение пастбищ, производственное и культурно-бытовое строительство с созданием культурных центров в пустыне, строительство дорог, средств связи и пр. Освоение новых массивов пастбищ и реконструкция уже освоенных территорий проводится на основе долгосрочных схем комплексного освоения, разработанных в последние годы во всех среднеазиатских республиках и в Казахстане. В качестве примера можно привести схему комплексного освоения пустынных пастбищ ТуркмССР, осуществляемого в настоящее время. В соответствии с рекомендациями схемы проводится новое детальное геоботаническое обследование пастбищной территории, с составлением крупномасштабных пастбищных карт и полной кормовой оценкой пастбищ. Создаются новые крупные животноводческие хозяйства. В Центральных и Юго-Восточных Каракумах, на правом берегу Амударьи и в Северо-Западной Туркмении строятся групповые магистральные водопроводы для обводнения новых пастбищных массивов. На центральных усадьбах хозяйства создаются культурные центры со школами, больницами, кинотеатрами и т.д. Продолжается строительство новых дорог и прокладка линий высоковольтных передач. Коренным образом укрепляется кормовая база животноводства, в основном за счет кормопроизводства на орошаемых землях. Широкими темпами осуществляется строительство животноводческих помещений на пастбищах в соответствии с принятыми схемами пастбищеоборотов.

Осуществление на практике мероприятий по комплексному освоению и рациональному использованию пустынных пастбищ позволяет достичь экологического равновесия в пустынной экосистеме, способствует предотвращению процессов опустынивания и сохранению биологического потенциала земли в этих районах.

Глава IV

Ирригационное освоение пустынь и мелиорация орошаемых земель

Развитие орошаемого земледелия в пустынной зоне СССР

Огромные массивы земель в аридной и семиаридной зонах Советского Союза, обладая значительным экономическим потенциалом, являются резервом для расширения землепользования. Это определяется природно-климатическими условиями и прежде всего продолжительным вегетационным периодом, большой суммой эффективных температур, высоким плодородием почв. В естественных условиях эти земли характеризуются весьма низкой продуктивностью, часто сокращающейся в связи с нерациональным использованием ее, что приводит в большинстве случаев к трансформации полупустынь в пустыни.

Единственным средством интенсификации использования этих земель является орошение. Орошение увеличивает эффективность систем земледелия. В условиях пустынь при наличии орошения создаются широкие возможности для культивирования ценных сельскохозяйственных культур — хлопчатника, риса, плодовых и т.д.

Система орошения аридных земель претерпела коренные изменения, выразившиеся прежде всего в технической реконструкции старой оросительной сети, что позволило значительно повысить продуктивность орошаемых земель. Разработаны и в большой степени осуществлены крупные проекты комплексного использования большей части стока всех крупнейших рек Средней Азии и Казахстана: Сырдарьи и Амударьи, Или, Мургаба, Теджена, Вахша, Зеравшана и других, что позволило перейти к активному наступлению на пустыню путем ирригационного освоения заброшенных земель древнего орошения и освоения новых целинных массивов.

На территории Средней Азии и Южного Казахстана в настоящее время около 92% всей продукции растениеводства производится всего на 6,2 млн. га орошаемых земель, на которых занято 95% сельского населения этой зоны. В то же время насчитывается более 50 млн. га земель, пригодных для развития орошаемого земледелия, находящихся большей частью в состоянии пустыни (Duhovny, B.A., 1977). Увеличение площадей орошаемых земель в пустынной зоне СССР за годы Советской власти обусловило значительный прирост производства хлопка-сырца. Основные площади орошаемых земель, находящиеся в пустынной зоне, сосредоточены в основном в двух республиках Средней Азии — Узбекистане и Туркмении. Рост площадей орошаемых земель в них за последнее десятилетие показан в табл. 10.

Орошение в Узбекистане и в Туркменистане получило большой размах после установления Советской власти. Наиболее значительными водохозяйственными объектами в УзССР в период 1931—1937 гг. были: Первомайская плотина, канал Даргом и оросительная система Нарпай на р. Зеравшан; оросительная система канала Кумкурбан в долине р. Сурхандарьи; оросительные системы в Учкурбанской и Савайских степях; орошение Дальверзинской степи и развитие орошения в зоне Северного Голодностепского канала; канал Джун и пойменные коллекторы в Чирчикской долине; развитие и переустройство левобережных каналов в низовьях р. Амударья. В 1938—1941 гг. были построены Большой Ферганский канал, Северный и Южный Ферганские каналы, Ташкентский канал, Правобережный Зерафшанский и другие каналы, а также Кампырватский и Куйганярский водозаборные гидроузлы на р. Карадарье.

В годы Великой Отечественной войны, в тяжелых условиях строились ГЭС на Чирчик-Бозсуйском канале и велись работы по улучшению водобеспеченности оросительных систем на правом берегу р. Чирчик. Был сооружен Фархадский гидроузел на р. Сырдарье, что обеспечило гарантированную подачу воды для орошения Голодной степи.

В пятидесятых годах были проведены частичные работы по планировке, устройству коллекторно-дренажной сети и переустройству существующей оросительной сети с целью укрупнения поливных участков (примерно

Таблица 10

Рост орошаемых площадей, тыс. га, и производство хлопка, тыс. т

Республика	Показатель	1965 г.	1970 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.
УзбССР	Орошаемая площадь	2639	2696	3006	3132	3210	3284
	В т.ч. под хлопчатником	1550	1709	1773	1778	1797	1824
	Заготовлено хлопка-сырца	3746	4495	5014	5338	5680	5500
ТуркмССР	Орошаемая площадь	514	643	819	846	906	917
	В т.ч. под хлопчатником	257	397	487	491	503	506
	Заготовлено хлопка-сырца	553	869	1078	1046	1170	1027

до 25 га) для высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники. Были построены также такие крупные объекты, как Кампырватский, Темикташский и Куйганярский гидроузлы на р. Карадарье; Первомайская, Аккарадарьинская, Дамходжинская водозаборные плотины на р. Зеравшан; Газалкентская и Троицкая плотины на р. Чирчик; Шамалекский гидроузел на р. Ахангаран (Ангрен); Сарыкурганский и Кокандский гидроузлы на р. Сох; Учкурганский гидроузел на р. Нарын; Каршинский гидроузел на р. Кашкадарье, закончено строительство Тахиаташского гидроузла на Амударье. В настоящее время Сырдарья зарегулирована Токтогульским, Кайраккумским и Чардарьинским водохранилищами. На р. Вахш, на территории ТаджССР, завершено строительство Нурекского гидроузла, который в сочетании со строящимся Тюямуюнским гидроузлом обеспечит гарантированное водопотребление в низовьях Амударьи. Начато строительство Ротунского гидроузла.

В настоящее время крупнейшие мелиоративные объекты Узбекистана с целью освоения пустынных и полупустынных земель строятся в Джизакской и Каршинской степях, в Центральной Фергане, на Шерабадском массиве, и в низовьях Амударьи и Зеравшана.

Голодная степь представляет собой крупнейший земельный массив площадью свыше 1 млн. га, типичный для пустынной зоны республик Средней Азии (Рис. 16). Работы по орошению Голодной степи были начаты еще до революции. Однако освоение земель велось примитивно, часто без нормирования водоотдачи, без дренажной сети, что обычно приводило к интенсивному засолению земель, которые впоследствии забрасывались.

В первые же годы Советской власти развернулись работы по улучшению существующих и дальнейшему развитию новых оросительных систем. Основной базой здесь служил Северный Голодностепский канал. С течением времени он постепенно удлинялся, при одновременном уве-

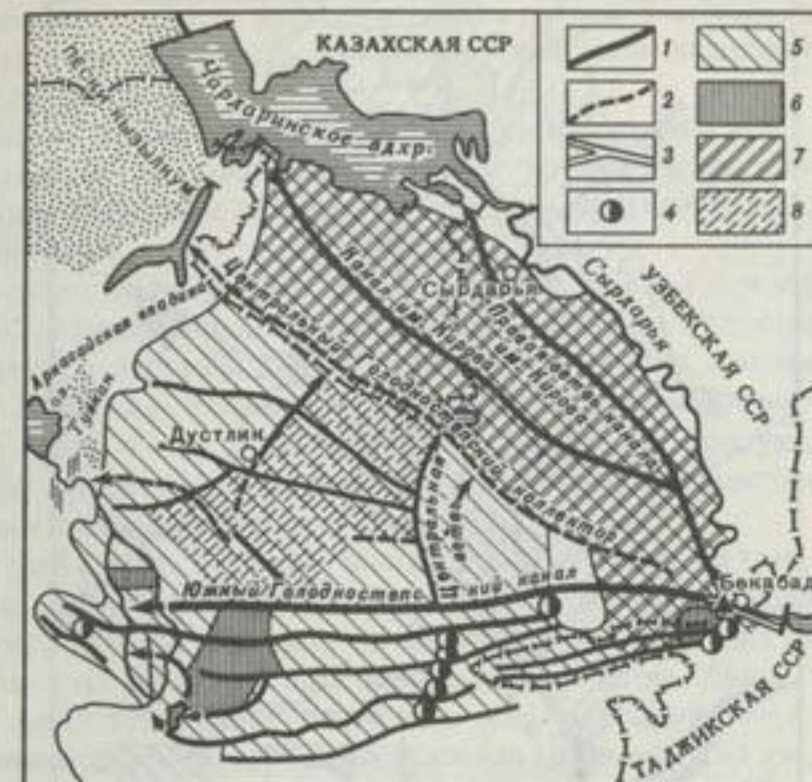


Рис. 16. Орошение и освоение Голодной степи
1 — оросительные каналы (магистральные); 2 — коллекторно-сбросные каналы; 3 — деривационный канал; 4 — насосные станции; 5 — хлопковые севообороты; 6 — овоще-кормовые севообороты и многолетние насаждения; 7 — существующее орошение (старая зона); 8 — вновь освоенные земли

личении пропускной способности. В итоге орошаемая площадь в зоне этого канала за несколько лет была увеличена примерно в 7 раз (с 30 до 200 тыс. га).

По мере развития орошения все острее чувствовалась необходимость в устройстве плотинного головного водозабора, что потребовало строительства Фархадского гидроузла. После сооружения этого гидроузла от него были отведены: Правобережный Дальверзинский канал (расход $74 \text{ м}^3/\text{с}$; орошаемая площадь — около 50 тыс. га) и Левобережный деривационный канал пропускной способностью до $500 \text{ м}^3/\text{с}$. На Левобережном канале была построена ГЭС мощностью 130 МВт. Из верхнего бьефа этой ГЭС через головной шлюз-регулятор вода забирается в новый Южный Голодностепский канал длиной 126 км (пропускная способность около $300 \text{ м}^3/\text{с}$, площадь орошения свыше 350 тыс. га). Северный Голодностепский канал питается через головное сооружение на отводящем канале Фархадской ГЭС. Выше ГЭС на деривационном канале построена насосная станция для орошения земель Голодной степи в ТаджССР. На Южном и Северном Голодностепских каналах также имеются массивы механического орошения.

По проекту первая очередь орошения Голодной степи составляет примерно 400 тыс. га, из которых более половины уже орошается. Работы по орошению и освоению Голодной степи заканчиваются.



Рис. 17. Орошение Каршинской степи
1 — оросительные каналы (магистральные); 2 — коллекторно-сбросные (главные) каналы; 3 — насосные станции; 4 — земли первоочередного орошения; 5 — зона перспективного орошения

Освоение пустынной части Голодной степи оказалось гораздо труднее, чем освоение земель в зонах старого орошения. Помимо отмеченной сложности ее природных условий, полного отсутствия населенных пунктов и хороших дорог, базы строительной индустрии, трудности освоения целинной зоны осложнялись еще и тем, что в начале работ здесь механически применялись те же методы и приемы, которыми пользовались прежде.

Основной мелиоративного освоения пустынных земель является поддержание уровня грунтовых вод не выше критического, для исключения возможности вторичного засоления. Создание такого режима потребовало разработки комплекса мелиоративных мероприятий и прежде всего устройства дренажной сети необходимой густоты и глубины в сочетании с применением эффективных мер борьбы с фильтрацией из каналов, тщательной планировкой полей, введением передовой техники полива и рационального нормирования водоподачи, облегчающих орошение и промывку засоленных земель и увеличивающих эффективность орошения.

Распределительная оросительная сеть облицована монолитным бетоном или сборными железобетонными плитами. Участковая оросительная

сеть устраивается в виде железобетонных лотков и асбоцементных труб, из которых вода подается в борозды поливными шлангами с нормированными отверстиями.

Важнейшим элементом водохозяйственного комплекса является горизонтальный, а местами вертикальный трубчатый дренаж. В период интенсивных промывок эффективно устройство временного открытого мелкого дренажа.

Коллекторную сеть устраивают открытой, глубиной 4 м и более. В последние годы начали успешно применяться закрытые коллекторы, которые более дешевы и надежны в эксплуатации. Кроме того, при закрытых коллекторах и дренах значительно повышается использование орошаемых земель, в связи с чем увеличивается валовой сбор продукции и доход, улучшается организация территории, что облегчает применение высокопроизводительных механизмов.

Каршинская степь занимает площадь около 1 млн. га (рис. 17). Основная водная артерия ее — р. Кашкадарья — при полном зарегулировании стока может оросить 150 тыс. га. Для развития орошения (преимущественно под гонковолокнистый хлопчатник) в этом самом маловодном районе Узбекистана были проведены два мероприятия: в 1955 г. от р. Зеравшан был построен канал Эски-Ангар длиной 184 км, с головным расходом воды $48 \text{ м}^3/\text{с}$, что позволило обеспечить водой 27 тыс. га (в последнее время реконструирован); одновременно было построено Чимкурганское водохранилище на р. Кашкадарье, из которого предусматривалось оросить 40 тыс. га; кроме того, на р. Гузар было создано Пачкамарское водохранилище емкостью 280 млн. м^3 .

Однако эти мероприятия по повышению водообеспеченности не позволили радикально решить вопрос об орошении земель Каршинской степи, так как эта задача может быть решена только на базе водных ресурсов Амударьи. В настоящее время ведутся большие работы по осуществлению схемы орошения и освоения пустынных земель Каршинской степи. На первую очередь строительства (200 тыс. га) предусмотрен бесплотинный водозабор. В дальнейшем для осуществления водозабора на Амударье будет построена низконапорная Кизилакская плотина с двумя регуляторами — правобережным для Каршинского и левобережным для Каракумского каналов.

От Кизил-Аяка вода в Каршинскую степь подается по Каршинскому магистральному каналу длиной 200 км. Расход воды в канале составит около $200 \text{ м}^3/\text{с}$ (первая очередь). Вода подается шестью насосными станциями на высоту 132 м. Вода Амударьи в 1973 г. была подана на поля Каршинской степи по отходящему от основной трассы Ульяновскому каналу.

На 80-м километре от Кизил-Аяка Каршинского магистрального канала создается Талимарджанское водохранилище емкостью около 1 млрд. м^3 . Для создания его использована естественная впадина. Водохранилище обеспечит круглогодичную подачу воды из Амударьи с последующим использованием накопленной зимой воды на орошение в летние месяцы. Это позволяет вдвое уменьшить пропускную способность подводящей части канала и мощность насосных станций. За Талимарджанским водохранилищем начинается рабочая часть Каршинского магистраль-

ного канала с расходом $350 \text{ м}^3/\text{с}$. Благодаря применению противофильтрационных облицовок к.п.д. канала достигает 0,97.

Орошаемый массив Каршинской степи делится на две зоны: верхнюю с площадью орошения 350 тыс. га и нижнюю с площадью орошения 500 тыс. га (подача воды Шорсайской веткой канала).

Амубухарский машинный канал построен для перевода части земель Бухарской области на орошение амударьинской водой и повышения водообеспеченности остальных земель, орошающихся из Зерафшана, а также для получения прироста новых орошаемых земель, равного 15,5 тыс. га.

