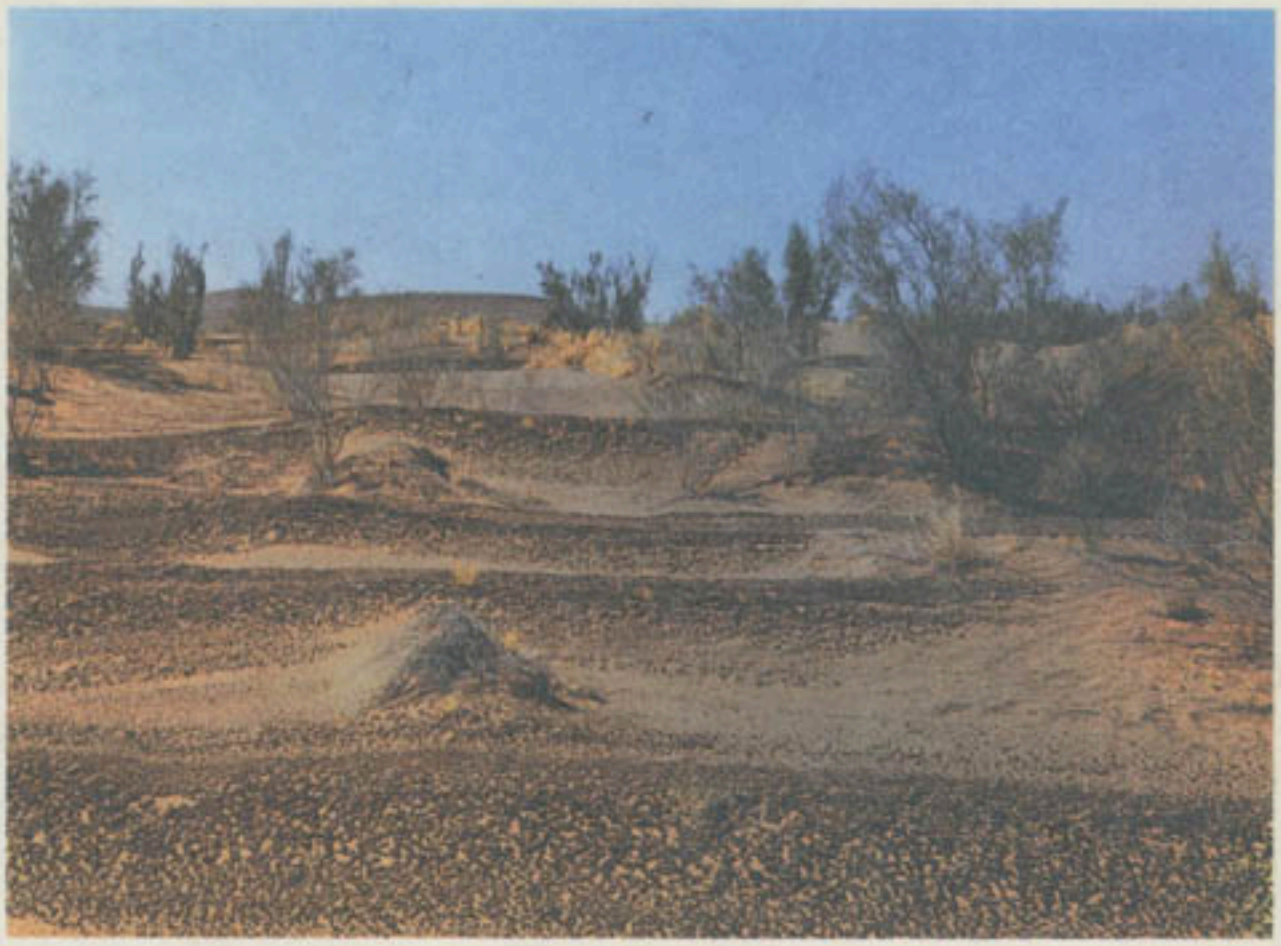
Г-36

ПРОГРАММА ООН ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ (ЮНЕП)

КОМИССИЯ СССР ПО ДЕЛАМ ЮНЕП



ОСВОЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И БОРЬБА С ОПУСТЫНИВАНИЕМ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

Москва 1986

ТС
545

ПРОГРАММА ООН ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ (ЮНЕП)

КОМИССИЯ СССР ПО ДЕЛАМ ЮНЕП

ОСВОЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И БОРЬБА С ОПУСТЫНИВАНИЕМ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД

ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ ГКНТ

Москва 1986

Редакционная коллегия:

ГЕРАСИМОВ И. П., академик (Председатель)
БАБАЕВ А. Г., член-корреспондент АН СССР
ЗОНН И. С., кандидат географических наук
ЛЕВИНТАНУС А. Ю., ответственный секретарь
МАШБИЦ Я. Г., доктор географических наук
РОСТОЦКИЙ С. Б., кандидат географических наук
САЙКО Т. А., ответственный секретарь
СДАСЮК Г. В., доктор географических наук

Английский текст монографии отредактирован консультантом ЮНЕП, проф. М. Гланцем (США)

© ЮНЕП

Авторские права охраняются.

Материалы, содержащиеся в настоящей книге, не могут быть воспроизведены частично или полностью, заложены в системы хранения информации или переданы в любой форме или каким-либо способом: электронным, электростатическим, на магнитной ленте, механическим, фотокопированием, магнитной записью или каким-либо другим способом, без письменного разрешения держателей авторских прав.

Используемые названия и форма представления материала в данной публикации не предполагает выражения какого-либо мнения со стороны Программы ООН по окружающей среде относительно правового статуса любой страны, территории, города или района или его властей, или относительно определения его пределов или границ. Кроме того, выраженные здесь точки зрения необязательно представляют собой решения или официальную политику Программы ООН по окружающей среде, равно как и упоминание коммерческих наименований или процессов не означает их одобрения.

Подготовлено к изданию Центром международных проектов ГКНТ в рамках проекта СССР/ЮНЕП „Помощь и обучение в борьбе с опустыниванием путем комплексного развития".

Москва 1986

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие. 7

Часть первая

ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Глава I. Масштабы и распространение процесса опустынивания. *Х. Е. Дрегне (США)* 10

Глава II. Антропогенные факторы опустынивания. *И. С. Зонн, Н. С. Орловский (СССР)* 17

Глава III. Землепользование и водные ресурсы аридных территорий. *И. С. Зонн (СССР)* 24

Глава IV. Сельскохозяйственное развитие и борьба с опустыниванием. *В. А. Пуляркин, А. Н. Ракитников (СССР)* . . . 34

Глава V. Топливно-энергетические ресурсы и альтернативные источники энергии. *С. Сейиткурбанов, И. П. Свинцов (СССР)* 39

Глава VI. Проблемы промышленного освоения аридных территорий. *Г. Н. Уткин (СССР)* 46

Глава VII. Роль базовой инфраструктуры в комплексном развитии аридных территорий. *С. Б. Шлихтер (СССР)* 50

Глава VIII. Проблемы населения в аридных и семиаридных районах мира. *С. И. Брук, В. В. Покшишевский (СССР)* . . . 54

Литература 62

Часть вторая

МИРОВОЙ ОПЫТ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ

Глава IX. Научные подходы к организации борьбы с опустыниванием в Африке. *М. Б. Горнунг (СССР)* 66

Глава X. Влияние человека на деградацию природных экосистем в странах Магриба. *Ж. Дреш (Франция)* 68

Глава XI. Опустынивание в Сахельской зоне. *Х. Г. Меншинг (ФРГ)* 71

Глава XII. Опыт использования аридных земель в Танзании. *М. Б. Даркох (Кения)* 75

Глава XIII. Проблемы опустынивания на Ближнем Востоке. *П. Бомон (Великобритания)* 82

Глава XIV. Социально-экономическое развитие аридных территорий в Южной Азии *Х. С. Манн (Индия)* 87

Глава XV. Процессы опустынивания в Индии и проблемы комплексного регионального развития. *Г. В. Сдасюк (СССР)* 90

Глава XVI. Освоение аридных районов Латинской Америки. *Я. Г. Машбиц (СССР)* 96

Глава XVII. Проблема опустынивания в Соединенных Штатах Америки. *Д. А. Шеридан (США)* 100

Глава XVIII. Опустынивание в Австралии. *Дж. А. Маббутт (Австралия)* 105

Литература 115

Часть третья

СОВЕТСКИЙ ОПЫТ ОСВОЕНИЯ АРИДНЫХ РАЙОНОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ

Глава XIX. Аридные территории СССР и их производительные силы. *А. Г. Бабаев (СССР)* 120

Глава XX. Типичные аридные районы СССР и их комплексное хозяйственное развитие 130

А. „Черные земли" Калмыкской АССР *С. В. Зонн (СССР)* 130

Б. Освоение Голодной степи. *В. А. Духовный (СССР)* . . 133

В. Каракумский канал. *М. К. Граве, Л. М. Граве (СССР)* 135

Г. Таджикский территориально-производственный комплекс. К. Ш. Джураев (СССР) 138

Литература 141

Заключение

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ХОЗЯЙСТВЕННОМУ РАЗВИТИЮ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Глава XXI. Разработка комплексных программ хозяйственного развития аридных районов. *В. В. Владимиров, С. А. Истомин (СССР)* 142

Литература 151

СПИСОК АВТОРОВ

БАБАЕВ А. Г. — член-корр. АН СССР, президент АН ТССР, директор Института пустынь АН ТССР, Ашхабад, СССР.

БОМОН П. — профессор, декан географического факультета, Университетский колледж Св. Давида, Лампетер, Уэльс, Великобритания.

БРУК С. И. — доктор географических наук, зам. директора Института этнографии АН СССР, Москва, СССР.

ВЛАДИМИРОВ В. В. — кандидат технических наук, зав. отделом районных планировок ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя при Госстрое СССР, Москва, СССР.

ГЕРАСИМОВ И. П. — академик, директор Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ГОРНУНГ М. Б. — кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ГРАВЕ Л. М. — кандидат географических наук, младший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ГРАВЕ М. К. — кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ДАРКОХ М. Б. — профессор географического факультета колледжа Университета Кениатта, Найроби, Кения.

ДЖУРАЕВ К. Ш. — доктор географических наук, профессор, Душанбинский Госпединститут, Душанбе, СССР.

ДРЕГНЕ Х. Е. — профессор, директор Международного центра по изучению аридных и семиаридных земель, Техасский технический университет, Лаббок, Техас, США.

ДРЕШ Ж. — профессор, Парижский Университет, Париж, Франция.

ДУХОВНЫЙ В. А. — кандидат технических наук, директор Среднеазиатского научно-исследовательского института ирригации Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, Ташкент, СССР.

ЗОНН И. С. — кандидат географических наук, бывший директор проектов ЮНЕП/СССР по борьбе с опустыниванием, Центр международных проектов ГКНТ, Москва, СССР.

ЗОНН С. В. — доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ИСТОМИН С. А. — кандидат архитектуры, младший научный сотрудник, Отдел районных планировок, ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя при Госстрое СССР, Москва, СССР.

МАББУТТ Дж. А. — профессор, Географический колледж, Университет Нового Южного Уэльса, Кенсингтон, Новый Южный Уэльс, Австралия.

МАНН Х. С. — доктор, директор Центрального научно-исследовательского института аридной зоны, Джодхпур, Раджастхан, Индия.

МАШБИЦ Я. Г. — доктор географических наук, заведующий отделом Экономической и социальной географии зарубежных стран Института географии АН СССР, Москва, СССР.

МЕНШИНГ Х. Г. — профессор, доктор, директор Института географии, Гамбургский университет, председатель Рабочей группы Международного географического союза „Рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов засушливых земель", Гамбург, ФРГ.

ОРЛОВСКИЙ Н. С. — кандидат географических наук, заместитель директора Института пустынь АН ТССР, Ашхабад, СССР.

ПОКШИШЕВСКИЙ В. В. — доктор географических наук, старший научный сотрудник Института этнографии АН СССР, Москва, СССР.

ПУЛЯРКИН В. А. — доктор географических наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

РАКИТНИКОВ А. Н. — доктор географических наук, профессор географического факультета МГУ, Москва, СССР.

СВИНЦОВ И. П. — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией международных научных проектов Института пустынь АН ТССР, Ашхабад, СССР.

СДАСЮК Г. В. — доктор географических наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

СЕЙИТКУРБАНОВ С. — кандидат технических наук, заведующий лабораторией гелиоветроэнергетики научно-производственного объединения „Солнце" АН СССР, Ашхабад, СССР.

УТКИН Г. Н. — старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

ШЕРИДАН Д. А. — член совета Института местного самообеспечения, Шеви Чейс, Мэриленд, США.

ШЛИХТЕР С. Б. — кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии АН СССР, Москва, СССР.

В подготовку этой книги внесли свой вклад ученые многих стран, что является свидетельством широкого международного сотрудничества. Необходимо выразить благодарность С. Н. Байбакову, директору Центра международных проектов ГКНТ; В. Г. Полиенко, координатору проекта СССР/ЮНЕП „Помощь и обучение в борьбе с опустыниванием путем комплексного развития"; И. С. Зонну, бывшему директору проектов СССР/ЮНЕП по борьбе с опустыниванием; Я. Г. Машбицу, зав. отделом географии зарубежных стран Института географии АН СССР; Н. С. Орловскому, заместителю директора Института пустынь АН ТССР за их административную и научную помощь настоящему проекту. Редакторы хотели бы также выразить свою признательность Т. А. Сайко, старшему научному сотруднику данного проекта за большую и неустанную помощь в научно-исследовательской работе и редактировании монографии и Марии Кренц, сотруднице Национального центра США по исследованию атмосферы, за постоянно оказываемую помощь.

И, наконец, необходимо выразить особую благодарность сотрудникам ЮНЕП, связанным с реализацией данного проекта. Без их поддержки эта монография никогда не увидела бы свет.

МАЙКЛ ГЛАНЦ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Катастрофа, связанная с первой фазой судано-сахельской засухи в 1968—1973 годах побудила мировое сообщество рассмотреть состояние аридных территорий во всем мире и разработать меры по борьбе с процессами опустынивания и их экологическими и социальными последствиями. Совсем недавно в начале 1980-х годов от засухи в Африке пострадало производство продуктов питания, затронув краткосрочные и долгосрочные возможности более, чем 27 стран, что еще раз подчеркнуло тесную связь между засухой, опустыниванием и голодом. Опустынивание — так был назван феномен уменьшения или уничтожения биологического потенциала земли, ведущий к возникновению условий, аналогичных условиям пустынь, который часто является результатом нерациональной деятельности человека.

Площадь реального проявления этого феномена по произведенным оценкам составляет около 45 млн. км^2.

„Оценки современных потерь продуктивных земель предполагают, что к концу столетия мир потеряет почти треть своих пахотных земель. Такая потеря в период небывалого роста населения и увеличения потребностей в продовольствии может иметь катастрофические последствия", отмечалось в докладе ООН [UN Conference..., 1977].

Конференция ООН по проблемам опустынивания (ЮНКОД), состоявшаяся в 1977 г. в Найроби, подчеркнула в качестве главного вывода то, что процессы опустынивания в настоящее время развиваются в мире повсеместно и в нарастающих размерах. Особенно опасны и широко распространены они в развивающихся странах. Последние засухи в Африке еще раз подчеркнули важность этого предупреждения.

Одна из главных рекомендаций „Плана действий по борьбе с опустыниванием" ЮНКОД посвящена проблеме эффективного сочетания индустриализации и урбанизации, с одной стороны, с развитием сельского хозяйства — с другой и их влиянию на экологию аридных территорий. Речь здесь идет о комплексном гармоничном социально-экономическом развитии без разрушения окружающей среды.

Эта рекомендация, предложенная советской делегацией на Конференции, основывалась на значительном и успешном опыте освоения аридных территорий в СССР. Она же послужила принципиальной основой Проекта ЮНЕП/СССР „Борьба с опустыниванием путем комплексного развития" *, возникшего в рамках соглашения между Государственным комитетом СССР по науке и технике (ГКНТ) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Указанный проект осуществляется в рамках Центра международных проектов ГКНТ.

Разработка комплексных схем регионального развития, сочетающих индустриализацию и урбанизацию с развитием сельского хозяйства, признается ключевой стратегией борьбы с опустыниванием. Создание монографии является одним из основных результатов осуществления Проекта, обобщающего советский и мировой опыт по комплексному освоению экономически развивающихся аридных районов с предупреждением и ликвидацией в них процессов опустынивания.

Настоящая монография завершает определенный этап работы по Проекту ЮНЕП/СССР. Начинался этот этап проведением учебных научных курсов в СССР в 1980 г., а затем был продолжен на международ-

---

* С апреля 1984 г. переименованный в „Помощь и обучение в борьбе с опустыниванием путем комплексного развития".

ном симпозиуме (Ташкент, 1981 г.*). Эти мероприятия, проведенные в рамках Проекта, дали необходимые материалы, которые и легли в основу настоящей монографии, а также позволили обсудить с ведущими зарубежными учеными содержание будущей работы и ход ее выполнения, что согласовывалось также и с Секретариатом ЮНЕП и его отделением по борьбе с опустыниванием.

Большинство разделов монографии написано ведущими сотрудниками Института географии АН СССР, а также Института пустынь, научно-производственного объединения (НПО) „Солнце" АН ТССР, ЦНИИПградостроительства Госгражданстроя и дирекцией Проекта Центра международных проектов ГКНТ.

Монография состоит из четырех частей. В первой части освещаются природные и социально-экономические аспекты процесса опустынивания.

Вторая часть обобщает мировой опыт борьбы с опустыниванием в странах Африки, Ближнего Востока, Южной Азии, Северной и Южной Америки, Австралии.

Третья часть посвящена советскому опыту освоения аридных районов на основе комплексного регионального подхода. В качестве типичных примеров, когда был осуществлен широкий комплекс конструктивных географических исследований аридных районов, приведены описания освоения „Черных земель" Калмыкии, зоны Голодной степи в Узбекистане, Каракумского канала в Туркменистане и Вахшской долины Таджикистана.

Четвертая часть — заключение как бы суммирует предыдущие три части и в конспективной форме дает методологические и методические подходы к разработке комплексных программ хозяйственного развития аридных районов, подверженных опустыниванию **.

В конце каждой части дается список использованной в ее главах литературы.

Создание научной монографии на международной основе — дело трудное и сложное. Несомненно, однако, что оно дает широкую возможность соединить методический и практический опыт, накопленный различными национальными научными школами, в целях рационального использования и охраны природных ресурсов, к чему настойчиво призывает Программа ООН по окружающей среде.

Академик И. П. ГЕРАСИМОВ

---

* Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Международный научный симпозиум. Тезисы докладов. Ташкент, 1981, 252 с.

** В рамках Проекта издано также методическое пособие „Руководство по составлению региональных схем комплексного развития по борьбе с опустыниванием". М., Прогресс, 1982 г., на русском, английском, французском и испанском языках.

Часть первая

ОПУСТЫНИВАНИЕ: ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Глава I

МАСШТАБЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРОЦЕССА ОПУСТЫНИВАНИЯ

Х. Е. Дрегне (США)

Введение. Термином „опустынивание" определяется процесс деградации земель, который в конечном счете приводит к превращению плодородных земель в экологическую пустыню. На протяжении последних тысячи — двух тысяч лет опустынивание происходило вследствие нерациональной деятельности человека. В течение значительно более длительного времени пустыни возникали в результате изменений климата — примером может служить Сахара.

Антропогенная деградация земель начинается при сокращении или уничтожении естественного растительного покрова в результате чрезмерного выпаса скота, обработки почвы при выращивании сельскохозяйственных культур, добычи полезных ископаемых, строительства дорог, орошения, урбанизации, отдыха и туризма и других видов деятельности человека, нарушающих сложившиеся природные условия. Затем водная и ветровая эрозия ускоряет процесс деградации. В конце концов земли становятся совершенно опустошенными и заброшенными. Для восстановления плодородия опустыненных земель естественным путем или при вмешательстве человека требуются годы, десятилетия и даже столетия, в зависимости от степени деградации и климатических условий. Во многих случаях опустынивание производит такое разрушение, которое вообще не позволяет в полной мере восстановить прежнее плодородие.

Определение. Французский ботаник и эколог Обревилль впервые употребил термин „опустынивание" в названии написанной им книги [Aubreville, 1949]. Он не дал точного и исчерпывающего определения этого понятия, считая, что опустыниванием является превращение плодородных земель в пустыню в результате эрозии почв, связанной с деятельностью человека. Во влажных и умеренно влажных тропиках, где работал Обревилль, причинами опустынивания земель в последние 100—150 лет являлась вырубка леса, беспорядочное использование огня и обработка почвы при выращивании сельскохозяйственных культур.

Определение опустынивания должно отражать процесс последовательного истощения земель от нормального состояния до очень сильной их деградации в результате деятельности человека [Glantz and Orlovsky, 1983]. Мы воспользуемся следующим определением *:

Опустынивание есть истощение наземных экосистем в результате деятельности человека. Этот процесс может оцениваться по степени снижения продуктивности культурных растений, степени нежелательных изменений биомассы и уменьшения многообразия микро- и макрофауны и флоры, по ускоренной деградации почвы и по увеличению фактора риска для сельскохозяйственного производства на используемых землях [*Dregne, 1978*].

При опустынивании наблюдается обеднение и полное уничтожение растительного покрова, водная и ветровая эрозия почв, коркообразование, уплотнение грунта, уменьшение плодородия почв, их засоление и заболачивание.

Распространение опустынивания в мире. На карте (рис. 1) показано распространение и степень опустынивания в аридных (засушливых) регионах мира. Выделяются четыре степени опустынивания: слабое, умеренное, сильное и очень сильное. В табл. 1 указаны критерии определения степени опустынивания. Основным фактором опустынивания пастбищных угодий является уничтожение растительного покрова. Для земель, используемых в богарном земледелии, основной фактор опустынивания — эрозия почв, а в орошаемом земледелии — их засоление и заболачивание. Эрозия, образование почвенной корки и снижение плодородия являются второстепенными факторами опустынивания пастбищных угодий, тогда как на землях, используемых в богарном земледелии второстепенные факторы — снижение плодородия, образование почвенной корки и уплотнение почвы. Уплотнение почвы — отрицательное следствие применения тяжелой сельскохозяйственной техники в орошаемом земледелии. Урбанизация, добыча полезных ископаемых, развитие индустрии, отдыха и туризма сопровождаются такими основными факторами опустынивания, как уничтожение растительного покрова и эрозия почв.

На карте выделены экстрааридные (крайне засушливые) регионы, которые, однако, характеризуются лишь слабым опустыниванием. Это объясняется тем, что деятельность человека не оказывает заметного отрицательного влияния на и без того низкую их продуктивность, которая часто приближается к нулю.

История проблемы опустынивания. Несмотря на то, что в последние годы этой проблеме уделяется особое внимание, она отнюдь не нова для человечества. Исторические данные свидетельствуют, что уже многие столетия назад происходила сильная деградация обширных земельных площадей прежде всего в трех регионах: Средиземноморьи, Месопотамии и на лёссовых плато Китая.

Средиземноморье. Возможно, начиная еще с древних финикийцев в Восточном Средиземноморье, по всему побережью на горных склонах вырубалась древесная растительность для строительства кораблей и храмов, на топливо для выплавки железа и для того, чтобы высвободить площади под земледелие. Классическим примером того, как вырубка леса приводит к деградации земель является уничтожение замечательного ливанского кедра [Mikesell, 1969]. Известно, что еще в 2600 г.

* Здесь и далее определения процесса опустынивания выражают мнение авторов.