Временный водозабор осуществляется в 12 км выше г. Чарджоу. Трехкилометровое подводящее русло выполняет функции отстойника, очищаемого землесосами.

Первая очередь Амубухарского канала, построенная в 1965 г. (длина 196 км от Амударьи), позволила перевести на орошение амударьинской водой 90 тыс. га земель Бухарского оазиса и дать прирост новых орошаемых земель, равный 24 тыс. га.

Заканчиваются работы по сооружению второй очереди канала. После ее завершения к Шафирканскому узлу на р. Зерафшан будет подаваться $89 \text{ м}^3/\text{с}$ воды, что позволит перевести на орошение амударьинской водой остальные 12,7 тыс. га земель Бухарского оазиса.

Орошаемое земледелие в ТуркмССР имеет древнюю историю. Издавна оно ведется в шести крупных оазисах: в Чарджоуском и Ташаузском оазисах в северной части ее и в Мургабском, Тедженском, Копетдагском и Атрекском оазисах — в южной части.

Южная часть ТуркмССР отличается чрезвычайно благоприятными природными и хозяйственными условиями для орошаемого земледелия, но развитие его в прежние годы было очень затруднено из-за ограниченности местных водных ресурсов. Здесь имеется 4,4 млн. га пригодных для орошения земель, но орошалось всего 160–170 тыс. га, или около 4% (при очень низкой водообеспеченности).

В связи с этим с давних пор велись проектные проработки по переброске стока р. Амударьи, однако техническая сложность проблемы и отсутствие соответствующих экономических условий не позволяли осуществить этот замысел. И только при Советской власти с помощью мощной строительной техники, квалифицированных специалистов и рабочих эта проблема получила практическое разрешение.

Сток рек Сургаб, Теджен и Атрек имеет неблагоприятное распределение как в течение года, так и в многолетнем разрезе. Без его регулирования в водохранилищах невозможно ведение устойчивого и высокоэффективного орошаемого земледелия.

Общая емкость всех водохранилищ на р. Мургаб (с учетом заиления) равнялась 306 млн. м^3 , что было недостаточно для полного регулирования стока. Ведется строительство нового Сары-Язинского крупного водохранилища емкостью 1200 млн. м^3 (первая очередь 660 млн. м^3). На р. Теджен с 1950 г. построено три водохранилища: Тедженское I емкостью 150 млн. м^3 , Тедженское II емкостью 180 млн. м^3 и Хор-Хорское емкостью 20 млн. м^3 . На р. Атрек в последние годы по-

строены два наливных водохранилища, Мамедкульское (20 млн. м^3) и Делилинское (16 млн. м^3). В результате регулирования стока этих рек оросительная способность их по году средней водности оценивается: Мургаба — 82 тыс. га, Теджена — 30 тыс. га, Атрека — 8 тыс. га.

Земельный фонд пригодных для орошения земель в бассейнах этих рек во много раз превышает их оросительную способность. Земельный фонд в Мургабском бассейне составляет 370 тыс. га, в Тедженском — 730 тыс. га, в Атрекском — 960 тыс. га. Аналогичная картина наблюдается в предгорной равнине Копетдага и в западных районах республики, а местные водные ресурсы чрезвычайно ограничены. Наличие свободного населения, развитой сети коммуникаций, благоприятных природных условий позволяет успешно осваивать новые земли на базе Каракумского канала им. В.И. Ленина. В зоне Каракумского канала им. В.И. Ленина намечено оросить 1 млн. га. Канал будет доведен до р. Атрек, и его длина составит 1400 км, головной расход воды $960 \text{ м}^3/\text{с}$, а сток, забираемый из р. Амударьи, 19 млрд. м^3 . Для регулирования свободного осенне-зимнего стока канала на нем строятся водохранилища. Общая емкость этих водохранилищ в перспективе составит 1,8 млрд. м^3 . Построены Хауз-Ханское водохранилище емкостью 460 млн. м^3 и Ашхабадское емкостью 48 млн. м^3 . Заканчивается строительство Копетдагского водохранилища емкостью 190 млн. м^3 . Кроме того, в голове Каракумского канала для регулирования стока Амударьи будет построено крупное Зеидское водохранилище емкостью 3,5 млрд. м^3 .

Строительство Каракумского канала им. В.И. Ленина решает комплекс задач: орошение земель, обводнение пастбищ, водоснабжение городов и поселков, промышленных предприятий, развитие рыбоводства и судоходства. мощные насосные станции. Проектируются новые мощные насосные станции в Мургабском и Тедженском оазисах.

Строительство Каракумского канала им. В.И. Ленина высокоэффективно; при освоении 1 млн. га земель в зоне канала общий чистый доход хозяйств и государства от сельскохозяйственного производства составит 1,25 млрд. руб. в год.

В результате осуществления больших работ по водохозяйственному строительству в республике водоподача на орошение увеличилась с 8 км^3 в 1960 г. до $15,5 \text{ км}^3$ в 1979 г.

Коллекторно-дренажная сеть позволяет ежегодно сбрасывать с орошаемых земель до $2,5 \text{ км}^3$ дренажных вод, а с ними до 15 млн. т. солей и улучшать до 40 тыс. га вторично опустыненных земель, неблагополучных в мелиоративном отношении.

Ниже приводится характеристика Каракумского канала им. В.И. Ленина — по очередям его строительства.

Первая очередь. Длина канала 400 км (в том числе в пустыне каракум 300 км), головной расход воды $130 \text{ м}^3/\text{с}$, отбор годового стока р. Амударьи 3,5 млрд. м^3 . Площадь прироста новых орошаемых земель в Мургабском оазисе 88 тыс. га. Первая очередь канала сдана в постоянную эксплуатацию в 1962 г.

Вторая очередь. Длина канала 535 км (в том числе нового участка 138 км), головной расход воды доведен до $198 \text{ м}^3/\text{с}$ с соответствующей реконструкцией участка канала первой очереди. Отбор стока 4,7 млрд. м^3 . Площадь прироста новых орошаемых земель в Тедженском оазисе 72 тыс. га. В междуречье Мургаб — Теджен создано Хауз-Ханское водохранилище. В 1966 г. участок канала сдан в постоянную эксплуатацию.

Третья очередь. В качестве первоочередного объекта построен пионерный канал Теджен — Ашхабад длиной 258 км, в основном для водоснабжения г. Ашхабада и создания около него пригородной сельскохозяйственной базы. Для регулирования стока построено Ашхабадское водохранилище емкостью 48 млн. м^3 . В 1962 г. амударьинская вода подошла к г. Ашхабаду. Общая длина третьей очереди канала 837 км. Головной расход воды увеличивается до $317 \text{ км}^3/\text{с}$, при соответствующей реконструкции уже построенной части канала. Отбор стока из Амударьи 8,3 млрд. м^3 . Площадь прироста новых орошаемых земель на Копетдаге 50 тыс. га. Повышена водообеспеченность 150 тыс. га земель. Общая площадь орошения составила 240 тыс. га. Емкость Хауз-Ханского водохранилища увеличена до 875 млн. м^3 .

Четвертая очередь. В настоящее время ведется строительство четвертой очереди канала. Пердусматривается орошение 470 тыс. га, с продлением канала на запад, а также дополнительное развитие орошения во всех зонах вдоль трассы. Емкость Копетдагского водохранилища будет увеличена до 550 млн. м^3 . Головной расход воды достигнет $550 \text{ м}^3/\text{с}$.

Отбор годового стока р. Амударьи составит 13,5 млрд. м^3 . Сооружается пионерный канал четвертой очереди по трассе Геок-Тепе—Кызыл-Арват.

В ближайшее десятилетие будет исчерпана предельная оросительная способность собственных водных ресурсов рек бассейна Аральского моря. Проблема переброски части стока сибирских рек в Среднюю Азию масштабна и сложна. Она требует глубокого взаимоувязанного изучения всего комплекса работ и особенно прогнозирования экологических последствий.

Комплексный подход к мелиоративному освоению пустынных земель

Для успешного и эффективного осуществления орошения земель в пустынных зонах требуется выполнение значительного объема различных строительных, эксплуатационных и других работ. Все они должны отвечать прогнозируемым изменениям экологических и социально-экономических условий. Это привело к постановке задачи по разработке комплексного метода строительства и освоения новых земель на базе орошения.

Принципы комплексного строительства и освоения крупных массивов новых орошаемых земель в аридной зоне базируются на необходимости:

1) комплексного использования природных ресурсов в сочетании с оптимальным развитием региона с целью получения максимального хозяйственного эффекта при экономном использовании водных ресурсов.

2) планомерного и пропорционального развития различных отраслей экономики региона, исходя из обеспечения запланированных темпов сельскохозяйственного производства на основе роста орошения как ведущей отрасли.

3) создания условий для постоянного роста национального дохода на вновь осваиваемых массивах с тем, чтобы наряду с высокой эффективностью орошения обеспечить заселение новых земель;

4) охраны естественных ресурсов в процессе освоения и увеличения потенциальной их продуктивности.

Эти принципы могут быть соблюдены, если к освоению новых массивов орошаемых земель подходить как к формированию единого природно-производственного комплекса (ППК), рассматриваемого в качестве оптимального сочетания управляемых природных ресурсов, и специально созданной производственной и экономической базы с целью развития высокопродуктивного орошаемого земледелия и всех сопутствующих отраслей.

В.А. Духовный (Duhovny, 1977) предлагает рассматривать природно-производственный комплекс как сочетание природных условий и экономических факторов, подчеркивая активное участие в комплексе природных ресурсов. При этом отличительными особенностями ППК он считает следующие:

- 1) общность территории и единство схемы водного питания;
- 2) пустынность или полупустынность районов освоения;
- 3) единые технологические связи, обусловленные задачами максимального ускорения развития интенсивного орошаемого земледелия;
- 4) комплексное использование природных ресурсов при максимальной эффективности водного фактора и направленном изменении природных условий в сторону повышения их потенциальной продуктивности;
- 5) большая капиталоемкость наряду с высокой производительностью труда;
- 6) единство планирования, строительства и преобладающей части финансирования; создание единых эксплуатационных органов.

В рассматриваемом комплексе основной ресурс — вода — не только сама воздействует на всю экономику, определяя основные изменения в ней, но и активно влияет на другие природные ресурсы, динамично изменяя их характеристики и подвергаясь изменению при взаимодействии с ними. При этом от направленности изменений природной обстановки зависит успех или неудача в развитии всего комплекса.

В составе ППК выделяется природная и производственная части. Однако природная часть комплекса — это не его исходные составляющие условия, а измененные и преобразованные с помощью воздействия инженерных сооружений и мероприятий.

В результате удаления из природной системы нежелательных с производственной точки зрения ее элементов создаются орошаемые земли, изменяются в той или иной степени климатические, гидрогеологические и другие условия, образуются возвратные (коллекторно-дренажные) воды, а также изменяется объем и качество стока рек.

Под орошаемыми землями подразумевается преобразованные с помощью системы инженерных сооружений и устройств (каналов, дрена-

планировки, техники полива, сооружений), а также мелиоративных мероприятий (окультуривания, промывок и т.д.) ранее неорошенные земли, на которых создано (или усилено) плодородие и которые обеспечиваются подачей в необходимых для выращивания сельскохозяйственных культур и мелиоративных нужд воды и отводом дренируемых вод (Duhovny, 1977). Таким образом, хотя территориально земли остаются теми же, по качеству они резко отличаются от исходных.

С другой стороны, в составе комплекса складывается определенная производственная деятельность, создаются производственные подразделения, устанавливаются технологические и экономические связи между ними. Здесь в первую очередь следует определять основную сферу — орошаемое сельскохозяйственное производство, обеспечивающее получение на орошаемых землях хлопка, риса, зерна, овощей, фруктов, бахчевых и других культур, а также на основе внедрения севооборота и посевов кормовых культур — высокопродуктивное животноводство. Организационной формой этой части комплекса являются совхозы и специализированные предприятия — комплексы по откорму молодняка, по выращиванию птиц и т.д.

Для нормального функционирования основной сельскохозяйственной части комплекса необходимо создание целого ряда вспомогательных служб: ремонтно-эксплуатационных, снабженческих и транспортных предприятий по организации ремонта и технического обслуживания машин и механизмов, обеспечения их ядохимикатами, удобрениями и запасными частями для машин; снабженческих баз по снабжению материалами, нефтепродуктами, топливом и т.д.

Для переработки сельскохозяйственной продукции должны быть организованы предприятия перерабатывающего назначения: хлопкозаводы и хлопкозаготпункты; маслозаводы для переработки продуктов животноводства; консервные заводы и холодильники — для переработки и хранения фруктов, овощей.

Нормальная сельскохозяйственная деятельность в условиях орошения возможна только при четко налаженной службе эксплуатации водохозяйственных объектов, включая обеспечение формирования водных ресурсов, их водораспределения, содержания межхозяйственных сооружений, поддержания и технического обслуживания внутрихозяйственных сооружений, мелиоративного состояния земель и т.д.

Указанный комплексный подход к мелиоративному освоению пустынных земель, ведущий к созданию ППК, стал особенно эффективным при освоении таких районов, как Голодная степь, Каршинская степь, земли Теджинского, Гяурского массивов Туркмении и т.д.

Экологические последствия орошения в пустынных условиях

При развитии орошения в аридных условиях устраняется естественный дефицит влаги, создаются условия для превращения пустынь в высокоплодородные массивы и уменьшается риск опустынивания в системах земледелия. Однако орошение, вторгаясь в сферу природных условий,

коренным образом нарушая их естественное равновесие, часто приводит к неожиданным последствиям, вызывающим "вторичное" опустынивание. Особенно остро этот процесс развивается в определенных условиях и, в частности, при орошении земель с недостаточной естественной дренированностью, когда усиленно развиваются процессы засоления (ирригационное опустынивание); при орошении склоновых земель подгорных долин, где имеются условия для интенсивного развития эрозионных процессов ("эрозионное" опустынивание).

В мировой практике примеров этого явления достаточно: ранее орошавшиеся ныне бесплодные пустыни в междуречье Тигра и Евфрата, огромные массивы засоленных земель в Пакистане, эродированные склоны в Танзании и т.д.

Среди проблем, связанных с влиянием орошения на окружающую среду в аридных условиях остановимся лишь на некоторых, по нашему мнению основных: это качество оросительных вод, вторичное засоление почвогрунтов, качество возвратных вод, изменение рельефа.

Влияние качества оросительной воды на окружающую среду чрезвычайно сложно и многообразно. Оно все более осложняется тем, что минерализация речных вод, забираемых для орошения, за последние десятилетия резко возросла.

В.А. Ковда (1977) указывал, что на современном этапе мировой науке и производству предстоит глубоко войти в проблему качества и химического состава поливных вод.

И действительно, на примере рек Средней Азии установлено, что постоянный рост орошаемых площадей привел к значительному увеличению минерализации вод Амударьи, Сырдарьи, Зеравшана (Чембарисов, 1974).

Влияние качества воды следует рассматривать с двух сторон.

Первое — влияние качества собственно оросительной воды (т.е. воды, используемой в своей главной функции) на "культурную" среду — поле. Это влияние проявляется в рамках сельскохозяйственной деятельности человека.

Второе — влияние качества воды, используемой для орошения, на естественную среду. Это влияние выходит за рамки сельскохозяйственной деятельности человека и приобретает характер экологический, часто социально-экономический. Оросительная система при этом выступает как транспортер геохимических и биогенных элементов в системе "естественная среда — культурная среда — естественная среда".

Именно этот аспект влияния качества воды, используемой для орошения, до недавнего времени часто игнорировался. Влияние качества оросительной воды на культурную среду проявляется через влияние на почву и рост растений.

Независимо от источника все оросительные воды содержат растворенные соли, взвешенные неорганические и органические вещества. Состав и их количество зависят от источника воды и того пути, который она проходит до точки водозабора, климатических, геологических и гидрогеологических особенностей территорий, а также от применяемой агротехники.