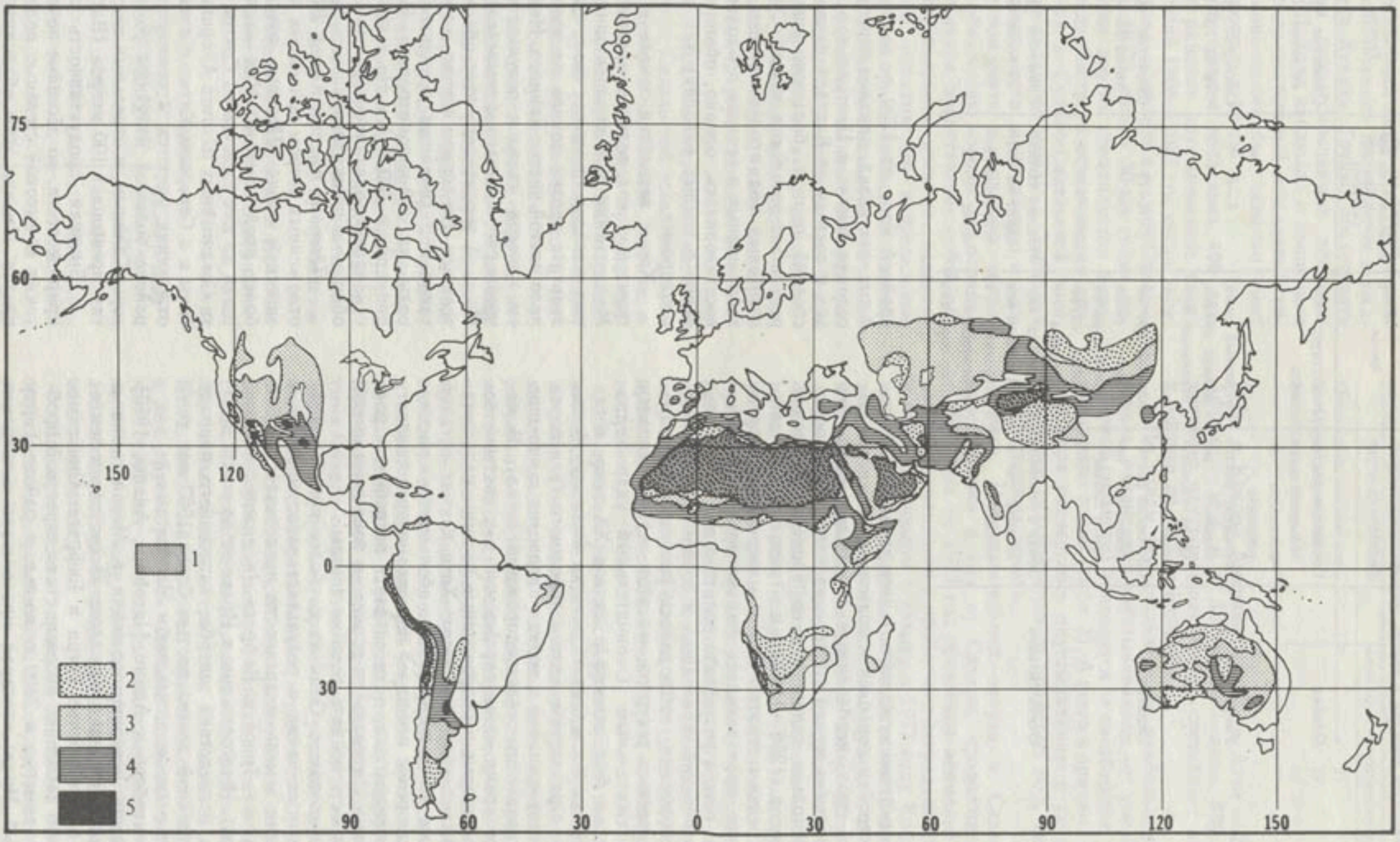


Рис. 1. Опустынивание аридных земель (по H. Dregne, 1978):
1 — экстааридные районы. Опустынивание аридных земель; *2* — слабое; *3* — умеренное; *4* — сильное; *5* — очень сильное

Таблица 1

Критерии определения степени опустынивания

Степень опустынивания	Растительный покров	Эрозия	Засоление или заболачивание (при орошении), $EC_e \times 10^3$ (миллимо)	Урожай
Слабая	Состояние растительности от отличного до хорошего	Отсутствует или мала	4	Снижение урожаев менее 10%
Умеренная	Состояние растительного покрова удовлетворительное	Умеренный смыв, мелкие овраги, отдельные бугры	4—8	Снижение урожаев на 10—50%
Сильная	Состояние растительного покрова плохое	Сильный плоскостный смыв, много оврагов, иногда сдувание почвы	8—15	Снижение урожаев на 50—90%
Очень сильная	Земля в основном лишена растительности	Участки со сдутой почвой или глубокими и многочисленными оврагами	Мощная соляная корка на почти непроницаемой почве	Снижение урожаев более чем на 90%

до н.э. египтяне нуждались в лесе древней Финикии для постройки кораблей и храмов, а также для получения смол, необходимых для бальзамирования (изготовления мумий). Спрос на кедр, ель и сосну был настолько велик, что во времена правления Мамелюков (1250—1517 гг. н.э.) лес считался важным и редким стратегическим материалом, а заготовка его производилась под контролем султана. В XVIII веке в результате политических и социальных потрясений, приведших к сокращению численности населения, наблюдалось некоторое восстановление лесных ресурсов, но этот период оказался непродолжительным. Окончательный удар кедровым лесам был нанесен в начале XX века, когда практически последние их остатки были вырублены в связи с развитием железнодорожного транспорта (древесину сжигали в топках паровозов и она шла на изготовление железнодорожных шпал). В настоящее время лишь охраняемые как святыня немногочисленные и разрозненные рощицы напоминают о былых кедровых лесах. Хотя климат остался таким же, как и во времена наибольшего их расцвета, расширение площадей под лесами представляется маловероятным, пока осталась потребность расходования древесины на топливо и пока козы имеют возможность поедать зеленые всходы.

Месопотамия. Один из наиболее ярких примеров опустынивания в результате заболачивания и засоления земель в древности представляет собой междуречье Тигра и Евфрата (в нижнем течении этих рек). И сегодня еще в Ираке не до конца преодолены последствия ущерба, нанесенного природе хозяйственной деятельностью более 1500 лет тому назад в регионе, называемом Месопотамией.

Джекобсен и Адамс [Jacobsen, Adams, 1958] проследили историю орошения в Месопотамии и выяснили, как оно отражалось на состоянии земледелия в междуречье Тигра и Евфрата. Они отмечают, что засоление впервые стало серьезной проблемой примерно в 2400 г. до н.э. в районе Гирсу (Южный Ирак), которая продолжала оставаться таковой в течение продолжительного времени — по крайней мере до 1700 г. до н.э. Затем, примерно 3 тыс. лет назад, начался период более слабого засоления земель в Центральном Ираке. 800 лет назад к востоку от Багдада начался новый, пока последний, период „большого ущерба" земледелию в результате засоления земель. С понижением уровня грунтовых вод продуктивность некоторых земель, заброшенных в течение продолжительного времени, восстановилась, однако, обширные площади (особенно в южных районах) так и не обрели былого плодородия.

Кроме засоления земель и повышения уровня грунтовых вод ведение орошаемого земледелия в Месопотамии осложнялось заиливанием оросительных каналов. Большое количество наносов в результате эрозии земель на возвышенностях требовало частой чистки каналов. Неизвестно, какой объем наносов являлся результатом заготовки леса, чрезмерного выпаса и земледелия на водоразделах. По всей вероятности этот объем был очень значительным. Во всяком случае потребовалось принятие таких мер (имевших временный успех) как отвод воды из 300-километрового Нарванского канала примерно в 700 г. н.э. Но в конечном счете борьба с наносами оказалась слишком затруднительной и обширные площади пришлось забросить.

Лёссовые плато в Китае. Лёсс состоит из переотложенных ветром почвенных частиц и частиц физической глины. Лёссовые почвы относятся к наиболее продуктивным. Ими заняты обширные площади на юге Советского Союза, в центральной части Соединенных Штатов Америки, на востоке Аргентины и в Северном Китае. Самые мощные лёссовые отложения имеются в семиаридной зоне Китая, в районе большой излучины реки Хуанхэ. По некоторым данным, в отдельных местах мощность лёсса там превышает 100 метров [Barbour, 1926].

Высокая продуктивность заложена в самой природе лёсса, но лёссовые почвы характеризуются также и высокой степенью подверженности водной эрозии. Именно этим объясняется тот факт, что в Китае наблюдаются случаи сильнейшей, как нигде

в мире, деградации земель. По некоторым сведениям, площадь оврагов там составляет 26 тыс. км^2 при общей площади лёссовых земель 600 тыс. км^2 [Kuo, 1976]. Овраги и плоскостный смыв в лёссовых районах — причина исключительно высокого содержания ила в водах реки Хуанхэ. Трудно представить себе степень эрозии террассированных лёссовых земель. В 1934 году Д. Торп наблюдал в провинции Шенси, как за непродолжительный дождливый период с поля на склоне холма был целиком смыт пахотный слой мощностью в 10 см.

Опустынивание в течение последних 100 лет. В Африке и других районах опустынивание началось задолго до событий 1968—1973 гг., когда засуха обрушилась на Сахельскую зону к югу от Сахары. Стеббинг [Stebbing, 1937] еще в 30-ых годах настойчивее и энергичнее других специалистов выражал тревогу по поводу быстрого исчезновения древесной растительности в Судано-Сахельской зоне. Он рассматривал деградацию земель в Западной Африке как деградацию лесов, приводящую к эрозии почвы и, в конечном счете, к появлению непродуктивных песков и обнажению породы. Он отрицал мнение о том, что Сахара представляет собой обширное пространство, покрытое песками, надвигающимися огромными волнами на сопредельные земли наподобие морской приливной волны. Однако, такое представление о Сахаре оказалось настолько привлекательным для многочисленных авторов работ об опустынивании, что в настоящее время оно превратилось в общепринятую точку зрения [Cloudsley-Thompson, 1974]. Очевидно, есть что-то захватывающее воображение в самой идее постоянно расширяющейся пустыни, угрожающей человечеству.

Предупреждения, подобные предупреждениям Стеббинга относительно Сахельской зоны, высказывались и другими учеными из Южной Африки и Северной Америки. Во многих странах проводились и в настоящее время проводятся научные исследования с целью поиска путей регулирования выпаса, сохранения почвы и водных ресурсов для того, чтобы затормозить процессы опустынивания.

В результате, в настоящее время хорошо известны основные принципы сохранения земельных и водных ресурсов в аридных условиях. К сожалению, эти принципы внедряются в практику все еще слишком медленно, и деградация земель продолжает уменьшать эффективность усилий, направленных на подъем благосостояния человечества.

Распространение и степень опустынивания. Данные о распространении и степени опустынивания аридных земель в мире (см. рис. 1) приведены в табл. 2.

Сильным опустыниванием охвачено в Испании около 30% аридных земель, в Северной Америке — 27%, в Южной Америке — 22%, в Азии — 20%, в Африке — 18% и в Австралии — лишь 8%. Доля умеренно опустыненных земель составляет от 11% в Африке до 70% в Испании.

Таблица 2

Опустынивание аридных земель в мире

Степень опустынивания	Земельные площади, тыс. км^2	Процент от общей площади аридных земель
Слабая	24520	52,1
Умеренная	13770	29,3
Сильная	8700	18,5
Очень сильная	73	0,1
Всего	47063	100,0

Таблица 3

Степень опустынивания (от умеренного до очень сильного) сельскохозяйственных земель в аридных регионах

Вид землепользования	Процент опустынивания, %
Орошаемое земледелие	21
Богарное земледелие	77
Пастбищные угодья	82

По типам землепользования наибольшая доля земель, охваченных опустыниванием (от умеренного до очень сильного) приходится на пастбищные угодья и богарные земли (табл. 3). А всего в аридных регионах мира подверглось опустыниванию в умеренной или более сильной степени примерно 80% сельскохозяйственных земель.

Африка. Опустошительная засуха в Сахельской зоне Африки к югу от Сахары, продолжавшаяся с 1968 года по 1973 год привлекла внимание мировой общественности к проблемам деградации земель и явилась поводом к созыву в 1977 году Конференции ООН по проблемам опустынивания. Однако, не засухи, а деятельность человека послужила причиной опустынивания Сахельской зоны. Засуха там лишь явилась дополнительной нагрузкой на биологические ресурсы. При их рациональном использовании засуха, если и причинила бы долгосрочный ущерб, он был бы не столь значительным. Однако при неразумном, нерациональном использовании ресурсов засуха часто еще более усугубляет последствия такого использования и ускоряет процесс деградации земель [Weaver, Albertson, 1940], что и произошло в Сахельской зоне, как и во многих других районах.

В аридных регионах Африканского континента наблюдаются все обычные виды и формы опустынивания. Они вызывают многие серьезные проблемы локального или регионального характера. В результате чрезмерного выпаса скота продуктивность пастбищных угодий сократилась практически повсюду, за исключением районов распространения мухи „це-це". Ландшафты в районах возделывания сельскохозяйственных культур страдают от ветровой и водной эрозии, которая серьезно проявляется и на большей части пастбищных угодий [Rapp, 1974]. При интенсивной системе земледелия к югу от пустыни Сахара сокращение периодов, когда земли находятся под парами, привело к резкому уменьшению количества питательных веществ для растений в почве. Наиболее сильное засоление и заболачивание орошаемых земель наблюдается в долине Нила. Но проблема засоления и заболачивания орошаемых земель остро стоит не только в долине Нила, и по всей Северной Африке — она актуальна и для других районов. Добыча полезных ископаемых оставляет свои следы на поверхности земли континента повсюду, где она производится. Деградация окружающей среды продолжается и отнюдь не замедляется.

Подверженность аридных регионов Африки опустыниванию усиливается действием ряда факторов. Эти факторы можно разделить на три группы: 1) рост народонаселения и увеличение численности

скота, 2) прогресс в области здравоохранения и 3) применение нерациональных технологических приемов и процессов в сельскохозяйственном производстве. Эти факторы также проявляются в Азии и Латинской Америке.

Рост численности оседлого населения вызвал увеличение нагрузки на обрабатываемые земли, интенсифицировал систему земледелия, что привело в частности к сокращению времени нахождения земель под парами и распространению земледелия в более засушливые районы (зоны рискованного земледелия). В менее аридных регионах плодородие почв снизилось, усилилась ветровая и водная эрозия, снизилась и устойчивость урожаев, тем сильнее, чем ближе пахотные земли подходят к границе пустыни. С продвижением земледелия на новые площади скотоводы-кочевники лишались части своих лучших пастбищных угодий [Delwaulle, 1977]. В то же время численность скотоводов и поголовье скота увеличивалось, а система ветеринарной службы совершенствовалась. Все это в сочетании с отсутствием гибкой и эффективной системы сбыта продукции животноводства обусловило неизбежный результат: чрезмерный выпас и ускоренное опустынивание [Widstrand, 1975].

Отрицательное воздействие чрезмерного выпаса на природные ресурсы, особенно в Сахельской зоне усугублялось (разумеется, не умышленно) тем, что скотоводы рыли дополнительные колодцы для круглогодичного обеспечения своих стад водой. Раньше отсутствие воды обеспечивало определенный период покоя для восстановления кормовой растительности. Теперь растительный покров в районе колодцев истощался особенно быстро. Местные власти не обеспечили или не смогли обеспечить должный контроль, необходимый для того, чтобы дать возможность растительности пастбищных угодий вернуться к прежнему состоянию после чрезмерного выпаса.

Азия. Опустынивание в аридных районах Азии характеризуется прежде всего чрезмерным выпасом на природных пастбищах в странах Ближнего Востока и Центральной Азии, водной эрозией обширных площадей обрабатываемых земель по всему региону от Восточного Китая до Средиземного моря и засолением и заболачиванием (в широких масштабах) в Ираке, Пакистане, Китае и Советском Союзе. Везде, где ведется разработка месторождений полезных ископаемых (включая добычу нефти и природного газа), она наносит серьезный ущерб земельным ресурсам.

Истощение пастбищ из-за чрезмерного выпаса, эрозия почвы и засоление орошаемых земель уже в течение продолжительного времени являются важными проблемами для стран Ближнего Востока и Центральной Азии. То же справедливо в отношении водной эрозии неорошаемых земель в Индии, Пакистане и на лёссовых плато в Китае. Эта же проблема сравнительно недавно возникла в бассейне Инда (Индия и Пакистан).

Во всех странах региона, страдающих от деградации земель, с разной степенью успеха предпринимались и предпринимаются меры по борьбе с ней, так как и по огромности площадей, уже охваченных деградацией и по высокой ее степени — это одна из важнейших проблем для Азии.

За последние 2—3 десятилетия значительно более серьезной стала проблема истощения естественных пастбищ, стравливания их скотом. Наблюдался резкий рост народонаселения и поголовья скота от Индии [Office of Environmental Planning and Coordination, 1977] до Ближнего Востока [Pearse, 1971]. Земледелие продвинулось в пределы пастбищных земель; колодцы сооружались для того, чтобы была возможность использовать пастбища круглый год, а развитие транспорта сделало возможным вывоз животноводческой продукции и коммерческую целесообразность скотоводства в районах, бывших прежде отдаленными. В результате, выращивание сельскохозяйственных культур стало рискованным в климатически маргинальных районах, где прежде были наилучшие пастбища. В то же время ускоряется ухудшение оставшихся пастбищ в связи с ростом поголовья скота, выпасаемого на более засушливых угодьях. Уничтожение растительного покрова на песчаных почвах стало причиной широкого распространения ветровой эрозии и уменьшения плодородия почвы. Это привело к необходимости осуществления дорогостоящих программ борьбы с эрозией почвы в Китае, Иране, Саудовской Аравии и в других странах.

Австралия. Проблема деградации земель в Австралии — это прежде всего проблема истощения и даже уничтожения пастбищ из-за чрезмерного выпаса скота. Ветровая же и водная эрозия и засоления орошаемых и богарных земель имеют лишь местное, локальное значение. Их отрицательное воздействие сильнее сказывается на небольших территориях в южной части континента, где они приносят больший ущерб, чем стравливание пастбищ. Деградация земель — обычное явление в районах сельскохозяйственных общин и популярных районах туризма, таких как Айерс Рок, Австралия.

Выбивание пастбищ на континенте началось 50—100 лет назад, когда вовлекались в использование аридные земли, а люди не располагали информацией о нагрузке скота на те или иные пастбищные угодья и мало что знали о разнице средних и экстремальных климатических условий. В первой четверти XX столетия по мере расширения границ земледелия в более засушливые районы возникали проблемы ветровой и водной эрозии, засоления и заболачивания орошаемых земель и бокового подтока засоленных вод на богарных землях. Меры по выправлению положения были предприняты в 1930-х и 1940-х годах, когда различные штаты совместно приняли ряд обязательных требований по охране земельных ресурсов. Следует отметить, что в настоящее время истощение пастбищ является значительно менее серьезной проблемой, чем до 1940 года, что ветровая и водная эрозия почв все еще наблюдаются, но в меньшей степени, чем прежде, но засоление орошаемых земель в бассейне р. Муррей усиливается и боковой подток засоленных вод на семиаридных и субгумидных землях неуклонно возрастают.

Северная Америка. Чрезмерная эксплуатация естественных пастбищ сильно отразилась на их состоянии в аридных районах Северной Америки, и попытки восстановить прежнюю продуктивность этих земель хотя и дали некоторые положительные результаты, но большим успехом пока не увенчались. Обширные площади продолжают страдать от ветровой и водной эрозии, а засоление и заболачивание (различной степени) — обычное явление почти на всех орошаемых землях в долинах. В настоящее

время опустынивание видимо стабилизировалось; наблюдается некоторое улучшение состояния растительного покрова естественных пастбищ. В последние 30 лет удалось добиться определенных успехов в борьбе с эрозией и заболачиванием. Однако засоление орошаемых земель все еще имеет место, и проблема бокового подтока засоленных вод на богарных землях становится более серьезной.

Перевыпас, нанесший большой урон травостою, а местами и уничтоживший его на естественных пастбищах аридных и семиаридных районов Северной Америки начался в Мексике после завоевания ее испанцами, а позже распространился и на юго-западные районы США. В первой половине XIX в. он уже наблюдался по обе стороны границ двух государств. С появлением железных дорог поголовье крупного рогатого скота на Юго-Западе США резко возросло, и там выпасалось значительно больше скота, чем позволяли возможности природных пастбищ. Такое положение сохранилось и в XX в. Усиленное образование оврагов на истощенных естественных пастбищах во второй половине XIX в. связывают с деградацией пастбищных угодий, но неясно, является ли причиной чрезмерное стравливание [Cooke, Reeves, 1976].

Второй важнейший фактор опустынивания — ветровая эрозия богарных обрабатываемых земель. Опустошение в результате пыльных бурь, вызванных засухой в 1930-х годах на Великих Равнинах США — наиболее яркий пример того урона, который ветровая эрозия постоянно, хотя и менее ярко выраженно наносит землям на западе Великих Равнин, в северо-западных тихоокеанских штатах и в некоторых других местах. Вообще ветровая эрозия обрабатываемых земель (как орошаемых, так и неорошаемых) представляет серьезную проблему с тех пор как в засушливых районах был разрушен первоначальный слой дернины. Эрозия — постоянный источник опасности. В засуху опасность увеличивается, во влажные годы уменьшается, но каждый год сохраняется в том или ином месте.

Ускоренная водная эрозия остается особенно серьезной проблемой на пастбищных угодьях, истощенных вследствие чрезмерного стравливания, в районе Палоуз на северо-западе тихоокеанского побережья и на возвышенностях в Мексике. Естественная эрозия всегда была серьезной проблемой на неплодородных, сильно пересеченных территориях штата Южная Дакота и территориях, покрытых глинистыми сланцами в штатах Вайоминг, Колорадо, Юта и Нью-Мексико, но люди ухитрились еще больше осложнить положение нерациональной обработкой почв и чрезмерным стравливанием естественных пастбищ.

Засоление и заболачивание можно обнаружить в США почти в каждой долине, где имеются орошаемые обрабатываемые земли. Особенно оно проявляется в долине р. Сан-Хоакин в Калифорнии, смежных долинах Империал-Валли и Мехикали и долине Рио-Гранде (в нижней части). Деградация земель сильнее выражена в долине Мехикали, чем в примыкающей к ней долине Империал-Валли по двум причинам: здесь выше минерализация оросительных вод, и в долине Мехикали нет такой разветвленной дренажной сети, какая имеется в долине Империал-Валли.

Боковой подток засоленных вод широко распространен на неорошаемых землях в штатах Монтана, Южная Дакота и Северная Дакота, а также в канадских провинциях, расположенных в зоне прерий — Манитобе, Саскачеване и Альберте [Vander Pluym, 1978].

На почвах среднего механического состава часто происходит уплотнение и образование поверхностной корки. Уплотненный подпахотный слой в результате деятельности человека особенно часто встречается на орошаемых глинистых почвах, а также неорошаемых почвах суглинистого механического состава. Образование поверхностной корки наблюдается на орошаемых и неорошаемых землях, а также на почвах занятых пастбищами.

Научно-исследовательские организации начали проявлять интерес к проблемам истощения естественных пастбищ, эрозии, засоления и заболачивания с конца XIX — начала XX вв. В это же время были установлены многие основные принципы предупреждения опустынивания. Однако эти принципы не находили широкого практического применения до 1940—1950-х гг., да и сейчас еще многое остается сделать в этом направлении [Glantz, 1981].

Южная Америка. Нрезмерное стравливание природных пастбищ, обработка земель, мало пригодных для земледелия, деградация земель в результате вырубки лесов и связанной с ней водной эрозией — давно существующие проблемы аридных регионов Южной Америки. Ветровая эрозия — основная угроза землям в семиаридной аргентинской пампе. Подвижные песчаные дюны опустошили обширные земли. От засоления и заболачивания страдают орошаемые земли в западной Аргентине, особенно вдоль русла р. Рио-Саладо, и в многочисленных узких орошаемых долинах, пересекающих прибрежные равнины в Перу.

Заселение западных районов Южной Америки испанцами в XVI и XVII в.в. сопровождалось интенсивной вырубкой лесов на строительный материал и топливо. Одновременно с этим шло локальное чрезмерное стравливание пастбищ и возделывание земель на склонах, что неизбежно приводило к ускоренной эрозии. Однако до XIX—XX в.в. деградация земель на склонах Анд и на прилегающих к океанскому побережью природных пастбищах еще не имела широкого распространения. В последние же годы на аридные районы региона все большее отрицательное воздействие оказывает рост населения в сочетании с существующей в большинстве южноамериканских стран системой землевладения.

В семиаридных районах северо-восточной Бразилии опустынивание удерживается на умеренном уровне хаотическим характером распределения осадков. Вероятно, земли тут страдали бы гораздо сильнее, если бы распределение осадков было более упорядоченным и не случались бы частые сильные засухи. Местная же естественая растительность (каатинга) ксерофильна и хорошо приспособлена к продолжительным ежегодным сухим периодам (Banco do Nordeste do Brasil, 1964).

Прибрежные районы Перу пересекаются большим количеством коротких рек, стекающих с Анд в Тихий океан. Многие орошаемые ими долины в той или иной степени подвержены засолению и заболачиванию. Однако долины составляют лишь небольшую часть прибрежной пустыни в Перу и еще меньшую в Чили.

Южнее, в семиаридных прибрежных горных районах Чили наблюдается сильная деградация

земель вокруг центров высокой плотности населения. Важным фактором, отрицательно отразившимся на развитии региона, является также бесконтрольная вырубка лесов.