В.А. Ковда показал, что химические воздействия воды на орошаемые почвы может быть прямым, косвенным и комбинированным; химический состав оросительной воды динамичен: он изменяется от сезона к сезону под влиянием испарения и осадков.

Особенно сильное влияние качество поливных вод (их минерализация и температура) оказывает на почвы в аридных условиях, где величина испарения превышает величину осадков либо в годовом, либо в сезонном разрезе. Это определяет широкое распространение вторичного засоления земель, что было показано выше. Кроме того, влияние засоления сказывается на качестве сельскохозяйственной продукции. Засоленные земли при сельскохозяйственном использовании требуют значительно больших затрат воды, чем незасоленные, что резко снижает оросительную способность рек.

Наконец, огромный экономический и социальный ущерб наносит полное выпадение из сельскохозяйственного оборота засоленных земель, которое не только приводит к прекращению всей сельскохозяйственной деятельности в целых районах, но и вызывает необходимость перемещения места жительства у тысяч людей.

Одной из важнейших причин, обуславливающих возникновение засоления, является деятельность человека. Недостаточно продуманные методы воздействия на природу с помощью такого мощного средства, как орошение, приводят к аккумуляции и перераспределению солей за счет подъема уровня грунтовых вод, использования оросительных вод повышенной минерализации вследствие отсутствия искусственного дренажа и т.д.

Особо отмечаются факты резкого развития процессов засоления при необоснованном увеличении орошаемых площадей без достаточного увеличения водозабора.

Среди факторов, влияющих на степень и характер засоления почв, следует назвать особенности поливного режима, нормы и сроки полива, состав сельскохозяйственных культур. Поливы напуском и по бороздам приводят к значительному нарушению водно-солевого баланса. Дождевание, подпочвенное, капельное орошение замедляют или сводят на нет этот процесс.

При внедрении технически совершенных оросительных систем, имеющих коллекторно-дренажную сеть, решается проблема максимального сохранения окружающей среды, что может быть достигнуто за счет создания оптимального мелиоративно-экологического режима.

Составной частью круговорота воды является возвратный сток, и потому решение проблем, связанных с отрицательным влиянием его на окружающую среду, неразрывно связано с управлением водными ресурсами в целом. Основными составными частями возвратного стока при орошении являются потери на фильтрацию воды из каналов, поверхностный сток с орошаемых земель и потери воды на глубинное просачивание.

Часть воды, забираемой для орошения, с возвратным стоком попадает в поверхностную гидрографическую сеть или подземные воды, откуда в свою очередь также осуществляется водозабор для целей орошения. Поэтому возвратный сток и его составляющие можно рассматривать

как определенную систему, с выделением в ней ряда подсистем: "подача воды", "орошаемое поле", и "удаление вод". Подсистема "подача воды" включает в себя транспортировку воды от водного источника до орошаемого поля. Основной проблемой здесь является борьба с потерями воды на фильтрацию из каналов.

Вода, просачивающаяся из каналов, может вызвать различные отрицательные последствия. В случае близкого залегания под каналом грунтовых вод фильтрационные потери могут вызвать подъем их уровня. А в условиях недостаточного естественного дренажа это может привести к заболачиванию земель. Если грунтовые воды минерализованы, возможно засоление почв.

Подсистема "орошаемое поле" включает в себя применение воды для орошения, до удаления ее за пределы орошаемого массива. От характера использования воды в подсистеме "орошаемое поле" во многом зависит качество возвратного стока. Применение прогрессивных способов полива (дождевание, внутрипочвенное орошение и т.д.), кроме экономии воды, увеличения урожайности культур и других преимуществ, значительно уменьшает поверхностный сток и потери на глубинное просачивание, что в свою очередь уменьшает содержание солей, питательных веществ, взвешенных частиц и бактерий в возвратном стоке.

Подсистема "удаление воды" включает в себя транспортировку поверхностного и дренажного стока с орошаемого массива в водоприемники.

Поверхностный ирригационный сток может либо возвращаться в оросительную систему, либо сбрасываются в водоприемник. Подземный ирригационный сток может либо удаляться с помощью дренажа, либо просачиваться в более низкие горизонты, где вода часто обогащается солями за счет растворения соленосных пород и затем попадает в гидрографическую сеть.

Для данной подсистемы существует ряд способов предотвращения отрицательного воздействия возвратного стока. Среди них сброс возвратного стока в специально отведенные места и предотвращение таким образом загрязнения поверхностных водостоков; очистка воды возвратного стока перед сбросом; повторное использование воды для орошения; разбавление возвратного стока, что может оказаться эффективным в районах с некоторым избытком воды хорошего качества.

Таким образом, эффективная борьба с отрицательным воздействием возвратного стока требует проведения комплекса мероприятий во всех трех подсистемах, наряду с положительным сельскохозяйственным эффектом, значительно уменьшит вред, наносимый возвратным стоком.

Возвратный сток несет две важнейшие функции "подключения". Во-первых, он подключает к бассейну водоприемника (реки, озера, водохранилища и т.д.) новые источники воды — источники поливной воды. От качества воды этих источников во многом зависит качество возвратного стока и воды в водоприемнике. Во-вторых, возвратный сток геохимически подключает к бассейну водоприемника новые территории, находящиеся под активным воздействием человека (орошаемые земли). Следствием этого является вынос возвратным стоком солей, удобрений, ядохимикатов, органических остатков, бактерий, патогенных веществ и микроэлементов в бассейн водоприемника.

Уже сейчас в ряде районов засоление водоприемников является серьезной проблемой, зависит оно от концентрации солей в поливной воде, объема подаваемой поливной воды, объема воды, просачивающейся сквозь почву, и многократности использования поливной воды. Методы борьбы с засолением водоприемников целесообразно рассматривать отдельно для трех подсистем возвратного стока.

Основным способом уменьшения минерализации возвратного стока в подсистеме "подача воды" является облицовка каналов. При оценке экономической целесообразности этого мероприятия необходимо учитывать выгоды не только от сэкономленной воды, но и от уменьшения отрицательных последствий, вызываемых фильтрацией из каналов.

Эффективным способом улучшения качества ирригационного возвратного стока в подсистеме "орошаемое поле" является совершенствование техники орошения непосредственно в хозяйствах. Первостепенное значение имеет и применение эффективных агротехнических мер. К ним относятся регулирование объема и скорости подачи воды, предотвращение неравномерного распределения воды на полях и значительного глубокого просачивания. Этим задачам соответствует применение передовой техники полива — дождевания и внутрипочвенного орошения вместо поверхностного орошения.

Мероприятия по борьбе с отрицательным влиянием возвратного стока в подсистеме "удаление поливной воды" заключается в строительстве сооружений, перехватывающих поверхностный и подземный ирригационный сток, и сооружений по очистке или отводу перехваченного возвратного стока. Глубокое просачивание может регулироваться при помощи водонепроницаемых экранов.

Засоление водоприемников возвратным стоком с орошаемых площадей являются не единственной проблемой, связанной с общим влиянием на качество поверхностных и грунтовых вод. В некоторых случаях засоление может вообще не происходить или роль его в изменении качества воды в водоприемниках может быть небольшой. Однако нельзя считать, что в этих случаях возвратный сток безвреден.

Загрязнение водоприемников возвратным стоком — не менее серьезная проблема, нежели засоление. Дело в том, что основное направление современного развития сельского хозяйства — интенсификация производства — предполагает не только внедрение орошения и дренажа, но также все более активное применение удобрений, гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и других химикатов. Все эти вещества, попадая с возвратным стоком в поверхностные или грунтовые воды, представляют реальную опасность для обитателей этих вод, а в некоторых случаях для животных и человека. Загрязнение природных вод возвратными стоками (если это загрязнение достаточно сильное) может привести к уменьшению возможности использования воды. В этом случае отрицательное влияние загрязнения, вызванного возвратным стоком, проявляется уже не только в экологическом, но также в экономическом аспекте. Причем, если учесть, что орошение чаще всего применяется в аридных районах, характеризующихся дефицитом водных ресурсов, и что даже небольшие реки в этих районах, которые более всего подвержены загрязнению возвратным

Таблица 11

Изменение природных компонентов под влиянием орошения

Группа природных компонентов и их устойчивость к орошению	Изменения природных компонентов под влиянием орошения	Характер изменений	Отрицательные последствия, связанные с изменениями природных компонентов
Литогенные компоненты, наиболее устойчивые	1. Создание агро-ирригационного рельефа.	Необратимый	Образование оврагов, западин, котловин выдувания
	2. Изменение условий почвообразования	"	Ухудшение физических свойств почвы, снижение ее продуктивности
	3. Изменение водно-физических свойств почвы	Обратимый	Последствия в основном положительные
	4. Изменение запасов солей в зоне аэрации	"	Засоление почвогрунтов, снижение продуктивности, выпадение территорий из сельскохозяйственной обработки
Гидроклиматогенные компоненты, средне-устойчивые	1. Изменение стока рек	Обратимый	Нарушение режима рек, повышение минерализации воды, изменение характера растительности в бассейне реки, ухудшение условий обитания гидробионтов
	2. Изменение минерализации воды в реках за счет поступления возвратного стока	"	Увеличение биологической и химической потребностей в кислороде, повышение содержания токсичных элементов в воде, эвтрофикация, распространение переносчиков заболеваний, изменение цвета и вкуса воды
	3. Общее изменение качества воды в реках за счет поступления возвратного стока	"	Засоление, истощение запасов подземных вод
	4. Изменение уровня грунтовых вод	Обратимый	Засоление почв
Биогенные компоненты слабо-устойчивые	5. Повышение минерализации грунтовых вод	Обратимый, иногда долгосрочный	Последствия в основном положительные
	6. Изменение микроклимата, ветровой обстановки, характера увлажнения в зоне аэрации	Обратимый	Последствия в основном отрицательные
	1. Изменение естественной растительности и фауны	Необратимый	Последствия в основном отрицательные
	2. Изменение культурной растительности	Обратимый	Последствия в основном положительные

стокам, имеют большое значение, то данная проблема представляется весьма важной.

Если рассматривать механизм загрязнения водоприемников в трех подсистемах возвратного стока, то обнаружатся некоторые различия с описанным выше механизмом засоления. Во-первых, уменьшается значение потерь воды на фильтрацию из каналов в подсистемах "подача воды". Во-вторых, возрастает значение поверхностного стока в подсистеме "орошаемое поле" и, естественно, отсутствуют такие специфические процессы повышения минерализации возвратного стока, как "эффект концентрации" и "захвата".

Большинство экологов считают, что орошение является одним из наиболее мощных факторов преобразования естественных ландшафтов в агроирригационные. И немалую роль в этом играет изменение почв и создание нового микрорельефа.

Основными типами мезорельефа, на которых ведется орошаемое земледелие и происходят названные изменения, являются аллювиальные, цокольные и пластовые равнины, лавовые плато, долины, террасы и дельты рек, конусы выноса, отдельные горные участки.

В зависимости от формы мезорельефа, литологического состава пород и техники полива, можно выделить либо ирригационно-эрозионный, либо ирригационно-аккумулятивный новообразовавшийся микрорельеф. При значительных уклонах поверхности, наличии рыхлых или карстующихся пород и поверхностном способе орошения усиливается эрозия, активизируются суффизийные процессы, что приводит к появлению западин, просадок, воронок, далее оврагов, то есть образованию специфического ирригационно-эрозионного рельефа. К эрозионным изменениям можно отнести и последствия проведения планировочных работ.

Аккумулятивные процессы, связанные с орошением, также изменяют характер микрорельефа. В результате орошения первичный рельеф преобразуется в ирригационный или ирригационно-аккумулятивный, причем это преобразование весьма мобильное и недолговременное.

В табл. 11 приведена классификация изменения природных компонентов под влиянием орошения и их направленность.

Глава V Лесомелиорация песков

Организация лесомелиоративного производства

Мелиоративные работы в песчаных пустынях направлены на решение общей задачи — борьбы с опустыниванием. Частные задачи проблемы решаются путем закрепления и облесения барханных песков, восстановления кустарниковой растительности на малопродуктивных пастбищах и комплексного хозяйственного использования мелиорируемых площадей.

Фитомелиоративная практика более чем за столетний период позволила разработать теоретические основы ведения работ в песчаной пустыне и накопить огромный практический опыт хозяйственного использования малопродуктивных песчаных территорий.

Структура мелиоративного производства в настоящее время представлена на рис. 18.

Большая роль в мелиоративном производстве отводится организационным мероприятиям и охране. Их осуществление обеспечивает сохранность растительности на песках при ведении всякого рода земляных работ и особенно при строительстве трубопроводов, транспортировке оборудования, ведении пастбищного хозяйства и т.д. Профилактическими мероприятиями и охраной достигается стабилизация природных процессов, а в ряде случаев восстановление травянистой и кустарниковой растительности.

По оценке ряда исследователей, миллионы гектаров в песчаных пустынях требуют мелиорации. Выполнение планируемых объемов работ, согласно многочисленным методическим указаниям, возможно при механизации трудоемких процессов, внедрения новой технологии. Механизация по этим причинам является одним из ведущих звеньев в производстве.

Широкие перспективы в решении стоящих задач открываются путем внедрения в производство приемов мелиоративного орошения за счет использования местных водных источников (поверхностный водосбор, грунтовые воды, воды артезианских колодцев).

Организация заповедников — форма сохранения природных модельных (эталонных) биоценозов, в разной степени подверженных деградации. Устанавливаемые закономерности развития биоценозов используются для современного и долгосрочного прогнозирования природных процессов в песчаной пустыне под воздействием осуществления различных проектов.

Объект мелиорации — песчаная пустыня — дифференцируется на две части с различным природным потенциалом, интенсивностью протекающих дефляционных процессов: барханные пески и малопродуктивные песчаные территории.

Методы ведения мелиоративных работ в барханных песках определяются в зависимости от целевого решения вопроса. Выделяются мероприятия по мелиорации техногенных песков, защите хозяйственных объектов от песчаных заносов, восстановления пастбищного потенциала территорий.

На малопродуктивных песчаных площадях мелиоративные мероприятия обеспечивают восстановление травянистой и кустарниковой растительности, то есть направлены на восстановление естественных биоценозов, а также на повышение их продуктивности за счет интродукции новых более ценных пород.

Подбор фитомелиорантов, методы их введения в культуру (посев семян, посадка сеянцев) дифференцируется в зависимости от условий местообитания. Так, в Европейской части СССР массивные насаждения из сосны оказалось целесообразно создавать в зонах, где годовое количество осадков превышает 300—350 мм, и куртинные — в зонах с осадками 250—300 мм.

В лесостепной и степной зонах на участках с корнедоступными грунтовыми водами (на глубине 2 м) хорошо произрастают тополя. В южных и юго-западных районах Европейской части СССР на песках с погребенными почвами и глинистыми прослоями оказалось возможным выращивание насаждений из белой акации.

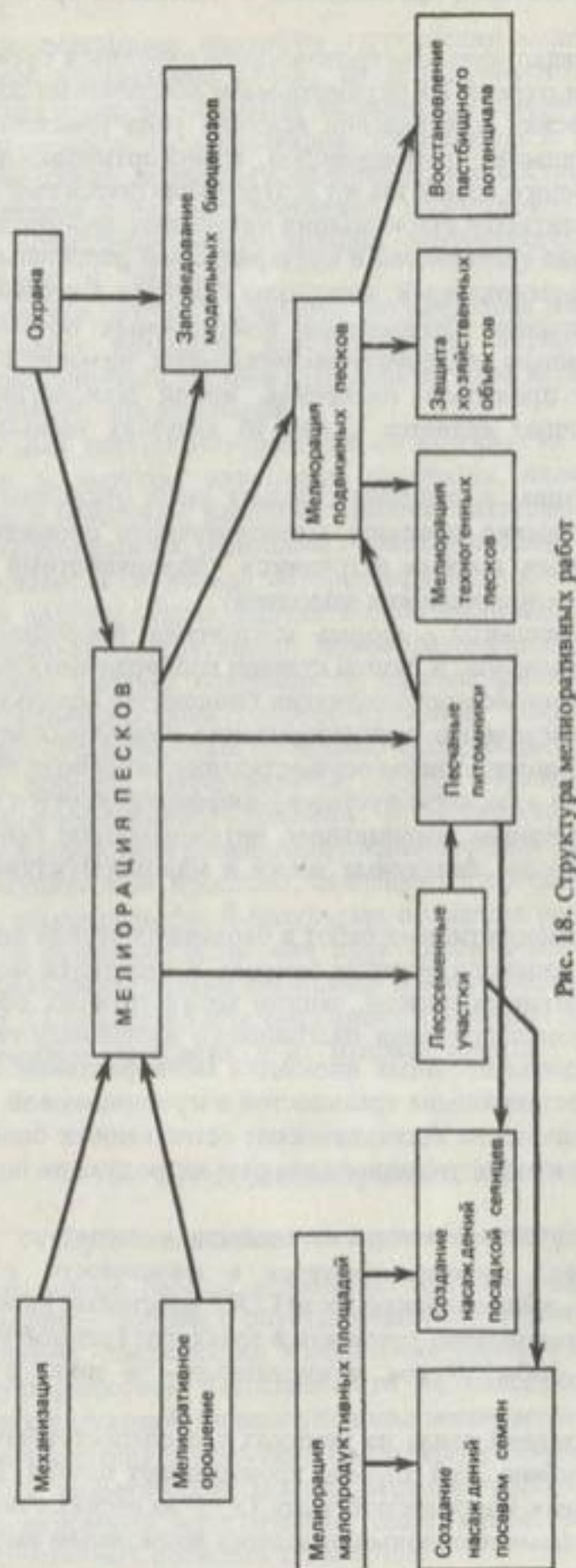


Рис. 18. Структура мелиоративных работ

В пустынях Средней Азии, где годовое количество осадков колеблется в пределах 100–200 мм, мелиорация барханных песков оказалась возможной только растениями-псаммофитами. Теоретическим обоснованием целенаправленного подбора ассортимента растений-пескоукрепителей в пустынной зоне служат разработки М.П. Петрова (1950, 1952) по типологии условий местообитания.

Лесосеменные плантации и песчаные питомники — целевые звенья лесокультурного производства. Высококачественные семена и стандартные элитные сеянцы являются необходимым материалом, обеспечивающим высокую приживаемость и сохранность культур на лесокультурных площадях.

Лесомелиорация подвижных песков Европейской части СССР

Песчаные массивы Европейской части СССР являются ареной разнообразной хозяйственной деятельности человека. Широкомасштабное использование песков в народном хозяйстве оказалось возможным вследствие обеспеченности этих территорий теплом в сочетании с более или менее достаточным количеством осадков и высокой производительностью растительных ценозов (20–25 ц/га надземной фитомассы — Кулик, 1977). Широкое распространение здесь получили: лесоразведение с целью мелиоративной защиты, получения древесины и побочных продуктов лесного хозяйства, пастбищное использование земель, растениеводство, садоводство и виноградарство. Убедительным примером комплексного использования песков может служить опыт освоения песков юга Украины, которые совсем недавно были лишены растительности. В результате комплексного освоения на этих бросовых землях созданы десятки тысяч сосновых насаждений, виноградники (урожайность более 50 ц/га), сады (урожайность яблок 200 ц/га и более), выращиваются бахчевые (урожайность до 200 ц/га). Огромные успехи достигнуты в освоении песков Терско-Кумского междуречья и в других регионах (Виноградов, 1977).

Следует отметить, что лесомелиорация подвижных песков в Европейской части СССР предшествует и постоянно сопутствует комплексному освоению песков. Мелиоративное значение защитных насаждений на малосвязанных почвах очень велико и проявляется в нивелировании и стабилизации рельефа, способствует зарастанию межкулисных пространств кормовыми травами. Снижая скорость ветра, накапливая влагу, препятствуя ее интенсивному испарению, лесные полосы обеспечивают прибавку урожая кормовых трав на 2–6 ц/га и озимой ржи (сено) на 2–3 ц/га. В период пыльных бурь система лесополос уменьшает ветровую эрозию в 6–30 раз по сравнению с контролем (Виноградов, 1977).

Лесные культуры в Европейской части СССР в зависимости от природных условий проектируются как кулисные, куртинные и массивные насаждения. Лесные насаждения, выращиваемые на песках, относятся к лесам 1-й группы.

Основы лесоразведения в подвижных песках были заложены в прошлом веке, когда широко применялось шелюгование, а культуры создавались на участках, закрепленных механическими защитами. В настоящее

время лесоразведение базируется на учете условий местообитания и широкого применения механизации.

УкрНИИЛХ и Нижнеднепровской опытной станцией разработан и широко внедрен в производство метод создания лесных насаждений из сосны на песках степной зоны, где ежегодно промачивается верхний 3–4-метровый песчаный слой (Иванов, Дрюченко, 1969).

Все виды работ по посадке леса механизированы. Технология работ предусматривает предпосадочную полосную (ширина полосы 80–90 см) подготовку почвы на глубину 50–60 см с одновременной затравкой почвы гексахлораном против корнегрызущих вредителей и последующую обработку междурядий с увеличением их ширины до 150 см.

Для облесения песков степной и лесостепной зоны используется в основном сосна обыкновенная. На 1 га высаживается 5–6 тыс. однолетних сеянцев. Размещаются они рядами через 2,5–3 м, а в ряду через 0,7–0,8 м.

В полуаридных областях Европейской части СССР на песках, подверженных интенсивной дефляции, получил распространение метод механизированной глубокой посадки крупномерных сеянцев древесных и кустарниковых пород без применения механических защит, разработанный В.С. Габаем и А.М. Поляковой (1967). Сущность метода заключается в посадке по барханным пескам укорененных растений высотой 120–250 см на глубину 60–70 см. Глубокая посадка крупномерного материала позволяет выращивать древесную растительность в песках, где дефляционные процессы приводят к выносу песка на мелиорируемых площадях до 40 см. Применение крупномерного посадочного материала резко сокращает засекание растений, так как крона саженцев поднята над поверхностью выше активного действия ветропесчаного потока. Корни растений, заглубленные до 60–70 см, не выдуваются в течение всей вегетации, что обеспечивает их хорошее укоренение и отращивание.

Стабилизация рельефа подвижных песков под действием растущих посадок происходит на 3–4-й год их жизни. К этому периоду на лесокультурной площади остается 40–80% растений от первоначально высаженного количества, что достаточно для закрепления песков (Кулик, Зюзь, 1975).

Для облесения песков методом глубокой посадки крупномерных саженцев достаточно высадить 2000 растений на 1 га. Наиболее рациональна следующая схема посадки: ширина междурядий, ориентированных параллельно гребню барханных цепей, 3–4 м, посадка в ряду через 1,5 м.

В зависимости от количества осадков, глубины залегания грунтовых вод и наличия в песке питательных элементов, предлагается различный ассортимент пород. Так, для Западного Прикаспия, где выпадает 300 мм и больше осадков в год, на пылеватых мелкозернистых песках при глубине грунтовых вод до 6–8 м целесообразно использовать тополь евроамериканский. На песках с указанными лесорастительными условиями могут выращиваться также акация белая, вяз мелколистный. На засоленных песках рекомендуется использовать тамариксы. По северному Прикаспию, где лесорастительные условия значительно жестче, облесение песков

методом глубокой посадки рекомендуется вести с использованием джужгуна, ивы каспийской, шелюги, лоха узколистного.

Применение передовых приемов лесоразведения позволило создать на малопродуктивных и бросовых землях Юга и Юго-Востока более 300 тыс. га лесных насаждений (Виноградов, 1977).

Опыт закрепления и облесения подвижных песков в пустынях Средней Азии

Подвижные пески в Средней Азии занимают 5–7% от общей площади пустынь (Петров, 1950; Иванов, 1969). На общем фоне пустынь они представлены отдельными пятнами.

Подвижные пески в песчаных пустынях обычно считаются результатом проявления эоловых процессов, обусловленными большими скоростями ветра, незначительным количеством атмосферных осадков, скудной растительностью и широким распространением рыхлых четвертичных отложений. К факторам, способствующим росту площадей подвижных песков, следует отнести и нерациональные формы ведения хозяйства в пустынях.

На примере пустынь Туркменистана можно проследить характер распространения барханных песков, их генезис и формы ведения защитных мероприятий. В пустынях Туркменистана подвижные пески занимают 1 млн. 323 тыс. га. В пределах северной части Западно-Туркменской низменности их площадь составляет 334,17 тыс. га, а с учетом развеваемых солончаковых поверхностей — 430 тыс. га (Леваднюк, 1963). В Юго-Восточных Каракумах по берегам Амударьи ими занято 815,7, в низовьях Амударьи — 65, в Центральных и Заунгузских Каракумах — 12,8 тыс. га (Свинцов, Мовчан, 1978).

Образование подвижных песков в различных регионах республики происходило в различное время. На большей части Западно-Туркменской низменности формирование барханного рельефа происходило в послехвалынское время и в период низкого стояния уровня Каспия, когда под влиянием эоловых процессов стали интенсивно развеиваться морские и аллювиальные отложения (подвижные пески Дарджакум и Кызылкум). Здесь же имеются и весьма молодые барханные образования (Келькорский барханный массив), сформированные за счет развеивания новокаспийских отложений уже в историческое время, примерно в течение последних 120 лет. Процессы рельефообразования в этом районе в настоящее время проявляются с большей интенсивностью, способствуют дальнейшему осложнению существующего рельефа, а также возникновению молодых эоловых форм в прибрежной зоне Каспия.

Крупнейший песчаный массив подвижных песков в Низменных Каракумах (Джилликумы) образован в процессе эоловой переработки отложений заунгузской свиты, сохранившейся в этом районе после регрессии акчагыльского моря и последующей эрозионной деятельности пра-Амударьи (Каленов, 1973).

Массивы подвижных песков южнее Джилликумов сформировались под влиянием антропогенных факторов в современный период в результате дефляции песчано-глинистых аллювиальных отложений древней дельты Амударьи.

Формирование массивов подвижных песков под влиянием антропогенных факторов в Каракумах отмечается у водопойных пунктов, в местах вырубки кустарниковой растительности, прокладки газо- и нефтепроводов, проведения геологических изыскательских работ.

Подвижные пески — динамичные формы рельефа. Их движение зависит от силы и направления господствующих ветров, гранулометрического состава и степени увлажненности. В Каракумах факторы, влияющие на перемещение песка, однотипны — меняется только ветер. Он и определяет интенсивность движения.

В.А. Дубянский (1928), Б.П. Орлов (1928), М.П. Петров (1950) экспериментально установили, что при периодически меняющихся ветрах, противоположных по направлению, но равных по силе, барханные пески испытывают колебательное движение; при преобладании ветра одного из направлений барханные цепи испытывают колебательно-поступательные движения; в районах, где господствуют ветры одного направления, происходит поступательное движение.

В пустынях Туркменистана по типу подвижных песков выделяются два района. В Низменных, Заунгузских и Юго-Восточных Каракумах подвижные пески под влиянием преобладающих северных ветров смещаются на юг на 1–8 м. Сезонные смещения при этом достигают 20 м. Подвижные пески, размещенные по северной части Западно-Туркменской низменности, под влиянием преобладающих ветров северных и северо-восточных направлений движутся только поступательно на юго-запад. За двадцать два месяца наблюдений здесь зарегистрировано продвижение барханных форм на 90 м у ст. Айдин и на 86 м в районе Кумдага.

Движение подвижных песков под действием ветра приводит к песчаным заносам хозяйственных объектов, орошаемых земель, железных и шоссейных дорог или же выдуванию оснований конструкций ЛЭП, газо- и нефтепроводов. В Среднеамударьинском оазисе в 20–30-е годы барханные пески ежегодно засыпали десятки гектаров орошаемых земель. Полное засыпание песком грозило городу на Амударье Турткулю. Катастрофическое положение складывалось в Бухарском оазисе, где песок засыпал тысячи гектаров орошаемых земель (Петров, 1950), огромный ущерб подвижные пески наносили земледелию в низовьях Амударьи и т.д.

Традиционные методы закрепления и облесения подвижных песков. Первые сведения о борьбе с подвижными песками в Средней Азии относятся к восьмидесятым годам прошлого столетия. В этот период на строящейся Закаспийской железной дороге для защиты железнодорожного полотна от песчаных заносов и выдувания применялись покрытия из глины и балласта, устилки из сухой травы и веток кустарников.

Высокорядные (до 1 м) защиты в виде заборчиков стали применяться на железной дороге в девяностых годах прошлого столетия по рекомендации В.А. Обручева. Они использовались для задержания поступающего к железнодорожному полотну песка, его аккумуляции и образования песчаных валов, которые, как считалось, сами могут выполнять защитную роль.

Позднее усилиями многих исследователей высокорядные защиты были модернизированы. Вместо однорядных защит стали применять систему из

рядовых защит в виде параллельных рядов или клеток. Высота их уменьшилась до 20–30 см, поэтому защиты стали называться стоячими полускрытыми.

Стоячие, стоячие полускрытые, сплошные и полосные устилочные защиты применялись для полного прекращения переноса и дефляции песков, создания благоприятных условий для роста и развития создаваемых насаждений.

Нормы расхода защитного материала для устройства высокорядных рядовых и стоячих полускрытых защит, а также сплошных устилочных до последнего времени были весьма велики и достигали 300–500 м³/га (Ходжаев, 1947).

В Среднеазиатском научно-исследовательском институте лесного хозяйства в конце пятидесятых годов были тщательно испытаны все существующие типы и конструкции механических защит из тростника и полыни на устойчивость и эффективность закрепления песка при ветровом режиме до 17–18 м/сек. В зависимости от устойчивости в полевых условиях были определены параметры использования тех или иных видов защит, внесены коррективы в конструкцию и на расход защитного материала (Степанов, 1959). Для использования в производстве рекомендованы:

1. Стоячие плотные, несколько облегченные механические защиты высотой 0,3–0,7 м — с расходом на их устройство растительного прямостебельного материала 90–100 м³/га и 150 м³/га для клеточных;
2. Полускрытые стоячие механические защиты высотой до 20 см с расходом на их устройство прямостебельного растительного материала 60–90 м³/га;
3. Устилочные рядовые механические защиты с расходом на их устройство прямостебельного растительного материала 60–90 м³/га;
4. Устилочные "продольные" механические защиты с шириной ряда 25–35 см с расходом на их устройство 30–40 м³/га любого местного подручного растительного материала.

Технология устройства стоячих механических защит сводится к следующему: по предварительно промаркированной линии роется канава на глубину 20 см. Затем на одну сторону канавки раскладывается защитный материал, ставится в вертикальное положение, с двух сторон присыпается песком и утрамбовывается.

Устилочные рядовые защиты устраиваются раскладкой растительного материала толщиной 5–7 см. Устойчивость обеспечивается набрасыванием песка на центральную часть ряда.

Устилочные "продольные" защиты обычно устраиваются из прямостебельного растительного материала (камыш), толщина защит 10–15 см, ширина 25 см. При раскладке материала вдоль линии защит пучки стеблей должны перекрываться и в местах стыка присыпаться песком.

Механические защиты в барханных песках устраиваются с ноября до конца января (Гвоздилов, 1962). В этот период подвижные пески имеют более или менее устойчивый профиль, а влажность субстрата значительно облегчает установку защит.