В Аргентине, где аридных земель больше, чем в любой другой стране Южной Америки, чрезмерный выпас привел к деградации растительного покрова природных пастбищ от высоких плато на севере страны до холодной Патагонской пустыни на юге. Борьба с ветровой эрозией представляет собой серьезную проблему как при эксплуатации природных угодий, так и при использовании обрабатываемых земель, особенно на юге Аргентины.

Испания. В течение десятилетий, а то и столетий, все аридные районы Испании подвергались опустыниванию от умеренного до сильного. Наибольший ущерб принесли чрезмерное стравливание пастбищных угодий и вырубка лесов, но немалый приносила и приносит ветровая и водная эрозия обрабатываемых земель. Остро стоит проблема засоления и заболачивания орошаемых земель в долине р. Гвадалквивир на юге страны. Важное значение имеет она и в отдельных районах водораздела р. Эбро на северо-востоке Испании. Уничтожение естественной растительности и, как следствие этого водная эрозия маломощных почв на склонах резко отрицательно отразились на потенциале продуктивности земель. На побережье Средиземного моря имеются подвижные песчаные дюны.

За несколько последних столетий чрезмерный выпас овец и коз привел к уничтожению большей части травянистой и древесной растительности на необрабатываемых землях страны [Albareda, 1955]. Почвы на склонах, лишенных растительного покрова, в районах, где осадки выпадают в виде обильных ливней, подвержены сильной водной эрозии. Одновременно с чрезмерным стравливанием естественных пастбищ шла вырубка лесов на топливо и строительные материалы, и расширялись границы богарного земледелия за счет пастбищных угодий. Растительный покров стал более ксерофильным и увеличился поверхностный сток.

Монокультурное земледелие (выращивание зерновых культур) истощило природное плодородие почв и увеличило подверженность земель ветровой и водной эрозии. Ускорению опустынивания способствовали периодические продолжительные засухи. Водная эрозия очень сильна почти повсюду на почвах склонов.

Большая часть обрабатываемых земель в Испании не страдает от засоления и заболачивания, но в орошаемых долинах засолению и заболачиванию подвержены обширные территории. На северо-востоке страны важнейшие районы, страдающие от засоления, расположены на водоразделе р. Эбро, недалеко от Сарагосы и Лериды. Возвратный сток в результате орошения выше расположенных участков вызвал заболачивание и засоление земель, расположенных ниже [Martinez, 1978].

Значение проблемы опустынивания для человечества. В конечном счете опустынивание — проблема, имеющая общечеловеческое значение. Можно ожидать, что из 770 млн. человек, проживавших в аридных районах в 1980 г., по крайней мере 450 млн. так или иначе ощутят на себе прямые последствия опустынивания. Это могут быть глазные и кишечные заболевания, истощенный скот, пустые амбары и зернохранилища, наступление песков на посевы сельскохозяйственных культур, водоемы, заполненные осадками, или разрушительные наводнения. В настоящее время стоимость теряемой на аридных землях сельскохозяйственной продукции оценивается более чем в 26 млрд. долларов в год. Суммарный прямой ущерб от опустынивания значительно превышает эту сумму.

Каждый год определенная часть сельскохозяйственных земель подвергается столь сильному опустыниванию, что не может больше обеспечивать текущий доход, достаточный, чтобы оправдать текущие издержки. Маловероятно, что эти земли будут совершенно заброшены. Их будут продолжать использовать, что создает дополнительную нагрузку на другие ресурсы, или же их будут использовать менее интенсивно. В любом случае эти земли станут приносить меньший доход, и уровень жизни обрабатывающего их населения снизится.

После того, как земли подверглись опустыниванию, встает вопрос о затратах на борьбу с этим процессом и о восстановлении прежней продуктивности земли. В табл. 4 приводятся данные о доле различных видов землепользования, для которой экономическая выгода восстановления прежней продуктивности превышает расходы на восстановление. Лишь примерно у 25% естественных пастбищных угодий отношение дохода к издержкам положительное, в то же время восстановление продуктивности почти 100% орошаемых земель экономически оправдано и целесообразно. Затраты на мелиорацию сильно засоленных орошаемых земель велики, но велики и потенциальные экономические выгоды улучшения земель. С другой стороны, затраты на улучшение естественных пастбищных угодий относительно невелики, но и дополнительный доход в результате улучшения также будет небольшим. Фактически, в большинстве случаев доходы далеко не оправдывают затраты. 30% богарных обрабатываемых земель, улучшение которых не дает превышения доходов над расходами — это климатически маргинальные земли, которые были хорошими пастбищными угодьями, но мало подходят для земледелия. Худшие естественные пастбищные угодья расположены в более сухих регионах или настолько пострадали от сильной плоскостной эрозии или наступления песков, что восстановление растительного покрова и закрепление песков на них слишком затруднительны.

Данные табл. 4 показывают, что некоторые земли стоит мелиорировать и повышать их продуктивность, тогда как улучшение других экономически нецелесообразно. Прежде всего заслуживают мелиорации земли, имеющие высокий потенциал продуктивности — это земли, обладающие хорошими почвами, достаточной влагообеспеченностью, доступностью и находящиеся в районах с благоприятными климатическими условиями. Если основным критерием является экономическая целесообразность и

Таблица 4

Площадь опустыненных земель, дающих чистый доход после их улучшения

Вид землепользования	Площадь земли, %
Орошаемые земли	100
Богарные обрабатываемые земли	70
Естественные пастбища	25

оправданность, маргинальные земли следует мелиорировать в последнюю очередь.

Следует отметить, что данный анализ основан на оценке прямых затрат на мелиорацию и прямых экономических выгод (доходов) от увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Несмотря на то, что, как ожидается, 75% земель естественных пастбищ не оправдывают расходы на улучшение, для их восстановления могут быть серьезные основания социального характера, такие как возможность сдержать нежелательную миграцию сельского населения в города, справедливая доля в расходовании фондов развития, предупреждение дальнейшего истощения природных ресурсов и обеспечение занятости населения в определенные периоды года. Однако труднее обосновать целесообразность мелиорирования богарных обрабатываемых земель самого худшего качества. Климатически маргинальные обрабатываемые земли едва ли будут в состоянии обеспечивать удовлетворительные доходы населения, их обрабатывающего, даже если остановить их дальнейшую деградацию. И все-таки общество должно принять на себя ответственность за сохранение всего комплекса природных ресурсов для будущих поколений, только в этом случае удастся прекратить их бесконтрольное истощение. Степень понимания необходимости всемерного сохранения природных ресурсов — мера общественного сознания каждой нации и государства.

Глава II

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ

И. С. Зонн, Н. С. Орловский (СССР)

Современное опустынивание является результатом действия двух факторов — природного и антропогенного.

Возникновение и наличие на земном шаре природных пустынь в основном связано с субтропическими зонами высокого давления между 15 и 25° северной и южной широт, формирующимися в системе общей циркуляции атмосферы. Сложные и стабильные перемещения воздушных масс от субтропиков к экватору создают устойчивое состояние атмосферы, характеризующееся чрезвычайно малым выпадением осадков. Дефицит влаги, подверженный к тому же значительным сезонным и годовым колебаниям, во многом определяет естественные процессы опустынивания.

Процессы опустынивания усиливаются засухами, которые свойственны всем аридным областям и по словам Дж. Маббутта являются „двигателем" опустынивания. Несмотря на это, определяющее значение для опустынивания имеет антропогенный фактор. Аридный климат же служит соответствующей предпосылкой.

Исторический опыт проявления процесса опустынивания убедительно показывает это.

Несмотря на разнообразие процессов опустынивания, можно выделить и наиболее общие для них факторы [Розанов, 1977]:

1. Деградация растительного покрова и сопутствующая ей эрозия в результате чрезмерного выпаса.

2. Усиление эрозии и дефляция засушливых земель при их интенсивном и часто нерациональном использовании под богарное земледелие без учета особенностей почвенного покрова.

3. Отсутствие взаимодействия и кооперации между земледелием и животноводством.

4. Уничтожение растительного покрова при заготовке топлива.

5. Разрушение растительного и почвенного покрова при дорожном и индустриальном строительстве, геологоразведочных работах, разработке полезных ископаемых, строительстве населенных пунктов и ирригационных сооружений.

6. Разрушение хрупкого пустынного покрова автотранспортом.

7. Уничтожение растительного покрова и разбивание почв скотом вокруг неправильно расположенных и нерационально организованных водопойных колодцев.

8. Вторичное засоление, подщелачивание и подтопление орошаемых и окружающих их земель.

9. Рост солончаковых пустынь в бессточных бассейнах.

Все перечисленные факторы могут действовать в разном сочетании или по отдельности.

Как отмечалось, во многих развивающихся странах способы выпаса скота не изменялись на протяжении по крайней мере 1000 лет. В экстремальных климатических условиях продукты животноводства полностью идут на удовлетворение собственных потребностей скотоводов, при этом не остается избыточных продуктов, которые могут поступать на рынок. Поэтому скотоводы не имеют средств на приобретение продуктов питания в период засухи или эпидемий, поражающих скот. Они стремятся увеличить численность своих стад, надеясь таким образом обеспечить свое существование в период засух. Вследствие роста поголовья, концентрации большого количества скота вокруг редких водопоев и недавно созданных оседлых поселений, наряду с ухудшением пастбищ наблюдается сокращение площади выпаса из-за развития земледелия и строительства водохранилищ, что ухудшает условия существования кочевого населения.

В результате роста поголовья скота пастбищные земли испытывают увеличивающуюся нагрузку, и пастбища становятся более чувствительными к перевыпасу.

Это приводит к изменению видового состава растительности, возрастного состава ценопопуляций доминантов, структуры и числа ассоциаций и микроассоциаций, величины продуктивности фитомассы, состояния почвенного покрова, форм рельефа, уровня грунтовых вод, микроклимата и т. д.

Наиболее наглядное изменение растительности под влиянием различных нагрузок на пастбища происходит в песчаной пустыне. Животные при выпасе главным образом воздействуют непосредственно на растения и на почвенный покров. Усиление нагрузки на пастбища приводит к постепенному уменьшению или исчезновению ценных кормовых растений из травостоя и замещению их сорными, плохо поедаемыми или непоедаемыми видами. Одновременно происходит замена многолетних растений быстро вегетирующими однолетними с неглубокой корневой системой.

Влияние выпаса на почву и через нее на растения 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 почвы 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 наблюдаются изменение закрепленности рельефа и смена растительного покрова, образующие вокруг колодцев своеобразные концентрические пояса выпаса, названные английским экологом Лэнджем „пиосферой", и соответствующие различным степеням пастбищной дегрессии. Обычно радиус пиосферы равен суточному перегону овец — 5—6 км. Так, расстояние между пиосферами в междуречье Мургаб-Амударья обычно 7—10 км, а средний диаметр пиосферы здесь 2 км [Харин, Каленов, 1978]. Однако, площадь приколодезного пятна опустынивания зависит от дебитности колодца, интенсивности и сезона его использования, положения в рельефе и ветроэрозионного состояния. В Сахеле после засухи 1968—1973 гг. радиус пиосферы увеличился на несколько км, ее центры представляли собой голые, пустынные участки, покрытые песком.

Как показывают наблюдения [Нечаева, 1979; Антонова, 1979] на удаленных от колодцев участках (4—6 км), где выпас более или менее равномерно распределяется по всей площади и нагрузка умеренная, коренная растительность сохраняется. Этот пояс выпаса относится к первой степени пастбищной дегрессии и характеризуется средней уплотненностью почвы и ценопопуляциями из деревьев, кустарников и полукустарников. Здесь происходит умеренное рыхление песков. В летний период на наветренных северо-западных склонах закрепленных растительностью гряд и бугров происходит появление язв развевания, которые при благоприятном ветровом режиме зарастают в течение нескольких лет.

Ближе к колодцу (2—3,5 км) формируется пояс выпаса второй степени дегрессии, для которой характерна высокая нагрузка на пастбища. При этом отчуждается свыше 70% однолетних трав, увеличивается разрыхленность поверхности песка. В результате развевания вынос песков происходит в более широком масштабе. Язвы развевания занимают все большие площади, вызывая гибель коренной растительности. Местами начинают образовываться одиночные барханы.

Видовой состав обедняется вследствие уничтожения деревьев, крупных кустарников и хорошо поедаемых растений. Идет нежелательная перестройка структуры ассоциации. Эдификаторные виды растений заменяются эзодоминантами и ингредиентами, изменяется соотношение надземной и подземной фитомассы в сторону уменьшения последней. Эти изменения, как подчеркивает Н. Т. Нечаева (1979), являются индикаторами деградации пастбищ, а следовательно, и процессов опустынивания.