Устилочные защиты устанавливаются в любое время года, но наиболее благоприятным считается весеннее время. При более ранних сроках уст-

Таблица 12

Расстояние между рядами механических защит, м,
при высоте 30 см (Степанов, 1963)

Защиты	Скорость ветра, м/сек	Расстояние между рядами при крутизне склонов		
		5°	10°	15°
Стоячие	< 17–18	4,2	3,0	2,1
	> 18	3,3	2,1	1,2
Устилочные	< 17–18	4	3	2
	> 18	3	2	1

ройства они не удерживают высеваемые семена, так как засыпаются песком.

Оптимальные расстояния между рядами мехзащит приведены в табл. 12.

Все виды механических защит рекомендуется устанавливать на нижней половине наветренных склонов барханных цепей, где имеются благоприятные лесорастительные условия и механические защиты меньше повреждаются ветром.

Составной частью защитных мероприятий являлось и выращивание насаждений. Выращивание культур производилось посевом семян, посадкой черенков или сеянцев растений-пескоукрепителей. В практике использовались следующие посевные и посадочные нормы на 1 га закрепляемой площади: семян — 3 кг саксаула, 4 кг черкеза Палецкого, 8 кг кандыма; черенков — 3000 шт. сеянцев — 3000 шт.

Посев семян производился сразу же после установки механических защит. Высевались семена разбрасыванием без заделки, с заделкой в лунки или строчкой. Свежезаготовленные черенки или сеянцы высаживались вдоль механических защит в феврале–марте. При необходимости осенних посадок их делали после окончания вегетации растений, когда песок промачивался атмосферными осадками до глубины не менее 50 см. Посадки в барханных песках, закрепленных механическими защитами, проводились под меч Колесова или лопату. Наиболее результативными считались комбинированные посадки — посевы кустарников-псаммофитов: 50% нормы посева семян и 1500 шт. черенков или сеянцев на гектар.

Разработанные способы закрепления подвижных песков позволили успешно вести работы по защите хозяйственных объектов от песчаных заносов. В защитных мероприятиях они применялись дифференцированно, в зависимости от лесорастительных условий, интенсивности ветрового режима и характера защищаемого объекта.

При решении общих мелиоративных задач (восстановление кустарниковой растительности на барханных песках) на участках с благоприятными лесорастительными условиями, слабым и умеренным ветровым режимом (среднегодовые скорости ветра 2–4 м/сек) для стабилизации релье-

фа использовались полосные устилочные механические защиты, а культуры создавались посевом семян. В районах с жесткими лесорастительными условиями (засоленные пески, глубокие грунтовые воды и сильный ветровой режим — среднегодовая скорость ветра выше 5 м/сек) эти работы велись при использовании клеточных стоячих полускрытых механических защит, а культуры создавались посадкой сеянцев.

Защита некоторых категорий объектов оказалась возможной при соблюдении определенных требований. Каналы, дренажные коллекторы, железные дороги, сельскохозяйственные угодья, промышленные объекты защищались в том случае, если исключалось поступление песка к объектам в виде барханных форм и в ветропесчаном потоке. Необходимые условия обеспечивались устройством стоячих или полускрытых механических защит. Для условий Средней Азии, где среднегодовой объем переноса песка за год составляет 22–25 м³/пог. м, весь поступающий объем песка задерживается стоячими полускрытыми механическими защитами, установленными рядами через 3 м и в полосе шириной 150–180 м (Степанов, 1963).

На газо- и нефте- и водопроводах аккумуляция переносимого песка считается положительным фактором, обеспечивающим их защиту. Требуемый эффект достигается устройством различных типов мехзащит, а также посадкой сеянцев растений-пескоукрепителей.

Защита автомобильных дорог от песчаных заносов, а также предупреждение раздувания откосов и придорожных полос выполнялись различными методами. Дефляционные процессы в придорожной полосе и на откосах предотвращались отсыпкой указанных мест гравием, глиной или нанесением химических препаратов. Широко использовался также метод задержания подступающего к дороге песка с помощью механических защит. Местами создавались условия для безаккумуляционного переноса песка через проезжую часть путем выполаживания придорожной полосы, закрепления ее гравием или вяжущими веществами.

С использованием традиционных форм защиты только с 1945 по 1965 г. в Туркмении и Узбекистане было закреплено и облесено около 640 тыс. га. За 1968–1978 гг. эта площадь увеличилась еще на 180 тыс. га (Петров, 1977). Полностью была ликвидирована угроза песчаных заносов орошаемых земель в пойме Амударьи, в Бухарском оазисе, низовьях Зеравшана. Для защиты сельскохозяйственных угодий в указанных районах были созданы защитные насаждения на песках площадью соответственно 80, 150, 60 тыс. га. Объем защит, установленных на приоазисных песках Среднеамударьинского оазиса составил 15 тыс. га. Защита крупнейшего гидротехнического сооружения — Каракумского канала — была обеспечена установкой мехзащит на площади 2000 га. Бесперебойная эксплуатация Среднеазиатской (Закаспийской) железной дороги была обеспечена выполнением защитных мероприятий, включающих установку механических защит на площади около 25–30 тыс. га. Вдоль железных дорог на территории Туркменистана до сего времени ежегодно устраиваются защиты на площади 150 га.

Технические методы закрепления и облесения подвижных песков. Пескоукрепительные работы, выполненные в пустынях Средней Азии

с помощью традиционных методов, позволили ликвидировать угрозу песчаных заносов для городов, орошаемых земель, каналов и других объектов. Однако основные массивы подвижных песков, расположенных вдали от оазисов, остались в неизменном виде. Их мелиорация на базе существующей технологии и агротехники с экономической точки зрения оказалась нерентабельной.

Вопрос о мелиорации крупных барханных массивов был поднят в период интенсивного промышленного и сельскохозяйственного освоения природных богатств пустыни. Приведенные в нашей стране исследования по решению этих задач можно рассматривать как второй этап разработки приемов борьбы с подвижными песками, базирующийся на максимальном использовании механизации трудоемких процессов.

В экстрааридных условиях Средней Азии механизация пескоукрепительных и лесокультурных работ оказалась возможной при использовании химических препаратов для закрепления песчаной поверхности. Научно-исследовательскими институтами к настоящему времени выявлен ряд химических веществ использование которых обеспечивает надежное закрепление и облесение песчаной поверхности. Уже испытано более сотни различных вяжущих веществ (Фазылов, 1977). Перспективными в СССР считаются нэрозин, отходы нефтепродуктов, ССБ (сульфитно-спиртовая барда), гассиполова смола (хлопковый гудрон) и другие. Разработаны различные технологические приемы нанесения вяжущих веществ на песчаную поверхность (Габай, Подгорнов, 1973; Закиров, Мольдерф, 1974; Свинцов, Мовчан, 1978). Предусмотрена полная механизация трудоемких процессов, возможность ведения пескоукрепительных работ в сочетании с лесокультурными.

Посадки леса в барханных песках по новой технологии выполняются с помощью лесопосадочных агрегатов ЛПА-1, ЛМБ-1 и других на тяге трактора ДТ = 75. В качестве посадочного материала используются сеянцы кандыма и черкеза — растений, наиболее приспособленных к произрастанию на мелиорируемых участках.

Посадка леса по новой технологии ведется полосами через 6 м, ориентированными параллельно гребню цепи. В различных типах рельефа (мелко-, средне-, крупно- и высокобарханные цепи) полосные посадки ведутся в различных местах. В мелкобарханных песках сеянцы высаживаются на площадях между цепями и на нижней части самих цепей. В среднебарханных песках сеянцы высаживаются в межбарханных понижениях и на наветренном склоне до $2/3$ его высоты. В крупно- и высокобарханных песках сеянцы высаживаются только на наветренных склонах до $2/3$ их высоты. По рекомендуемой схеме на наветренных склонах крупно- и высокобарханных цепей можно разместить 5—7 полос.

Для механизированной посадки леса используются сеянцы с хорошо развитой стержневой корневой системой длиной не менее 30 см и надземной частью высотой не менее 50 см. Высаженные сеянцы в оправке не нуждаются. Для повышения приживаемости перед посадкой целесообразна обрезка $2/3$ надземной части сеянцев. Агрегат обслуживается трактористом и двумя рабочими. За 7-часовой рабочий день обеспечивается посадка в барханных песках от 6 до 10 тыс. сеянцев.



Рис. 19. Нанесение вяжущих веществ на песчаную поверхность.



Рис. 20. Культура черкеза Палецкого на барханных песках, закрепленных вяжущими веществами

Пескоукрепительные работы выполняются с помощью различных пескоукрепительных агрегатов. Пескоукрепительные агрегаты, используемые в СССР, обеспечивают нанесение вяжущего вещества на поверхность песка полосами шириной 1 или 2 м, а также полосами шириной до 10 м (рис. 19).

При полосном закреплении наветренных склонов первоначально закрепляется самый нижний ряд посадки, а потом размещенные выше по склону или наоборот.

Технология нанесения вяжущего вещества следующая. Пескоукрепительный агрегат заезжает на ряд посадки так, чтобы высаженные растения оказались в просвете между гусеницами. Двигаясь вперед по ряду, агрегат наносит вяжущее вещество на поверхность. Таким образом достигается требуемый эффект — фиксируются места посадки.

При ширине закрепления полос до 2 м межполосные незакрепленные участки на мелиорируемой площади могут достигать 4 м. Меняя расстояние между посадочными полосами, можно при необходимости изменить и ширину незакрепленных участков.

При сплошном закреплении наветренных склонов вяжущее вещество наносится вначале на нижней части склона, а затем на более высоких относительных отметках. Линии для прохода агрегата по наветренным склонам обычно выбираются трактористом глазомерно, но соблюдается условие — обязательное перекрытие периферии закрепленного участка закрепляемым. Полосное закрепление можно вести при ветрах скоростью до 8 м/сек, а сплошное при ветрах не выше 6 м/сек.

Пескоукрепительный агрегат обслуживается трактористом и одним рабочим. За семичасовой рабочий день с помощью агрегата на тяге ДТ-75 разбрызгивается 6–9 вяжущих материалов, накладывается 3000–5000 пог. м полос шириной до 2 м при расходе на 1 м² вяжущих веществ 1 л или отрабатывается при сплошном закреплении 15 000 м² с расходом на 1 м² 0,4–0,5 л вяжущих веществ. Норма расхода вяжущих веществ на 1 м² колеблется в зависимости от используемого вещества и способа закрепления поверхности (табл. 13).

Используя изрозин, нефть, мазут и другие производные нефтепродуктов, мы получаем защитные покрытия, обладающие определенной эластичностью, а гассиполова смола, ССБ дают жесткие корки. Покрытия с упругими связями более устойчивы к механическим воздействиям, в то время как жесткие корки легко поддаются повреждению при механическом воздействии. Рассматриваемые химические препараты дают покрытия, старение и естественное разрушение которых происходит на третий-четвертый год. У покрытий с жесткими корками этот срок меньше. Период действия покрытий обеспечивает время, необходимое для роста и развития культур, когда посадки начинают выполнять противозероизирующую и пескоукрепительную роль.

Лесокультурным и пескоукрепительным работам в барханных песках должна предшествовать подготовительная работа. Ее цель — устройство временных подъездных путей по мелиорируемому объекту. Подъездные пути устраиваются поперек рельефа через 500 м для перехода лесопосадочного и пескоукрепительного агрегатов с одной барханной цепи на другую.

В качестве фитомелиорантов барханных песков Средней Азии оказались эффективными растения рода *Calligonum*. Они имеют приживаемость в пределах 80–90% и сохранность 60–70%; а саксаул белый и черный как культуры-пескоукрепители считаются эффективными на более поздних этапах облесения песков (рис. 20).

Таблица 13

Расход вяжущих веществ при закреплении песчаной поверхности

Вяжущее вещество	Способ закрепления поверхности	Расход на 1 м ² , л	Толщина формирующихся покрытий, мм
Изрозин	Сплошное	0,4–0,5	4–5
	Полосное	0,6–0,7	6–7
Мазут	Сплошное	0,8–1,0	8–10
	Полосное	1,0–1,5	10–15
Гассиполова смола (хлопковый гудрон)	Сплошное	0,45–0,5	10–12
	Полосное	2	20

* По данным А.М. Адылходжаева (1976) и А.А. Леонтьева (1975).

Согласно "Правилам приемки в эксплуатацию защитных лесонасаждений в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях" (1972), утвержденным Гослескомитетом, Министерством сельского хозяйства и Институтом "Туркменгипрозем", в категорию лесопокрываемых площадей переводятся мелиорируемые участки, где на четвертый год насчитывается более 250 кустов на 1 га, равномерно распределенных по площади.

Приживаемость культур в барханных песках при использовании в качестве посадочного материала семян кандыма позволяет требуемый минимум иметь при посадке 500 семян на гектар. В сложившихся природных пустынных биоценозах насчитывается 650–750 кустов на гектар. Поэтому для ускорения процесса зарастания мелиорируемых площадей, а главное, достижения создаваемыми насаждениями плотности естественных биоценозов, необходимо высаживать 1000–1100 семян кандыма или черкеза на 1 га мелиорируемой площади барханных песков.

Рельеф барханных песков в пустынях, независимо от региона, формируется барханными цепями. Ориентация их может меняться от меридианальной до широтной. Строение барханных цепей асимметричное, с явно выраженным пологим наветренным и крутым подветренным склоном осыпания. В барханных песках только в межбарханных понижениях и на наветренных склонах имеются благоприятные условия для произрастания культур. На долю указанных участков в барханных песках приходится до 70% площади. Таким образом, на одном гектаре площади барханных песков мелиоративные работы возможны только на 70% (0,7 га). На этой площади целесообразна посадка 1000–1100 семян кандыма или черкеза. Сеянцы высаживаются рядами через 6 м, а в рядах через 1 м.

При выполнении общих лесовосстановительных работ в барханных песках длина накладываемых защитных полос на 1 га мелиорируемой (физической) площади составляет 1100 пог. м, а площадь покрытия из вяжущих веществ при ширине полос 2 м — 2200 м². Защита хозяй-

Таблица 14

Расход вяжущих веществ на 1 га
в зависимости от способа нанесения

Вяжущее вещество	Способ нанесения	Расход т/га	Цена 1 т, руб.	Стоимость препарата руб/га
Нэрозин	Полосное	0,9–1,1	50	45–55
	Сплошное	4,2–4,9		210–250
Мазут	Полосное	1,8–2,2	24	43–53
	Сплошное	7,0–10,5		168–252
Гассиполова смола	Сплошное	3,5–5,6	20	70–112
Нефть	Полосное	4,4	12	52

ственных объектов от песчаных заносов осуществляется сплошным закреплением поверхности. Закрепляемая площадь на 1 га в этом случае составляет 7000 м² (табл. 14).

Стоимость вяжущих веществ, расходуемых на закрепление 1 га физической площади барханных песков, зависит от используемого препарата и способа закрепления песчаной поверхности. Затраты на вяжущее вещество при полосном закреплении мазутом, нефтью составляют 45–55 рублей. При сплошном закреплении расход средств на вяжущие вещества возрастает до 170–250 руб.

Оснащенность предприятий техникой — одно из условий успешного ведения механизированных лесокультурных и пескоукрепительных работ в барханных песках. Хозяйства, планирующие такие работы, должны иметь вяжущее вещество, посадочный материал, спецагрегаты для посадки семян, нанесения вяжущих веществ и их транспортировки.

В СССР некоторые вяжущие вещества в связи со спецификой их производства поставляются потребителю партиями — 50–60 т (нэрозин, хлопковый гудрон и т.д.). В связи с этим в первую очередь необходимо приобретение или строительство емкостей для их складирования.

Как показал опыт, для объединения в едином технологическом цикле работы при посадке леса и закреплению песков следует вести комплексно, одной бригадой укомплектованной лесопосадочной машиной, агрегированной с ДТ-75, двумя пескоукрепительными агрегатами, двумя автомашинами АНМ-53 для перевозки вяжущих веществ, а также бульдозером для устройства подъездных путей.

Система машин, предлагаемая для проведения механизированных лесокультурных и пескоукрепительных работ, обеспечивает за семичасовой рабочий день посадку леса на площади 4,5 га, полосное закрепление на площади 2,7 га, сплошное закрепление на площади 2,1 га.