Третья ступень пастбищной дегрессии, развивающейся в радиусе от 0,5 до 1,5 км от колодца — результат очень высокой нагрузки. Вследствие 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, многие травы. Значительно упрощается видовой состав. Производство биомассы резко снижается и состоит исключительно из малосъедобных видов растений.

Непосредственно вокруг колодца в радиусе до 0,5 км наблюдается крайняя степень разрушения закрепленных растительностью песков. Рельеф имеет вид крупных массивов параллельных барханных цепей. Растительность очень редкая и приурочена только к межбарханным понижениям. Флористический состав приколодезных песков особенно беден.

Продолжительность той или иной степени дегрессии зависит от причин, вызывающих этот процесс. Под влиянием интенсивного выпаса пастбища деградируют за 5—8 лет. При охране на массивах второй степени дегрессии растительность на песках и такырах восстанавливается за 6 лет, а на массивах третьей степени дегрессии полностью не восстанавливается и за 17 лет, так как туда не поступают семена деревьев и кустарников [Нечаева, 1979; Антонова, 1979].

Перевыпас приводит также к уплотнению почвы. В результате уменьшается просачивание атмосферных осадков в грунт, увеличивается поверхностный сток, уменьшается влажность, активизируется водная эрозия, а пастбищная растительность испытывает недостаток влаги. Все это приводит к ксерофитизации растительности. Эрозия и дефляция почв в свою очередь снижают продуктивность пастбищ, сокращаются их площади вследствие выхода из оборота отдельных участков, превратившихся в неудобные земли, ухудшаются плодородие почв и состав травостоя. В табл. 5 показаны изменения элементов пастбищной экосистемы под влиянием эрозии и дефляции [Джанпеисов, Джамалбеков, 1978]. Сущность и ход процессов опустынивания при выпасе даны на прилагаемой схеме (рис. 2).

Традиционные европейские концепции, относящиеся к порядку эксплуатации приаридных сообществ были перенесены в Африку: на огромных пространствах дикие животные, представляющие край-

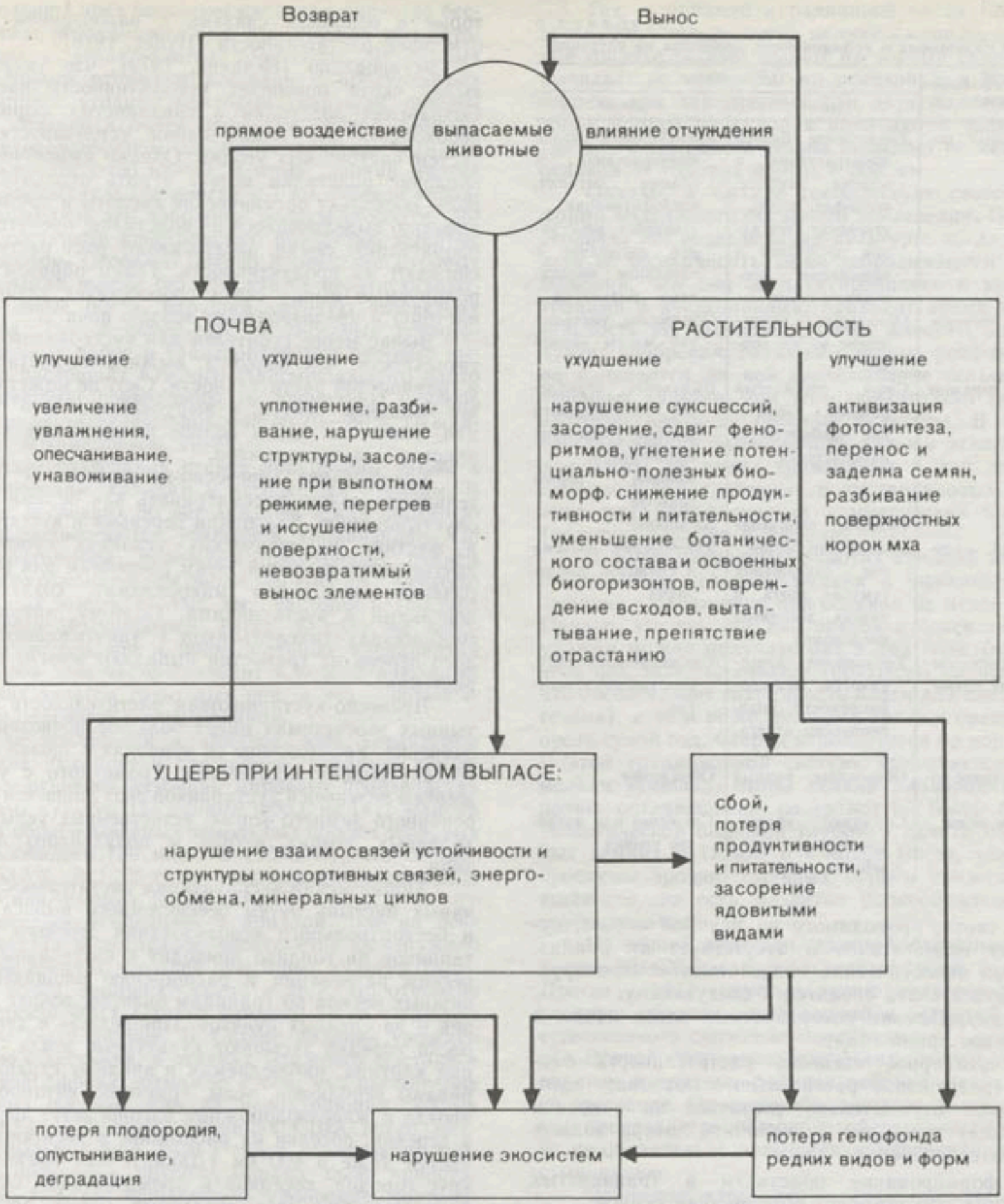


Рис. 2. Воздействие выпаса на пастбищные экосистемы (по Л. Я. Курочкиной, 1981)

не пеструю группу, включающую множество видов, принадлежащих к разным отрядам млекопитающих, уничтожались и заменялись крупным рогатым скотом, овцами и козами, питающимися исключительно травами и низкорослыми растениями и неспособными использовать в пищу большую часть местной растительности. За короткое время первичная потенциальная емкость многих районов была превышена, растительный покров уничтожен. Результатом явилась массовая гибель скота и тысяч квадратных километров земель, ставших полностью непригодными для какого-либо использования. Наибольший ущерб перевыпас наносит птицам, гнездящимся на земле, поскольку разреженный растительный покров уже не предохраняет их от нападения хищников.

При сохранении диких травоядных как части сообщества и регулируемом отстреле их на мясо, общая продуктивность оказывается выше, чем при разведении коров, овец и коз [Эренфельд, 1973].

Экологические последствия перевыпаса довольно хорошо изучены, однако данных о воздействии

Таблица 5

Влияние эрозионных и дефляционных процессов на пастбище

Элементы пастбищной экосистемы	Влияние	
	эрозии	дефляции
Растительный покров	Уменьшение базиса произрастания и объема питания, ксерофитизация, угнетение всех видов, засыпание и замывание 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
Верхний горизонт почвы	Смыв, струйчатый размыв, увеличение щебнистости, каменистости	Выдувание, огрубление механического состава, увеличение щебнистости, эоловые формы рельефа
Дернина	Размыв, сползание	Засыпание
Гумусовый горизонт	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 уровня

выпаса скота, проводимого на научной основе, существует недостаточно и отсутствует их анализ. Основные экологические воздействия контролируемого выпаса скота сводятся к следующему:

— разрыхление поверхностных слоев почвы в засушливое время года;

— чрезмерное сведение растительности биомассы (разрежение растительного покрова), которое может отрицательно сказаться на усвоении (фиксации) углеводов и увеличить потери воды в результате испарения;

— формирование подстилки в травянистых формациях, что ускоряет образование гумуса;

— обогащение почвы питательными для растений веществами и перевод некоторых из них в доступные для усвоения формы;

— поддержание оптимальной площади поверхности листьев кустарников;

— втаптывание семян в землю;

— сокращение содержания в растительном покрове отмерших растений, которое может создать неблагоприятные физические и химические условия для роста молодых растений;

— окулировка частей растений слюной животных, что способствует восстановлению растительности;

— снижение угрозы распространения пожаров, уменьшение насекомых-вредителей и грызунов, которые в основном связаны с накоплением сухой отмершей растительности [Hyder, 1978].

Установлено [Нечаева, 1979], что умеренный выпас скота повышает продуктивность пастбищ. Сохранение подстилки в травянистых формациях необходимо для поддержания устойчивости экосистем пастбищных угодий. Однако избыточное накопление подстилки может играть отрицательную роль, поскольку органические кислоты и другие соединения, выделяющиеся из подстилки, препятствуют прорастанию семян, задерживают рост растений и снижают их продуктивность. Таким образом контролируемый выпас скота способствует улучшению пастбищ и предотвращает эрозию почв.

Выпас менее губителен для кустарниковой растительности, чем вырубка, выжигание кустарников и травянистой растительности. Скот не может съесть все годичные побеги, а вырубка, особенно сплошная, влечет за собой полное исчезновение кустарников и полукустарников.

Уничтожение древесно-кустарниковой растительности можно рассматривать как первый шаг к опустыниванию. Благодаря деревьям и кустарникам в жестких климатических условиях существуют другие виды растений. Этим растениям для роста и развития необходим микроклимат, создаваемый деревьями и кустарниками. Поэтому, например в сообществах саксаульников с уничтожением каждого дерева из травостоя выпадают многие ценные растения.

Древесно-кустарниковая растительность в пустынных экосистемах имеет большое почвозащитное значение. Уничтожение ее приводит к эрозии и прогрессирующему иссушению. Кроме того с уничтожением деревьев и кустарников скот лишается своего основного зимнего корма, естественных укрытий от холодных зимних ветров и полуденного летнего зноя.

Хищническая эксплуатация растительности песчаных пустынь путем бессистемного выпаса скота и бесконтрольного использования деревьев и кустарников на топливо приводит к интенсивным процессам развевания и расширению площадей подвижных песков по границам оазисов, вокруг колодцев и населенных пунктов. Пришедшие в движение пески нередко засыпают культурные земли. Типичная картина, наблюдаемая в аридных странах: караваны верблюдов, ослы, тракторы, автомобили, а иногда и железнодорожные вагоны везут древесину в деревни, поселки на расстояние в десятки, а случается даже в 400 км (Дакар). Как правило, вокруг городов, поселков и промышленных объектов из-за вырубки всех способных гореть древесных растений и кустарников возобновление их уже не происходит и развивается самое жестокое опустынивание.

Кроме чрезмерного выпаса и уничтожения деревьев и кустарников на экосистему пустынь оказывает отрицательное воздействие и интенсивное освоение других 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 большого количества разнообразной техники. Наряду с большим положительным экономическим эффектом, который дает освоение пустынь, этот процесс может вызвать и ряд отрицательных последствий.

Большой вред песчаным массивам приносит бессистемное, неорганизованное движение по ним автомобильного (тракторного) транспорта. Во-первых такие дороги отнимают площади у продуктивных пастбищных угодий, во-вторых, нарушая поверхность, создаются очаги дефляции песков. Обычно при неупорядоченном движении каждый водитель прокладывает свою колею. В итоге ширина многих дорог достигает 0,5, а иногда и 1 км. Вблизи колодцев и поселков эти дорожные полосы сходятся, образуя обширные пространства, полностью выбитые транспортом. Особенно опасно проведение буровых работ, когда вышки без демонтажа перетаскиваются на новые места, нарушая хрупкую экосистему пустыни. Так, 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% [Джанпеисов, Джамалбеков, 1978].

Очаги развевания песков приурочены также к трубопроводам, каналам и населенным пунктам. В течение последних 50 лет аридные земли подвергались и подвергаются усиленной урбанизации. По предварительным подсчетам населенные пункты ежегодно отнимают там около 140 тыс. км ^{2} пахотнопригодных земель, 60 тыс. км ^{2} пастбищ и 180 тыс. км ^{2} лесов [Psomopoulos, 1977]. К тому же водоснабжение городов и промышленных предприятий в аридной зоне часто приводит к исчерпанию даже глубоких запасов грунтовых вод, а это — потенциальная опасность опустынивания.