Механизированная посадка леса в барханных песках с помощью ЛПА-1 позволяет повысить производительность труда при выполнении пескоукрепительных работ с помощью пескоукрепительного агрегата повышается в 20–25 раз по сравнению с установкой механических защит. Прямые затраты на все виды работ по мелиорации песков при использо-

вании механизации сокращаются в 4–5 раз, или с 950–1200 рублей (затраты на установку клеточных защит 3 × 3 и 2 × 2 м и посадку леса) до 180–300 рублей (затраты на закрепление песчаной поверхности полосами из вяжущих веществ и посадку леса).

В СССР с помощью различных химических веществ уже закреплены тысячи километров трубопроводов, в частности, межконтинентальные газопроводы Бухара–Урал, Средняя Азия–Центр и сотни километров автомобильных дорог. В широких масштабах вяжущие вещества используются для стабилизации барханного рельефа при облесении песков.

Агролесомелиорация малопродуктивных песчаных пастбищ. Примером рационального применения агролесомелиорации может служить опыт повышения продуктивности песчаных пастбищ путем создания пастбищных полос.

Создание насаждений на малопродуктивных пастбищах в Средней Азии ведется различными методами. Местами предпочтение отдается широким и узким пастбищезащитным полосам, местами практикуется массивная мелиорация площадей с целью создания долговечных зимних пастбищ.

Широкополосный способ создания пастбищезащитных полос из черного саксаула разработан Всесоюзным институтом каракулеводства МСХ УзССР. Выращивание черного саксаула предусматривается посевом семян на вспаханных полосах 25-метровой ширины, с междурядными расстояниями в 150–200 м. Метод рекомендуется использовать на участках с благоприятными лесорастительными условиями, на подгорных равнинах с хорошо развитыми песчаными пустынными слабогипсовыми почвами со сравнительно большим количеством осадков (180–200 мм).

Созданием пастбищных полос предлагает мелиорировать малопродуктивные пастбища СредазНИИЛХ (Леонтьев, 1962; Леонтьев и др., 1973). Но пастбищезащитные полосы 25-метровой ширины считается целесообразным создавать путем распахки не всей полосы, а пяти узких полутораметровых полос и строчным посевом семян саксаула в них. Расстояния между узкими полосами рекомендуются равными 5–8 м. Полосы, созданные данным способом, выполняют те же пастбищезащитные функции, что и сплошные 25-метровые. Использование систем узких полос обеспечивает сохранение естественной растительности на не вспаханных участках, на восстановление которой в широкорядной полосе требуется 6–7 лет. Применение узкополосного способа рекомендуется в типичных условиях песчаной пустыни (80–120 мм осадков в год, недоступные для растений грунтовые воды).

Институтом пустынь АН СССР (Овезлиев и др., 1972) предлагается создание пастбищезащитных полос на мелиорируемых площадях полосами шириной 1–1,5 м, размещенных через 5–6 м. Под культуры рекомендуется использовать пологоволнистые, мелкобугристые и среднебугристые пески, где грунтовые воды залегают на глубине 3 м. Предпосевная подготовка почвы — вспашка, способ создания насаждений — посев семян.

В практике создания пастбищезащитных полос в Каракумах, согласно проектным заданиям, ведется кулисами. Кулисы представляют собой

систему из трех полос шириной 1–1,5 м, размещенных через 5–6 м. На мелиорируемой площади кулисы размещаются через 30–50 м. Способ появился в результате трансформации рекомендаций Института пустынь и СредазНИИЛХ, с учетом традиционных для Туркменистана методов мелиорации малопродуктивных пастбищ.

Улучшение пастбищных угодий, создание зимних пастбищ в пустынной зоне, где среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 170–250 мм, а почвы богатые (лессовидные) рекомендовано Н.Т. Нечаевой (Нечаева и др., 1958, 1974). Предпосевная подготовка почвы здесь ведется распашкой кулис шириной 110–15 м, с оставлением нераспаханных интервалов такой же ширины или вдвое шире. Культуры создаются посевом семян с последующей их заделкой.

Улучшение пастбищных угодий на площадях с жесткими лесорастительными условиями (уплотненные серо-бурые почвы или такыры и такыровидные почвы) предлагается соответственно по фону песконакопительных и влагонакопительных борозд (Момотов, 1973). Борозды нарезаются КЗУ-0,3 или специальными плугами. Агротехника выращивания кормовых растений предусматривает предварительное пескование борозд или влагозарядку за счет поверхностного стока атмосферных осадков, а затем посевов семян вводимых в культуру растений.

В песчаных пустынях Средней Азии пастбищезащитные насаждения повышают на 14–16% урожайность кормовых растений в межполосных пространствах, а емкость пастбищ при этом возрастает на 30–40%. На полынь полосы действуют несколько угнетающе, положительное влияние они оказывают на солянки и эфемеры. Эфемеры, находясь под защитой полос, отлично сохраняются в засохшем виде — меньше подвержены ломке и осыпанию. В ТуркмССР к 1979 г. на полосной распашке заложены насаждения на площади 298,1 тыс. га, в УзССР на площади 357,3 тыс. га, что позволило повысить продуктивность пастбищ в Туркменистане 1,4 млн га и в Узбекистане 1,6 млн. га.

Пастбищезащитные полосы на пастбищах не только выполняют мелиоративную роль, но и выступают как защита для овец во время непогоды. В суровую снежную зиму 1968–1969 гг. отары овец, находящиеся среди саксауловых посадок, почти не пострадали, в то время как на открытой степи погибла часть поголовья. Роль лесонасаждений как защитных устройств велика и в летнее время. Участки с лесонасаждениями способны трансформировать любые критические метеоусловия, вызывающие нарушение нормальных физиологических функций. Это обеспечивает повышение мясной продуктивности на 10–18%, выживаемость и сохранность молодняка (овец) — на 8–15%, настриг шерсти — на 7–13% (Виноградов, 1977).

Принципы подбора площадей под культуры, агротехника создания пастбищезащитных полос в песчаных пустынях специфичны. Под пастбищезащитные полосы отводятся относительно ровные, тракторопроходимые площади, обводненные, используемые под выпас, но бедные по составу растительности или обедненные в результате перевыпаса и вырубки кустарников на топливо. Улучшаются пастбища, продуктивность которых снижена в полтора-два раза.

При выборе площадей под посев необходимо учитывать, что лучшие условия произрастания для саксаула создаются там, где весной и в раннелетний период поверхностный горизонт влажности, образованный за счет атмосферных осадков, смыкается с нижележащими увлажненными горизонтами. Корни саксаула в этом случае легко проникают в нижележащие влажные слои почвогрунта, что обеспечивает сохранность этих растений. Если же эти горизонты влажности разделены весной слоем песка с труднодоступной влагой, то произрастание кустарников здесь не обеспечено.

Среднемесячные запасы допустимой влаги в полуметровом слое почвы весной (март, апрель, май) должны быть не ниже 220–250 м³/га (Леонтьев и др., 1973). Запасы влаги А.А. Леонтьев предлагает определять по формуле: $Q = VB \cdot H$, где Q — запас влаги в м³/га; V — объемный вес почвы; B — влажность песка в %; H — мощность горизонта в см.

А.А. Леонтьев считает, что запасы доступной влаги в двухметровом слое, равные 220–300 м³/га, позволяют вырастить в среднем на гектаре 600–700 кустов черного саксаула высотой 1–2 м, с диаметром кроны около 1,5 м.

Рассмотренные условия должны учитываться и при подборе площадей, предназначенных под посадку леса, так как и при посадке в первую очередь необходимы достаточные запасы влаги в почве и благоприятные почвенные условия.

В задернелых песках пахота почвы — необходимый агротехнический прием при полосных посевах и посадках растений-псаммофитов в борьбе с конкурирующей травянистой растительностью, а также для улучшения водно-физических и химических свойств почвы. Глубина пахоты зависит от механического состава почвы. На легких супесчаных почвах вспашка проводится на глубину 20–22 см, на сильнозасоренных и задернелых почвах — на глубину распространения дернины (до 25–30 см). На серо-бурых почвах (солянковые, астрагалово-вьюнковые, полынно-эфемеровые пастбища) глубину вспашки также следует доводить до 28–30 см (Леонтьев и др., 1973).

Боронование почвы — необходимый элемент предпосевной подготовки почвы. Боронование обеспечивает лучшее распределение и заделку семян, повышает результативность лесных культур. Лучший срок пахоты — поздней осенью, после выпадения первых осадков (зяблевая вспашка). Если вспашка проводится осенью, а посев весной, перед посевом на такыровидных почвах необходимо вторичное боронование. Полосы распахиваются поперек господствующих ветров.

С целью создания пастбищезащитных полос рекомендуется узкополосной посев, преимущественно строчной. Он проводится специальными сеялками (ССТ — сеялка саксауло-травянистая). При отсутствии в хозяйствах специальных сеялок посев ведется с трактора или автомашины с последующей заделкой семян бороной. Семена саксаула заделываются на глубину 2–3 см, черкеза — 2–3 см, кандыма — 5–7 см. Сроки посева — декабрь–середина марта. В южных районах посев рекомендуется заканчивать 15–20 февраля, в северных — в середине марта.

Таблица 15

Норма высева семян саксаула черного
в зависимости от хозяйственной годности
(ГОСТ № 13855-68)

Класс сортности	Хозяйствен- ная годность, %	Норма высева, кг/га	
		свободный посев	посев с заделкой
1	38,5	5	3
2	33,0	6	3,6
3	27,5	7	4,2

Расход семян при создании пастбищезащитных полос из саксаула 3 кг на гектар улучшаемой площади. Высеять можно семена I, II класса сортности (табл. 15).

Передовой отечественный и зарубежный опыт рекомендует и другие приемы лесоразведения в экстрааридных условиях, обеспечивающих высокую приживаемость и сохранность культур. В частности предлагается при создании насаждений взамен семян использовать посадочный материал, а также посадочный материал с закрытой корневой системой.

В Туркмении создание защитных лесонасаждений из псаммофитов посадкой семян практикуется с начала 70-х годов. Площадь лесонасаждений, создаваемых посадкой семян, в Средней Азии пока незначительна. В Туркмении этим способом выращиваются ежегодно лесонасаждения на площади 500–600 га. Однако в ближайшие годы планируется увеличить объем этих работ до 10–15 тыс. в год. Для посадки используются семена саксаула черного, кандыма древовидного и черкеза Палецкого. Результаты лесокультурных работ показаны в табл. 16. Механизированная посадка проведена по распаханым полосам. Предпосадочная подготовка почвы представляла осеннюю полосную вспашку плантажным плугом на глубину 40–50 см с оборотом пласта. Сеянцы кандыма и черкеза были высажены и по целине.

Сохранность культур на участках, судя по приведенным данным, неодинаковая. Она зависит от видового состава растений-пескоукрепителей, лесорастительных условий мелиорируемых участков, а также мест посадки — по целине или на участках с предпосадочной подготовкой почвы. Хорошая сохранность в конце срока наблюдений на пологоволистых песках отмечается только у саксаула черного. Растения кандыма погибли. Значительная гибель кандыма и черкеза за семилетний период наблюдается на полузаросших песках как с подготовкой почвы, так и без нее.

Неодинаковая сохранность культур кандыма на участках была обусловлена деятельностью вредной почвенной энтомофауны.

Прирост на участках в период наблюдений был выше в первую вегетацию. У саксаула он составлял 40–50 см, затем он не превышал 20–30 см за вегетационный период. У кандыма прирост в первый год составил

Таблица 16

Приживаемость и сохранность культур,
созданных механизированной посадкой семян в зоне третьей очереди
Каракумского канала

Участок	Культура	Приживаемость на 4. V 1974, %	Сохранность, %			
			1974 г.		1975 г.	1979 г.
			VI	IX		
Пологоволнистые пески	Саксаул черный	95	95	87	83	72
	Кандым	92	92	57	9	0
Бугристые пески Полузаросшие буг- ристые пески	Кандым	94	93	93	75	70
	Кандым	91	90	64	40	28
	Черкез	94	89	47	33	30
На площадях без предварительной подготовки почвы						
Пологоволни- стые пески	Кандым	88	82	24	6	3
	Кандым	94	90	52	41	37
Полузаросшие буг- ристые пески	Черкез	73	61	42	34	30

65–85 см, позже — 40–50 см за вегетацию. У черкеза в первую вегетацию прирост составил 50–60 см, в последующие — 35–40 см. Снижение прироста у культур в последующие вегетации по сравнению с первой обусловлено ухудшением водного режима в результате зарастания посадочных мест травянистой растительностью. Хорошая приживаемость и сохранность культур саксаула, кандыма и черкеза при посадке семян отмечена и в других почвенно-климатических регионах Туркмении.

Повышение результативности посадок может быть достигнуто за счет учета качества семян растений-пескоукрепителей, а также дополнительными агротехническими приемами. Приживаемость выше 50% имеют семена, высота надземной части которых выше 50 см и толщина корневой шейки 10 мм (саксаул черный), выше 60 см и толщина корневой шейки 5 мм (кандым, черкез). Существенным признаком, определяющим качество семян у черного саксаула, служит и строение корневой системы.

Сеянцы со стержневой корневой системой имеют более высокую осеннюю приживаемость по сравнению с сеянцами аналогичных размеров, имеющих мочковатую корневую систему. Стержневая корневая система лучше приспособлена к регенерации корней. Поэтому у семян саксаула черного должны отбраковываться растения с мочковатой корневой системой. Количество таких семян обычно не превышает 25–30%.

Посадка семян на лесокультурных площадях должна производиться только с учетом их эколого-биологических особенностей. Иллюстрацией, подтверждающей необходимость соблюдения данного условия при ведении лесокультурных работ, могут служить результаты посадок черного

и белого саксаула на задернованных песках с глубоко залегающими грунтовыми водами (15–20 м), где приживаемость культур черного саксаула составляла 19%, а белого – 47%.

В производственных условиях приживаемость культур во многом зависит от соблюдения рекомендаций по использованию того или иного вида растений-пескоукрепителей в определенных эдафических условиях. При создании пастбищезащитных полос на участках с жесткими лесорастительными условиями в качестве агроприемов, повышающих общую результативность посадок, служат также внесение минеральных удобрений, обрезка сеянцев на пень и т.д. Минеральные удобрения (азот и фосфор) целесообразно вносить одновременно с посадкой на дно посадочной борозды из расчета 100 кг аммиачной селитры, 150 кг суперфосфата на 1 га обрабатываемой площади. Внесение минеральных удобрений необходимо дифференцировать. Отзывчивы на смесь азотных и фосфорных удобрений сеянцы белого саксаула, а сеянцы черного саксаула, кандыма и черкеза более отзывчивы на фосфорные удобрения. При внесении минеральных удобрений в благоприятных лесорастительных условиях саксаул белый за вегетацию дает прирост 40–50 см, саксаул черный 60 см, кандым и черкез 80–100 см. В контрольных посадках их прирост за вегетацию в среднем составляет соответственно 30–35; 30–40; 40–50 и 30–40 см.

Обрезка надземной части высаженных сеянцев – прием, обеспечивающий приживаемость посадочного материала, давно используется в лесоводстве. Применение его в практике лесоразведения песчаных пород оказалось также целесообразным. За счет данного приема обеспечивается повышение приживаемости до 40–47%.

Заключение

Многолетний опыт СССР в решении задач освоения районов аридной зоны и мероприятия по устранению опустынивания позволяют определить важнейшие условия эффективного развития народного хозяйства в этих районах без существенного нарушения экологического равновесия.

В процессе исследования природных особенностей выявляются районы, подверженные различным формам опустынивания, совершенствуются методы ландшафтной индикации, выявляются условия рационального природопользования.

От состояния природной кормовой базы пустынь зависит развитие пастбищного животноводства, поэтому в этой отрасли формируется система мероприятий по рациональному использованию пустынных пастбищ на основе их районирования и организации пастбищного хозяйства.