Для земледелия в аридной зоне характерны два типа: богарное и орошаемое. Богарное земледелие — основной источник мирового производства зерновых культур. По данным ФАО, из 1415 млн. га (1975) обрабатываемых земель под посевы зерновых использовалось 759 млн. га (1976 г.), что составляет 53,5%. В 1976 г. на этих землях произведено 1977,3 млн. т зерна [FAO..., 1977].

Богарное земледелие в аридной зоне на всех континентах в последнее десятилетие обнаружило падение средних урожаев некоторых культур (пшеницы, проса, земляного ореха и др.), что отмечено статистикой ФАО. Однако причины этого в каждом регионе были разные. В Сахеле падение урожаев связано с засухами, в странах Ближнего Востока и Северной Африки возможно с тем, что расширение богарных посевов шло на неподходящих бедных землях, а на Великих равнинах США после жестоких пыльных бурь 1930-х годов последовало снижение продукции, которое, однако, было приостановлено там, где применялись удобрения, азотонакапливающие культуры в севообороте и улучшенные сорта. В развитых странах влияние и угроза опустынивания проявляется менее заметно из-за высокого технического вооружения земледельцев.

Богарное земледелие позволяет земледельцам приспособиться к постоянному дефициту влаги. Имеются две основные категории приемов хозяйствования при богарном земледелии: возделывание небольших участков с упором на агротехнику, позволяющую максимально использовать естественные ресурсы влаги, и сочетание возделывания земли с собирательством и разведением скота, которые позволяют свести к минимуму риск в условиях недостаточного и нерегулярного режима осадков.

Так, в аридной и равнинной части Сахары — засеваются только очень мелкие площади, в Западной Африке посевы делают на горных склонах, где выпадает не менее 250 мм осадков, а в Восточной Африке при характерных там двух дождливых сезонах посевы на склонах начинаются только там, где в течение одного сезона выпадает не менее 30% осадков от годовой нормы в 500 мм.

Однако, в Сахаре господствует своеобразная форма подвижного богарного земледелия. После нескольких лет возделывания культуры, когда уже падает ее урожайность, поля забрасываются на срок больший, чем они эксплуатировались и зарастают травами и кустарниками; приходит время и растительность эту выжигают, почва вместе с золой получает удобрения, главным образом фосфор, и снова начинается на ней возделывание сельскохозяйственных культур, при этом обязательно включают азотофиксирующие бобовые культуры. В периоды восстановления зарастающие залежи используются для охоты на диких травоядных и для заготовки дикорастущих древесных и кустарниковых на топливо или для получения коммерческих продуктов (как гуммиарабик в Африке).

В более умеренных широтах аридной зоны распространены культуры ячменя и пшеницы. Возделывание их возможно при осадках не менее 170 мм. Однако, это критический предел и более надежные урожаи можно получать раз в два года (год отдается под залежь, меньше теряющую на испарение, что обеспечивает сохранность влаги для следующего сезона), а то и реже, если год залежи пришелся на очень сухой год. Стерня используется на корм скоту. В этой традиционной системе применяется только мелкая вспашка, чтобы тонкий плодородный слой почвы оставался на поверхности. Была большой экологической ошибкой глубокая пахота на целинных землях в Новом и Старом Свете, усилившая проблемы эрозии, пыльных бурь и снижения урожайности, то есть развитие разнообразных форм опустынивания.

Из общей площади, занятой богарными посевами в 224428 тыс. га в настоящее время, по данным Дрегне (1981), опустыниванию подвержено 77%, главным образом из-за водной и ветровой эрозии, естественного снижения плодородия.

Второй тип земледельческих систем хозяйствования в аридных районах основан, как известно, на орошении. Он часто обеспечивает более стабильное производство сельскохозяйственной продукции, но не обязательно повышенную устойчивость к опустыниванию.

Орошение, вторгаясь в сферу природных условий, нарушая естественное равновесие, зачастую приводит к неожиданным последствиям — 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.

Помимо таких негативных явлений, вызываемых непосредственно орошением, как засоление, заболачивание, заиление водохранилищ и каналов, оно связано также с концентрацией населения в речных долинах и, соответственно, забрасыванием пахотных земель в периферийных районах. Это в равной мере относится к оросительным системам, функ-

ционирующим на базе поверхностных вод, и к системам оазисного орошения, обеспечиваемым подземными водами. Но в последнем случае необходима тщательная оценка запасов подземных вод и рациональная их эксплуатация, так как наблюдающееся в настоящее время истощение запасов грунтовых вод во многих районах аридной зоны с вытекающими отсюда последствиями является одной из форм опустынивания.

Применение техники в орошаемом земледелии имеет больший успех, чем в богарном. Тем не менее опустынивание поразило десятки и даже тысячи орошаемых гектаров. Вообще пока засоление и заболачивание — непременные спутники орошения, если своевременно не осуществлен дренаж. Так, в долине Инда в Пакистане из общей орошаемой площади в 15 млн. га 10 млн. га затронуты заболачиванием и засолением, причем 2 млн. очень сильно; ежегодное выпадение из оборота земель местами составляет 20—45 тыс. га. В долине Нила из 2,7 млн. га около 1,2 млн. поражены засолением или заболачиванием. В Ираке около половины орошаемой площади засолено и заболочено. Затронуты засолением не только страны Старого Света: в США засолено 27% орошаемых земель, в Южной Калифорнии уже через 18 лет после осуществления огромного проекта орошения было заброшено из-за засоления и заболачивания более 80 тыс. га. Такая же проблема свойственна и Австралии [Розанов, 1977]: площади орошаемых земель, ежегодно теряемых в результате опустынивания, почти равны там площадям ежегодно вводимым под орошение [UNCOD, 1977].

И все-таки, несмотря на трудности, связанные с организацией орошения земледелие в аридной зоне представляет собой наиболее рентабельную форму хозяйствования. Оно по сравнению с богарным может дать в шесть раз более высокие урожаи зерновых и в четыре- пять раз большие урожаи технических культур. Поэтому в развивающихся странах темпы прироста орошаемых площадей составляют 2,9% в год, тогда как богарных — 0,7% [UNCOD, 1977].

Отсутствие дренажа неизбежно приводит к опустыниванию орошаемых массивов и выпадению их из сельскохозяйственного оборота. Ведущее место в комплексе мелиораций засоленных почв занимает коллекторно-дренажная сеть. Однако, с развитием коллекторно-дренажной сети встает проблема отвода за пределы оазисов все возрастающего стока дренажных вод. Последние часто сбрасываются в различные понижения, расположенные за пределами орошаемых земель. В результате в полосе контакта пустыни и оазиса образуется целая система мелких озер, болот и солончаков, где развиваются процессы солевой дефляции. Это ведет как к ухудшению травостоя пастбищ, так и к засолению перспективных целинных земель.

Другим видом опустынивания является химическое загрязнение территории. 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 и грунтовые воды, представляют реальную опасность для обитателей этих вод, а в некоторых случаях для сельскохозяйственных животных и человека.

Экологическое воздействие пестицидов на водные экосистемы зависит от типа используемых препаратов, их количества и частоты обработки ими полей. Кратковременное действие пестицидов может проявляться в уменьшении поступления кислорода в водоем. Там увеличивается количество углекислого газа, повышается численность популяций бактерий и изменяются запасы кормовых веществ в воде, что сопровождается соответствующими изменениями условий жизни флоры и фауны. Последствия действия пестицидов в течение длительного времени определяются степенью нарушения естественных местообитаний и влиянием химических препаратов на развитие растительности, стойкостью пестицидов и пригодностью того или иного нечувствительного к ним и способного заселять освободившиеся участки вида растений к формированию условий местообитания фауны [Newbold, 1975].

Одной из важнейших проблем для многих развивающихся стран является влияние орошаемого земледелия на здоровье людей, так как оросительная вода способна распространять ряд инфекционных заболеваний человека.

Строительство водохранилищ и оросительных систем затрагивает их гигиенические аспекты. Экологические изменения могут способствовать созданию благоприятных условий для проникновения переносчиков заболеваний и промежуточных хозяев в новые районы.

Причинами распространения заболеваний на орошаемых массивах являются:

1) распространение в оросительных системах разносчиков инфекций вирусных и инфекционных заболеваний и промежуточных хозяев;

2) распространение микроорганизмов, вызывающих инфекционные заболевания человека (дифтерия, брюшной тиф, холера и т. д.), в реках и озерах, принимающих возвратный сток с орошаемых территорий и используемых для питьевого водоснабжения;

3) орошение недостаточно очищенными сточными водами промышленности и сельского хозяйства, и содержащими различные химические вещества;

4) недостаточное обеспечение санитарно-гигиенических мер при строительстве и эксплуатации оросительных систем.

Наиболее опасными болезнями, распространенными на орошаемых площадях, являются шистосоматоз и малярия.

Шистосоматоз — самое распространенное в районах орошения заболевание. Им страдают 200 млн. человек в 71 стране тропической и субтропической зон. Возбудитель ее червь трематод, вызывающий болезненную апатию у взрослых и способный убить ребенка — часть своей жизни проводит в водной улитке, которая является промежуточным хозяином и переносчиком заболевания. В благоприятной среде (районы затопления, оросительные и дренажные каналы) улитка интенсивно размножается, обеспечивая постоянный цикл передачи шистосоматоза: человек — улитка — человек. При отсутствии улиток черви-паразиты не могут существовать, поэтому сокращение популяции улиток влечет за собой уменьшение передачи шистосоматоза.

В тропических районах Африки и на Ближнем Востоке строительство крупных оросительных сис-

тем для круглогодичного орошения способствовало усиленному размножению улиток. Характерным примером распространения шистосоматоза в результате ирригационного строительства является возведение плотины Хашм-эль-Джирба на р. Атбара в Судане.

Появление очагов малярии — показатель ошибок при проектировании или эксплуатации систем орошения и питьевого водоснабжения. Еще недавно две трети населения земного шара было охвачено этим заболеванием, в результате чего погибло 3 млн. человек. Хорошо известны вспышки эпидемий малярии в 1934, 1939 и 1945 гг. в районах орошения из артезианских скважин в центральном и южном Тунисе.

Личинки малярийного комара развиваются в оросительных и дренажных каналах, по берегам водохранилищ, озер и на болотах.

Из приведенных фактов вовсе не следует, что строительство новых оросительных систем и расширение орошаемых земель непременно будут вызывать ухудшение здоровья людей. Это произойдет в том случае, если при проектировании и строительстве не будут учтены ошибки, обусловленные прежде всего недостаточным знанием взаимосвязей в природе. Правильная эксплуатация оросительных систем препятствует размножению переносчиков заболеваний и промежуточных хозяев. Дренаж и осушение заболоченных земель способствуют уничтожению комаров, москитов и улиток. Особенно эффективным средством борьбы с распространением переносчиков заболеваний и промежуточных хозяев является усовершенствование техники полива, применение вместо поверхностного внутрипочвенного орошения, а также дождевания. Все эти мероприятия не исключают специальных санитарно-гигиенических мер по борьбе с болезнями в районах орошения [Зонн, Мрост, 1976].

В отдельные годы создаются благоприятные условия для размножения грызунов и насекомых вредителей растений. Огромные скопления таких животных могут также способствовать опустыниванию. Так, развитию процессов дефляции в разной степени способствуют роющие грызуны. Создавая на закрепленных песках сотни нор, поедая и вытаптывая растительность, грызуны создают условия для образования мелких дефляционных очагов, которые при соответствующих условиях превращаются 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—500. В наиболее благоприятные для размножения грызунов годы количество выходов нор достигает 1500—1600 и более на гектар.

Бесплодную пустыню оставляет после своего нашествия саранча, которая в поисках пищи перемещается с места на место. Почти 60 стран, 30 млн. км^2 территории земного шара, на которых проживает примерно пятая часть человечества, находятся под угрозой нашествия прожорливых насекомых.

Одной из серьезнейших причин опустынивания являются военные действия. До сих пор колеи от гусениц танков Второй мировой войны все еще заметны на пустынных территориях в некоторых районах, таких как Бир-Хакейм, Эль-Аламейн, Клар-Рилайн: многочисленные виды растений, произрастающих там до сих пор не восстанавливаются на этих шрамах земли [Le Houerou, 1959].

Серьезные очаги опустынивания возникли в результате военных действий на Синайском полуострове. По-видимому, это произойдет и в полосе военных действий на иракско-иранской границе.