Процесс формирования этой системы и ее внедрения в практику продолжается. Она предусматривает: межхозяйственное распределение пастбищных угодий на основе генеральной схемы комплексного их освоения и обводнения; установление оптимальных размеров овцеводческих

хозяйств применительно к различным природным районам; пастбищоборот; составление кормовых балансов; совершенствование технологии использования пастбищ; создание постоянно действующей системы контроля и управления пастбищным хозяйством.

Важное значение в исследовании проблем борьбы с опустыниванием имеет опыт освоения ранее пустынных территорий на базе ирригационно-дренажного строительства. На примере районов, которые осваивались в разные годы, выявляется значение комплексных решений с учетом природных особенностей этих районов.

При комплексном подходе к мелиоративному освоению пустынных земель требуется прежде всего создание ирригационно-дренажной системы. При освоении массива орошаемых земель формируется единый природно-производственный комплекс, предусматривающий оптимальное использование природных ресурсов. Различные уровни такого подхода видны на примере освоения земель в зоне Большого Ферганского и Каракумского каналов, Голодной и Каршинской степей и других районов.

В борьбе с подвижными песками используются традиционные методы защиты. Одновременно широкое применение получают новые методы лесомелиорации. Это позволило расширить фронт лесомелиоративных работ только в ТуркмССР до 80 тыс. га в год, восстановить хозяйственный потенциал крупных барханных массивов и исключить возможность песчаных заносов крупных линейных сооружений (ирригационные каналы, железные и шоссейные дороги), промышленных объектов и сельскохозяйственных полей.

Имеется положительный опыт применения аэрокосмической съемки для целей исследования ландшафтов пустынных районов, составления тематических карт, выявления районов, подверженных опустыниванию (Харин, 1980).

В связи с интенсификацией использования природных ресурсов пустынь становятся актуальными задачи оптимизации освоения и использования всего комплекса природных ресурсов районов, формирования и внедрения систем управления процессами природопользования с учетом охраны природной среды. Это требует дальнейшего совершенствования методов научного исследования, проектирования и организации производственных работ.

Литература

- Адылходжаев А.М. Новые вяжущие вещества для закрепления подвижных песков. — Тез. докл. Всес. научн. конф. по комплексн. изуч. и освоен. пустынных территорий СССР, секция I. Ашхабад: Ылым, 1976, с. 6–7.
- Амелин И.С. Пастбищеобороты в каракулеводстве Средней Азии. Самарканд, 1944.
- Арцыбашев Е.С. Перспективы использования спутниковых данных в целях охраны лесов от пожаров. — Мат-лы Международн. учебн. семинара ООН по применению дистанционного зондирования. Баку: Элм, 1977.
- Бабаев А.Г. Оазисные пески Туркменистана и пути их освоения. Ашхабад: Ылым, 1973, с. 353.
- Бабаев А.Г., Нечаева Н.Т. и др. Комплексное освоение пустынь и борьба с опустыниванием в Туркменской ССР. — Конференция ООН по проблемам опустынивания. Найроби: 1977.
- Бабаев А.Г., Фрейкин З.Г. Пустыни СССР вчера, сегодня, завтра. М.: Мысль, 1977, с. 352.
- Бабушкин Л.Н. Агрохимическое описание Средней Азии. — Тр. ТашГУ, вып. 236, 1964, с. 5–185.
- Балабан Г.И., Строкова Е.С. Питательность пастбищных кормов каракулеводства Узбекистана. — Тр. Всесоюзн. ин-та каракулеводства, вып. 5. Самарканд, 1951.
- Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. Климатическое описание республик Средней Азии. Л.: Гидрометеониздат, 1960, 242 с.
- Балашова Е.Н., Сабина И.Г., Семенова О.А. Климатическое описание Кызылкумов. — Сб. работ Ташкентск. ГМО, вып. 1, Ташкент, 1961, с. 5–69.
- Беляева И.П., Рачулик В.И., Ситникова М.В. Способ определения урожая преимущественно пустынно-пастбищной растительности. Авт. свид. № 185142, 1965, 7. — Бюлл. изобретений, промышленных образцов, товарных знаков, 1966, № 16, с. 118.
- Борзенкова И.И. Особенности векового хода осадков в различных климатических зонах Африки. — Тр. ГГИ, вып. 247, 1977.
- Боровский В.М., Корниенко В.А. Современные аспекты проблемы Аральского моря. — Проблемы освоения пустынь, 1979, № 2, с. 7–12.
- Боровский В.М., Кузнецов Н.Т. Роль переброски стока сибирских рек для решения проблемы Арала. — Проблемы освоения пустынь, 1979, № 2, с. 18–24.
- Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М.: ИЛ, 1957.
- Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеониздат, 1971.
- Будыко М.И. Изменения климата. Л.: Гидрометеониздат, 1974.
- Будыко М.И. Современное изменение климата. Л.: Гидрометеониздат, 1977.
- Будыко М.И., Винников К.Я. Современные изменения климата. — Метеорология и гидрология, 1973; № 9.
- Бугаев В.А. Исследования по динамической климатологии Средней Азии. М.: Гидрометеониздат, 1961, с. 96.
- Веремеева Т.Л., Чанышева С.Г. Пыльные бури. — В кн.: Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии. Л.: Гидрометеониздат, 1977, с. 138–153.
- Викторов С.В. Вопросы охраны пустынь как среды обитания человека. — В кн.: Вопросы географии, вып. 82. М.: Мысль, 1970, с. 95–102.
- Викторов С.В. Охрана и воспроизводство растительности Устюрта. — Проблемы освоения пустынь, 1978, № 4, с. 77–82.
- Виноградов Б.В. Аэрометоды изучения растительности аридных зон. М.—Л.: Наука, 1966, с. 361.
- Виноградов Б.В. Формы опустынивания по данным аэро- и космических съемок. — Проблемы освоения пустынь, 1976, № 3–4.
- Виноградов В.Н. Научное обоснование освоения Нижнеднепровских песков под лесные, плодовые и виноградные насаждения. — Автореф. дис. . . . докт. с.-х. наук. Харьков, 1968.

- Виноградов В.Н. Значение лесных мелиораций при освоении аридных территорий. — Бюлл. ВНИИА, Волгоград, 1977, вып. 1 (23), с. 3–8.
- Востокова Е.А. Методы использования данных дистанционного зондирования для картографического обеспечения мероприятий по охране природной среды от антропогенных и стихийных воздействий. — Мат-лы Международн. учебн. семинара ООН по применению дистанционного зондирования. Баку: Элм, 1977.
- Габай В.С., Подгорнов С.А. Рекомендации по применению нерозина для закрепления и зарощивания подвижных песков в полупустынных и пустынных районах СССР. Волгоград, 1973, с. 13.
- Габай В.С., Полякова А.М. Рекомендации по механизированной глубокой посадке древесных пород на подвижных песках без применения механических защит. Волгоград, 1967, с. 12.
- Гвоздиков А.В. Некоторые вопросы теории и практики закрепления и облесения песков Средней Азии. — Тр. ТашСХИ, вып. 13, 1962, с. 343–439.
- Гоним Г.Б., Рамм Н.С. Вопросы фотограмметрической обработки космических фотоснимков на базе ЭВМ и существующих приборов в интересах исследований природных ресурсов. — В сб.: Космические исследования земных ресурсов. М.: Наука, 1976.
- Граве М.К. Северная подгорная равнина Копет-Дага. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
- Граве Л.М. Техногенные массообмен и комплексы в зоне Каракумского канала. — Проблемы освоения пустынь, 1976, № 3–4, с. 155–163.
- Григорьев А.А., Будыко М.И. Классификация климатов СССР. — Изв. АН СССР, серия геогр., 1959, № 3.
- Джанпейсов Р., Джамалбеков Е.У. Вопросы охраны почв в Казахстане. — Проблемы освоения пустынь, 1978, № 4, с. 63–69.
- Дюбрин Л.Г. Антропогенные изменения ландшафтов Каракумов. — Проблемы освоения пустынь, 1978, № 4, с. 14–17.
- Дубянский В.А. Песчаная пустыня Юго-восточных Каракумов. — Тр. по прикладной ботанике, 1928, т. 19, вып. 4, с. 224.
- Желтикова Т.А. Влияние качества семян кандыма на их приживаемость в лесных посадках. — Бюлл. Узб.НИИ лесн. хоз-ва, 1948, с. 29–32.
- Жирин В.М. Методы определения состояния лесов по данным дистанционного зондирования. — Мат-лы Международн. учебн. семинара ООН по применению дистанционного зондирования. Баку: Элм, 1977.
- Закиров Р.С., Мольдерф В.Е. О новом способе закрепления подвижных песков. — Проблемы освоения пустынь, 1974, № 1, с. 83–88.
- Зонн И.С., Мрост А.Ю. Влияние орошения на окружающую среду. М., 1976, с. 64.
- Зубенок Л.И. Испаряемость в пустынях земного шара. — Проблемы освоения пустынь, 1977, № 4, с. 48–54.
- Иванов А.Е. Ветровая эрозия песков, песчаных, супесчаных почв и меры борьбы с ней в СССР. М., 1969, с. 58.
- Иванов А.Е., Дрюченко М.М. Комплексное освоение песков. М.: Лесная промышленность, 1969, с. 302.
- Каленов Г.С. Растительность Низменных Каракумов в связи с почвенно-грунтовыми условиями. Ашхабад: Ылым, 1973, с. 141.
- Каримов К.К. Культура сингенов в условиях полинно-эфемерово-пустыни Узбекистана. — Тр. Всесоюзн. ин-та каракулеводства, т. 14. Самарканд, 1964.
- Каширина А.В., Марков А.П., Матвеев В.И. Агротехнические основы пастбищеоборотов в разных зонах Казахстана. Алма-Ата: Казгосиздат, 1955.
- Курильцева А.А. К вопросу о дешифрировании гарей. — В сб.: Вопросы лесной аэрофото съемки и картографии. Красноярск, 1963.
- Климат Казахстана. Л.: Гидрометеониздат, 1959, 368 с.
- Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1977, с. 272.
- Кокшарова Н.Е., Свинцов И.П., Шукуров К. Рекомендации по созданию постоянных лесосеменных участков в черносакулауниках. Ташкент, 1977, 26 с.
- Кокшарова Н.Е., Шукуров К. Зависимость качества семян саксаула от его экоформы. — В кн.: Защитное лесоразведение на песчаных территориях Средней Азии, 1973. (Научн. труды/СредазНИИЛХ. Ташкент, вып. XV).

- Копанев Г.В. Экономика и организация обводнения пастбищ. М.: Наука, 1967.
- Кормановская М.А., Барляева Е.В., Воробьева Е.И. и др. Химический состав и питательность кормов Казахстана. Алма-ата: Казгосиздат, 1969.
- Кормановская М.А., Матвеев В.И., Барляева Е.В. и др. Химический состав и питательность кормов Казахстана. Алма-Ата: Казсельхозгиз, 1962.
- Костюченко В.П., Богданова Н.М. Изучение источников возможного ветрового выноса солей на осушившемся южном побережье Аральского моря. — Проблемы освоения пустынь, 1979, № 4, с. 3–10.
- Кулик Н.Ф. Научные исследования по комплексному освоению песков. — Бюл. ВНИИА. Волгоград, 1977, вып. 1(23), с. 9–15.
- Кулик Н.Ф., Зюзь Н.С. Облесение Терско-Кумских и Астраханских песков. — Лесное хозяйство, 1975, № 10, с. 54–56.
- Курочкина Л.Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1978, 272 с.
- Курочкина Л.Я., Ишанкулов М.Ш., Корниенко В.А. О границах воздействия снижения уровня Аральского моря на окружающую среду. — Проблемы освоения пустынь, 1979, № 2, с. 25–33.
- Лалыменко Н.К. Инструкция по растениеводческому освоению такыров и такыровидных почв на базе местного поверхностного стока. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1964.
- Липкин К.И., Рахимов Э.Д. Опыт социально-экономической оценки последствий усыхания Аральского моря. — Проблемы освоения пустынь, 1979, № 2, с. 84–90.
- Левандюк А.Т. Песчаные массивы северной части Западно-Туркменской низменности. Ашхабад, 1963, с. 142.
- Леонтьев А.А. Песчаные пустыни Средней Азии и их лесомелиоративное освоение. Ташкент: Гос. изд-во УзССР, 1962, с. 157.
- Леонтьев А.А. Рекомендации по применению в песчаной мелиорации узколисточных пленок нефти или изролина. Ташкент: СреднеазиатНИИЛХ, 1975, с. 7.
- Леонтьев А.А., Кокшарова Н.Е., Курбанов И.К. Агротехнические условия по лесомелиорации песчаных территорий Узбекистана. Ташкент, 1973, с. 54.
- Лещинский Г.Т. Среднегодовой сток в пустынях Средней Азии и Западного Казахстана. — Проблемы освоения пустынь, 1974, № 3, с. 43–49.
- Лобова Е.В. Почвы пустынной зоны СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960, 364 с.
- Ляпина О.А., Зиявудинова В.С. Засухи. — В кн.: Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии. Л.: 1977, с. 35–50.
- Марков К.К., Лазуков Г.И., Николаев В.А. Четвертичный период. М., 1965.
- Минералин В.Н. и др. Кормовые растения равнинной Туркмении. Ашхабад: Изд-во ТуркменФАН СССР, 1940.
- Михеев Г.Д. Состав и питательность кормов саксаулово-осоковых пастбищ Каракумов. — Изв. АН ТССР, сер. биол., 1962, № 2.
- Михеев Г.Д., Гаврилова Т.И. Корма Туркменской ССР. Состав и питательность. Ашхабад, Ылым, 1977, 134 с.
- Момотов И.Ф. Гипсофильная растительность и пути фитомелиорации пастбищ гипсовых пустынь Узбекистана. — Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 1973.
- Момотов И.Ф., Саидов Д.К., Файзилов К. Создание искусственных фитомелиорантов по фону песконакопительных борозд. — Ташкент: ФАН, 1973.
- Момотов И.Ф., Файзилов К. Создание искусственных фитомелиорантов во влагонакопительных бороздах. Ташкент: ФАН, 1973.
- Морозова О.И. Пастбищное хозяйство в каракулеводстве Средней Азии. М.: Межд. книга, 1946, с. 300.
- Морозова О.И. Пастбища в пустыне и предгорной полупустыне. М.: Сельхозгиз, 1959, с. 302.
- Нечаева Н.Т. Влияние выпаса на пастбищную растительность Каракумов. — Изв. Туркм. ФАН СССР, 1946, вып. 3–4, с. 81–89.
- Нечаева Н.Т. Влияние выпаса на пастбища Каракумов. — В кн.: Пустыни СССР и их освоение, т. II. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 370–391.
- Нечаева Н.Т. Проблема разработки индикаторов опустынивания. — Проблемы освоения пустынь, 1979а, № 4, с. 18–24.
- Нечаева Н.Т. Влияние режима использования на продуктивность растительности Каракумов. — Проблемы освоения пустынь, 1979б, № 6, с. 8–18.
- Нечаева Н.Т., Антонова К.Г. и др. Продуктивность растительности Центральных Каракумов в связи с различным режимом использования. М.: Наука, 1979, с. 256.
- Нечаева Н.Т., Мордвинов Н.А., Мосолов И.А. Пастбища Кара-Кумов и их использование. Ашхабад: Туркменгиз, 1943.
- Нечаева Н.Т., Мосолов И.А. Основные положения и методика составления планов использования пастбищ с пастбищеоборотом в овцеводческих хозяйствах Туркменистана. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1954.
- Нечаева Н.Т., Пельт Н.Н. Кормовая база овцеводства в пустынной зоне Средней Азии и Казахстана. — В кн.: Природные условия животноводства и кормовая база пустынь. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1963.
- Нечаева Н.Т., Приходько С.Я. Искусственные зимние пастбища в предгорных пустынях Средней Азии (опыт создания искусственных фитоценозов). Ашхабад, 1966, с. 277.
- Нечаева Н.Т., Приходько С.Я., Башкатова А.Н. Улучшение пастбищ и создание богарных сенокосов в пустынной зоне Туркменистана. Ашхабад, 1958, с. 46.
- Нечаева Н.Т., Приходько С.Я., Башкатова А.Н., Киянова Р.М. Опыт улучшения пустынных пастбищ в Туркменистане. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1959.
- Нечаева Н.Т., Шамсутдинова З.Ш., Мухаммедов Г.М. Улучшение пустынных пастбищ Средней Азии. Ашхабад: Ылым, 1978, с. 60.
- Николаев В.Н. Природные кормовые ресурсы Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1972.
- Николаев В.Н., Амангельдыев А.А. Принципы бонитировки пустынных пастбищ. — Проблемы освоения пустынь, 1976, № 3–4, с. 83–90.
- Николаев В.Н., Амангельдыев А., Сметанкина В.А. Пустынные пастбища, их кормовая оценка и бонитировка. М.: Наука, 1977, 135 с.
- Николенко Г.С. Экономическая оценка земли. Алма-Ата: Кайнар, 1968.
- Овезлиев А.О., Добрин Л.Г., Каленов Г.С., Курбанов О.Р. Фитомелиорация пустынь Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1979, с. 116.
- Овезлиев А.О., Свинцов И.П., Романов Ю.А. Закрепление и облесение песков Средне-амударынского оазиса. Рекомендации. Ашхабад: Ылым, 1972.
- Опустынивание: общий обзор. — Материалы Конференции ООН по проблемам опустынивания. Найроби, ЮНЕП, 1977, с. 96.
- Орлов В.П. Ветры в Юго-Восточной части Закаспийских Каракумов по наблюдениям Репетекской песчаной станции. — Метеорологич. вестн., 1928, № 10.
- Орловский Н.С. Некоторые данные о пыльных бурях Туркмении. — Сб. работ Ашхабадской ГМО, 1962, вып. 3, с. 17–41.
- Орловский Н.С. Испарение с водной поверхности малых водоемов Туркмении. Ашхабад: Ылым, 1971, с. 96.
- Орловский Н.С., Воложук З.И. Погода и отгонно-пастбищное животноводство Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1974, 104 с.
- Петров М.П. Поднятые пески и борьба с ними. М.: 1950, с. 454.
- Петров М.П. Типология лесорастительных условий и типы агролесомелиоративных мероприятий на песках по трассе Главного Туркменского канала. — Тр. Второй сессии АН Туркм. ССР. Ашхабад, 1952, с. 106–137.
- Петров М.П. Еще раз об усыхании Азии. — Изв. ВГО, 1966, т. 97, № 3, с. 205–211.
- Петров М.П. Процессы опустынивания в аридных областях и меры по предотвращению их. — В кн.: Докл. к XXII МГК. Л., 1972, с. 69–88.
- Петров М.П. Пустыни земного шара. Л.: Наука, 1973, с. 435.
- Петров М.П. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. М.: ВИНТИ, 1977, т. 3, с. 145.
- План действий по борьбе с опустыниванием. 74/3, Найроби: ЮНЕП, 1977.
- Правила приемки в эксплуатацию защитных лесонасаждений в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях. Инструкция. Ашхабад, 1972, 3 с.
- Родин Л.Е. Динамика растительности пустынь. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 227.
- Розанов Б.Г. Проблемы деградации засушливых земель мира и международное сотрудничество по борьбе с опустыниванием. — Почвоведение, 1977, № 8, с. 5–11.

- Романов Н.Н. Пыльные бури в Средней Азии. — Тр. ТашГУ, 1960, вып. 174, с. 198.
- Сапожникова С.А. Карта-схема числа дней с пыльными бурями в жаркой зоне СССР и на примыкающих к ней территориях. — Тр. НИИАК, 1970, вып. 65, с. 61–69.
- Свинцов И.П., Кокшарова Н.Е. Основы организации постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ). — Информационный листок. Республиканск. ин-т науч.-техн. информ. и пропаганды Госплана ТССР, 1978, № 66, (24129).
- Свинцов И.П., Мовчан В.Я. Временные рекомендации по закреплению и облесению барханных песков с применением вяжущих веществ и механизации. Ашхабад: Туркменистан, 1978, с. 15.
- Семенова О.А. Климатическое описание Каракумов. — Тр. САНИГМИ, вып. 6 (21), 1961, с. 95–151.
- Сергеева Г.А. Опыт создания осенне-зимних пастбищ для каракульских овец в предгорной полупустыне. — Каракулеводство и звероводство, 1954, № 1.
- Серхенов Э., Рябихин Э.А. Дешифрирование аэрокосмического материала для изучения ветровой эрозии в пустынях. — Тез. докл. Науч. конф. Туркм. геогр. об-ва, посвящ. 60-летию Великой Октябрьск. Соц. революции. Ашхабад, 1977.
- Синьковской Л.П. О пастбищеоборотах в Таджикистане. — Сельское хозяйство Таджикистана, 1952, № 1.
- Синьковский Л.П. Опыт улучшения пастбищ и создания страховых фондов сена на зимних пастбищах Таджикистана. — В кн.: Обводнение и улучшение пастбищ. Ташкент: УзГИЗ, 1958.
- Синьковский Л.П. Улучшение эфемероидно-полынных пастбищ Средней Азии. — Луга и пастбища, 1966, № 2.
- Степанов А.М. Некоторые аэродинамические особенности ветропроницаемых и плотных механических защит. — Уч. зап. СредазНИИЛХ, 1959, в. 1.
- Степанов А.М. Закрепление и облесение подвижных песков Западной Туркмении с помощью механических защит различной конструкции. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Ашхабад, 1963.
- Субботина О.И. Значительные и сильные осадки. — В кн.: Опасные гидрометеорологические явления в Средней Азии. Л.: Гидрометеониздат, 1977, с. 163–183.
- Ткачев И.Ф. Новый метод определения поедаемости и перевариваемости травы на пастбище. — Животноводство, 1959, № 2.
- Фазылов Т.И. Опыт закрепления песков вяжущими веществами. Борьба с песчаными заносами на железных дорогах. — Сб. научных трудов, Ташкентск. институт инженеров ж.д. транспорта, в. 139, 1977, с. 3–9.
- Федосеев А.П. Оценка метеорологических условий зимнего выпаса овец на пастбищах Казахстана и Западного Прикаспия. — Сб. работ по оперативному агрометеобслуживанию отгонного животноводства. М. М.: Гидрометеониздат, 1959 а.
- Федосеев А.П. Климатические условия зимнего выпаса овец на пастбищах Казахстана. — Тр. КазНИГМИ, 1959 б, вып. 13, с. 3–12.
- Федосеев А.П. Климат и пастбищные травы Казахстана. Л.: Гидрометеониздат, 1964, 318 с.
- Федорович Б.А., Бабаев А.Г., Кесъ А.С. Природные условия пустынь Средней Азии и Казахстана и пути их освоения. — В кн.: Природные условия, животноводство и кормовая база пустынь. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1963, с. 7–22.
- Физические основы теории климата и его моделирования. Л.: Гидрометеониздат, 1977.
- Флон Г. История и интранзитивность климата. — В кн.: Физические основы теории климата и его моделирования. Л.: Гидрометеониздат, 1977.
- Харин Н.Г. Применение дистанционных методов для изучения процессов опустынивания в аридных областях. — Проблемы освоения пустынь, 1976, № 3–4, с. 45–54.
- Харин Н.Г. Дистанционные методы изучения растительности. М.: Наука, 1975.
- Харин Н.Г. Дистанционная индикация опустынивания. М.: Наука, 1980.
- Харин Н.Г., Каленов Г.С. Изучение антропогенного опустынивания по космическим снимкам. — Проблемы освоения пустынь, 1978, № 4, с. 25–28.
- Харин Н.Г., Моисеев Р.Г. Аэрометоды в фитомелиоративных исследованиях. — В кн.: Вопросы защитного и полезащитного лесоразведения. Красноярск, 1963.
- Харин Н.Г., Нурбердыев К., Серхенов Э. Аэрометоды для изучения и картирования песков. — Вестн. сельхоз. науки, 1963, № 6.

- Харин Н.Г., Петров М.П. Словарь терминов по природным условиям и освоению пустынь. — Материалы к конференции ООН по опустыниванию, 29 августа — 9 сентября 1977 г. Найроби, Кения. М., 1977.
- Ходжаев А.А. Борьба с песчаными заносами на железной дороге. М., 1947.
- Ходжакулиев М. Механизация лесокультурных и лесомелиоративных работ в лесхозах Туркменской ССР. — В кн.: Лесоразведение в Туркменистане / Тезисы докладов Туркм. ЛОС. Ашхабад, 1977, с. 6–7.
- Чапина З.П. Химический состав кормовых растений пастбищ пустыни и предгорной полупустыни Средней Азии. — Тр. Всесоюз. ин-та каракулеводства, т. 9. Самарканд, 1959.
- Чарни Дж. Динамика пустынь и засуха в Сахели. — В кн.: Физические основы теории климата и его моделирования. Л.: Гидрометеониздат, 1977.
- Чекерес А.И. Погода, климат и отгонно-пастбищное животноводство. Л.: Гидрометеониздат, 1973, 176 с.
- Челпанова О.М. Климат СССР, вып. 3. — Средняя Азия. Л.: Гидрометеониздат, 1963, 448 с.
- Чембарисов Э.И. Изменение минерализации вод некоторых рек Средней Азии в связи с орошением. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. М., 1974.
- Черемушкин С.Д. Об экономической оценке земли. — Мат-лы н.-и. работ Всесоюз. ин-та экономики сельск. хоз-ва, вып. 32, 1959.
- Черемушкин С.Д. Об основах земельного кадастра в СССР. М., 1961.
- Черемушкин С.Д. Теория и практика экономической оценки земли. М.: Изд-во соц.-эконом. лит., 1963.
- Четыркин В.М. Средняя Азия. Опыт комплексной географической характеристики и районирования. Ташкент: Изд-во СаГУ, 1960, 238 с.
- Чигаркин А.В. Люди и пустыня. Алма-Ата: Наука, 1979, с. 185.
- Шамсугдинов З.И. Организация производства кормов для каракулеводства полупустынной и пустынной зон Средней Азии. — Мат-лы Всесоюз. совещ. по каракулеводству. Ташкент: Изд-во УзАСХН, 1960.
- Шамсугдинов З.И. Пути повышения продуктивности пустынных пастбищ. — Овцеводство, 1963, № 3.
- Шван-Гурийский И.П., Синьковская А.С., Вильямс И.К. Рациональное использование и меры улучшения аридных пастбищ. М.: ВНИИТЭИСХ, 1974, с. 75.
- Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. — Зап. Всесоюз. геогр. об-ва, новая серия, т. 16. М.—Л., 1957.
- Шорников А. К вопросу об экономической оценке кормовых культур. — Экономика сельского хозяйства, 1968, № 7.
- Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч. I и II. Л.: Гидрометеониздат, 1965, 691 с.
- Dregne H.E. Desertification of Arid Lands. — Economic Geography, 1977, vol. 53, N 4, p. 322–331.
- Duhovny V.A. Golodnaya Stepp. USSR. Casestudy. A/ Conf. 74/23, Nairobi. 1977.
- Gilchrist A. Two climate change experiments. — Technical Note 11/50, MS, 1975.
- Ghose B., Singh S., Kar A. Geomorphic evidence of desertification in the Rajasthan desert (India). Problems in the development and conservation of desert and semidesert land. — Pre-Congress Symp. K-26, Ashkhabad, USSR, July 20–26, 1976. Univ. New South Wales Kensington.
- Grove A.T. Desertification in the African Environment. — In: Drought in Africa, Report of the 1973 Symposium, Centre for African Studies, U. of London, 1973.
- Handbook of desertification indicators./Ed. P. Reining. A.A.A.S. Washington, 1978, 141.
- Houerou H.N. The Nature and Causes of Desertification. — Boulder Westview Press, 1977, pp. 17–38.
- Kharin N.G. Remote sensing techniques and the monitoring of desertification in arid areas. — Material for the UN Conference on Desertification. Moscow, 1977.
- Mainquet M., Canon L. Vents et paléovents du Sahara. — Tentative d'approche paléodynamique. — Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Vol. XVIII, N 2–3, 1976.
- Mensching H., Ibrahim F. The problem of desertification in and around arid lands. — Applied Sciences and Development, v. 10, Tubingen, 1977, p. 7–43.

- Norikoff G. Pratiques pastorales traditionnelles et leur adaptation aux conditions modernes en Tunisie et dans les contrées Sahéliennes. — Ecological bulletins, N 24. Stockholm, 1976.
- Ottermann J. Baring high-albedo soils by overgrazing: a hypothesized desertification mechanism. — Science, Vol. 86, N 8, 1974.
- Rapp A. A review of desertification in Africa. — Water, vegetation and man. Stockholm, SIES, 1974, p. 77.
- Rapp A., Hellden U. Research on environmental monitoring methods for land-use planning in African drylands. Lunds Universitets Naturgeografiska Inst., 42, Lund, 1979, p. 124.
- Resources sensing from space, prospects for developing countries. Washington, National Academy of Sciences, 1977.
- Sayan-Wittgenstein L., Aldred A.H. Environmental monitoring, the role of remote sensing. — Ottawa, Forest Management Institute, 1976.
- Schnell R.C. Biogenic ice nucleus removal by overgrazing: A factor in the Sahelian drought? — Final report to Directors, Rockefeller Foundation, MS, NCAR, Boulder, Colorado, 1975.
- Thie J., Wachman C. Remote sensing for environmental monitoring and impact assessment. — Proc. Symposium on Remote Sensing and Photo Interpretation. Banff, Alberta, Canada, October 7 to 11, 1974. Canadian Institute of Surveying. Ottawa, vol. 1, 1975.
- Transnational project to monitor desertification processes and related natural resources in arid and semi-arid areas of the Southern Asia, 1977 a. UNConference on Desertification, Nairobi, 1977.

Содержание

Предисловие	5
Введение	7
Глава I. Природные условия пустынь СССР и процессы опустынивания (Н.С. Орловский)	8
Комплекс природных условий и типы пустынь	8
Процессы опустынивания	23
Глава II. Механизм опустынивания и его последствия (Н.С. Орловский)	27
Природные факторы опустынивания	27
Антропогенные факторы опустынивания	33
Индикаторы процессов опустынивания	48
Глава III. Опыт освоения и рационального использования пустынных пастбищ (В.Н. Николаев)	51
Краткая история использования пустынных пастбищ	51
Система мероприятий по рациональному использованию пустынных пастбищ	59
Глава IV. Иригационное освоение пустынь и мелиорация орошаемых земель (И.С. Зонн)	70
Развитие орошаемого земледелия в пустынной зоне СССР	70
Комплексный подход к мелиоративному освоению пустынных земель	78
Экологические последствия орошения в пустынных условиях	80
Глава V. Лесомелиорация песков (И.П. Свинцов)	86
Организация лесомелиоративного производства	86
Лесомелиорация подвижных песков Европейской части СССР	89
Опыт закрепления и облесения подвижных песков в пустынях Средней Азии	91
Заключение	106
Литература	108

ОПЫТ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ В СССР

Утверждено к печати

Редколлегией серии

"Современные проблемы биосферы" АН СССР

Редактор издательства *М.Е. Анцелович*

Художественный редактор *Т.И. Алексеева*

Технический редактор *А.Л. Шелудченко*

ИБ № 21218

Подписано к печати 2.03.81. Т-03051

Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1

Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,25. Уч.-изд. л. 8,3

Тираж 850 экз. Тип. зак. 71. Цена 1 р. 30 к.

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7,

Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени

1-я типография издательства "Наука",

199834, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12