По данным Стокгольмского института мирных исследований (СИПРИ) в период с 1945 по 1978 гг. было проведено 1165 ядерных взрывов, главным образом в целях испытания оружия [Stockholm, 1979]. Около 595 снарядов было взорвано как минимум в пяти крупнейших пустынях, причем 130 из них — над землей. Эти испытания привели к серьезному радиоактивному заражению атмосферы и причинили ущерб в значительных областях пустыни. Взрыв снаряда мощностью порядка 10 кт может вызвать полное или значительное разрушение растительности на площади от 400 до 1300 га [Westing, 1980]. Использование этих видов оружия в крупномасштабной войне привело бы к уничтожению растительности и к эрозии почвы на обширных территориях. Процесс экологического восстановления на таких пострадавших территориях несомненно был бы чрезвычайно медленным.

Применение химических и биологических видов оружия также может повлечь за собой весьма серьезные экологические последствия, поскольку с ними фактически связано преднамеренное загрязнение среды в результате выброса токсических и химических веществ или вредных микроорганизмов. Обезлесение химическим путем тропических районов с уязвимыми почвами или семиаридных районов, уже стоящих на весьма опасной грани деградации ландшафтов, может вызвать ускоренную эрозию и необратимые процессы опустынивания. Одним из примеров подобного рода является применение „Орэндж Эйджент" в ходе войны во Вьетнаме, который представляет собой угрозу для жизни людей и для окружающей среды и через десять лет после окончания войны.

В настоящее время войны могут привести к необратимым и глобальным разрушениям окружающей среды. Возможности мировых вооруженных сил по опустыниванию обширных территорий сейчас практически безграничны. Более того, серьезные экологические последствия влечет за собой уже гонка вооружений, поскольку она отторгает ресурсы, важные для повышения качества жизни на земле.

Глава III

ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И. С. Зонн (СССР)

Исходя из климатических признаков, аридные и семиаридные территории соответствуют зонам субтропического и тропического климата, с некоторыми отклонениями располагаясь вдоль тропиков в северном и южном полушариях.

Они представлены такими ландшафтами как пустыни, полупустыни, саванны, сухие степи, отсюда и та сложность в их однозначном определении.

Последняя попытка определения степени аридности аридных территорий мира была предпринята ЮНЕСКО в 1977 году в связи с составлением новой мировой карты аридных территорий в масштабе 1:25.000.000.

В основу при этом было взято отношение среднегодового количества осадков к потенциальной эвапотранспирации (по Пенману), получившее название индекса аридности.

Было выделено 4 биоклиматических зоны, каждая из которых имеет свои определенные диапазоны индекса аридности (рис. 3):

1 — экстрааридная зона. Годовая сумма осадков менее 100 мм. Отсутствует растительный покров, исключая эфемеры и кустарники по руслам водотоков. Ведение земледелия и животноводства (за исключением оазисов) невозможно. Эта зона включает „настоящие" (true) пустыни с возможными засухами в течение одного или нескольких лет. Индекс аридности $<0{,}03$;

2 — аридная зона. Годовая сумма осадков 100—200 мм. Скудная, разреженная, многолетняя и однолетняя растительность. Это зона кочевого скотоводства и орошаемого земледелия. Индекс аридности 0,03—0,20;

3 — семиаридная зона. Годовая сумма осадков 200—400 мм. Полупустынные и тропические кустарниковые сообщества с прерывистым травянистым покровом. Это зона богарного земледелия и животноводства. Индекс аридности 0,20—0,50;

4 — зона недостаточного увлажнения (субгумидная). Годовая сумма осадков 400—800 мм. Распространены некоторые тропические саванны, средиземноморские сообщества типа маквиса и чаппараля, черноземные степи. Это зона традиционного богарного земледелия (сельскохозяйственные культуры приспособлены к сезонной засухе). Индекс аридности 0,50—0,75.

Первые три биоклиматические зоны, как правило, объединяют в группу аридных или засушливых земель.

В связи с важностью конкретного знания земельных ресурсов аридных территорий, неоднократно делались оценки подсчета площадей указанных биоклиматических зон.

Согласно расчетам П. Мейгса (1956), площади аридных территорий на земле составляют 34% (48796 тыс. км^2) от всей площади 6 населенных континентов; из них экстрааридные — 4%, аридные — 15%, семиаридные — 14,6%. В табл. 6 дано их распределение по континентам. Если под аридными территориями понимать только области „настоящих" пустынь, то их площадь по П. Мейгсу составит 19% или около 29 млн. км^2.

М. Кассас (1957) к определенной им площади аридных и семиаридных земель в 48,4 млн. км^2 добавил 9,1 млн. км^2 „антропогенных пустынь", возникших в результате чрезмерной эксплуатации этих территорий человеком.

По данным, полученным с карты ЮНЕСКО 1977 года, площадь экстрааридных земель — 9 млн. км^2, аридных — 26,8 млн. км^2, семиаридных — 17,5 млн. км^2.

Существуют и другие подсчеты земельного фонда аридных и семиаридных территорий, наиболее известные из которых приведены в табл. 7.

Из вышеприведенных подсчетов можно видеть, что около трети всей поверхности суши занято аридными и семиаридными землями, где влага является решающим фактором, лимитирующим их продуктивность.

Аридные территории распространены на всех континентах, кроме Антарктиды, но доля занимае-

Таблица 6

Площади аридных территорий по континентам, млн.км^2 (по П. Мейгсу, 1956)

Континенты	Экстрааридные	Аридные	Семиаридные	Всего	Отношение площади аридных земель к площади континента, %
Австралия	—	3,86	2,52	6,38	83
Африка	4,56	7,30	6,10	17,94	59
Азия	1,05	7,91	7,51	16,47	38
Северная и Центральная Америка	0,03	1,28	2,66	3,97	10
Южная Америка	0,17	1,22	1,63	3,02	8
Европа	—	0,17	0,84	1,01	1
Мир в целом	5,81	21,74	21,26	48,81	34

Таблица 7

Площади аридных и семиаридных территорий, рассчитанные по биоклиматическим данным, тыс. км^2

Автор	Климатические данные	Растительный покров	Почвенный покров	Внутренний сток
Де Мартонн (1927)	—	—	—	41838
Мейгс П. (1957)	48796	—	—	—
Джоли Ф. (1957)	47743	—	—	—
Кассас М. (1957)	48400	—	—	—
Шантц Х. (1958)	48857	46750	—	—
Петров М. (1973)	31400	—	—	—
Дрегне Х. (1976)	—	—	46149	—

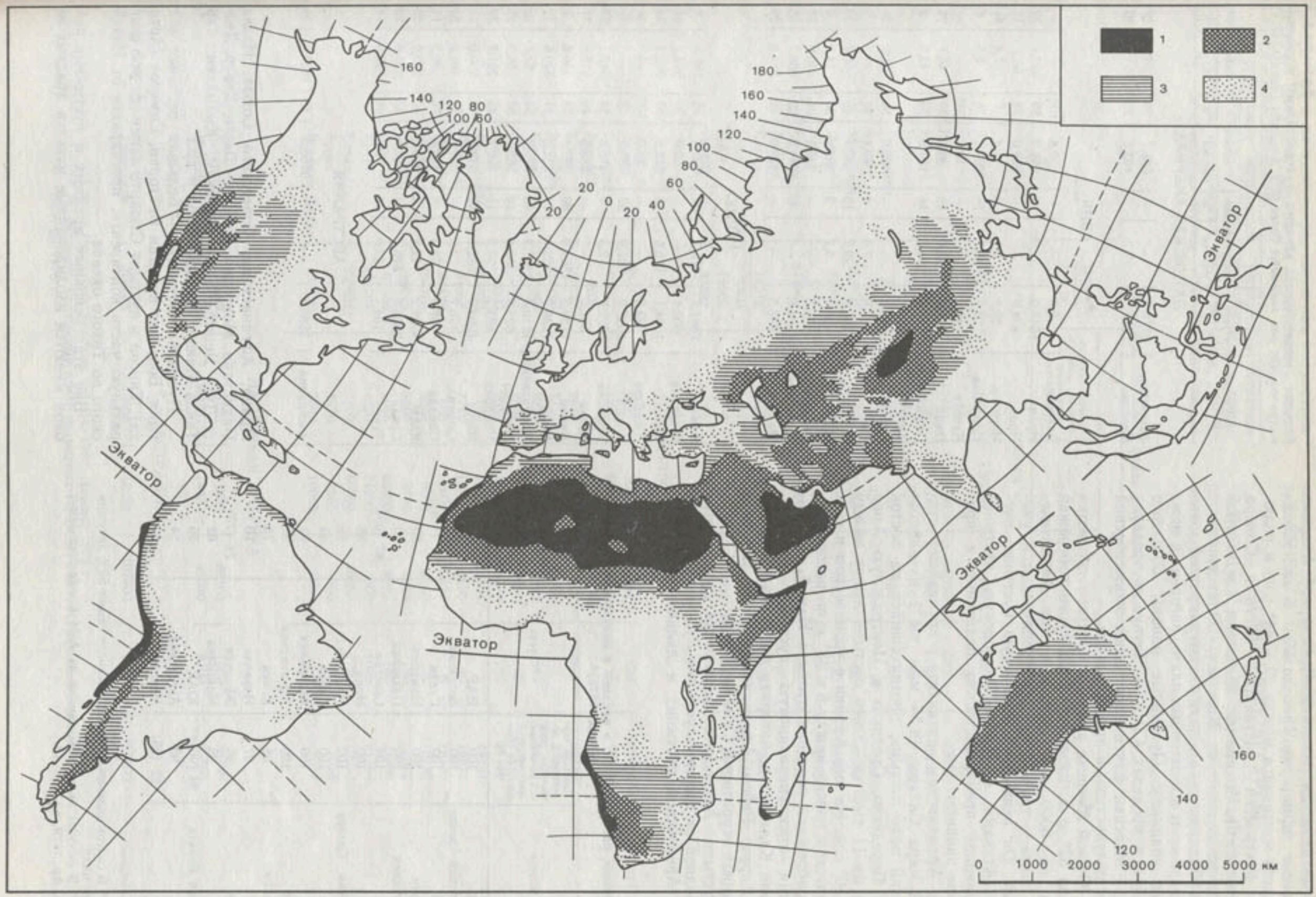


Рис. 3. Распространение аридных районов на земном шаре (UNESCO, 1977):
1 — экстрааридные; 2 — аридные; 3 — семиаридные; 4 — субгумидные

мой ими площади различна. В Северной Америке пустынные территории расположены в юго-западной части континента между 22 и 44° с.ш. и включают фактически „настоящие" пустыни Сонора (160 тыс. км ^{2}), Мохаве (ок. 30 тыс. км ^{2}) с Долиной смерти западнее реки Колорадо. Они занимают около 9% территории и не образуют широтной зоны, а расположены в межгорных плато, нагорьях и межгорных впадинах. Пустынные районы Большого бассейна в пределах США и Чиуауа в пределах США — Мексики фактически имеют экологический статус полупустыни и аридной степи.

В Южной Америке аридный пояс протягивается от 5 до 52° ю.ш. вдоль Тихоокеанского побережья почти на 3000 км, пересекая три климатических пояса — тропический, субтропический и умеренный. Он включает Перуанскую пустыню, пустыню Атакама и Монте-Патагонскую пустыню, занимающие преимущественно подгорные и приморские равнины.

На Африканском континенте с крупнейшей пустыней мира Сахары (8,56 млн. км^2), начинается широкий пояс пустынь, протянувшийся на восток через Переднюю, Среднюю и Центральную Азию почти на 11 тыс. км. Здесь пустыни лежат между 15 и 30° с.ш. На юге Африки в тропическом и субтропическом поясах между 6 и 33° ю.ш. расположены прибрежная песчаная пустыня Намиб, напоминающая южноамериканскую пустыню Атакама, пустыня Калахари и нагорная пустынная территория Карру. Район Африканского рога занимает пустынная территория Сомали-Чалби.

Пустыни Азиатского континента начинаются переходной от Сахары пустыней Руб-эль-Хали (частью Аравийской пустыни) и дальше пустынями

Таблица 8

Страны, расположенные в аридной и полуаридной зонах [Fauck, 1978]*

Страна	Площадь территории с дефицитом осадков по отношению ко всей площади страны, %	Страна	Площадь территории с дефицитом осадков по отношению ко всей площади страны, %
Египет	100	ЙАР	92
Саудовская Аравия	100	Ботсвана	91
НДРЙ	100	Судан	91 (90)
Джибути	100	Намибия	90
Мавритания	100	Пакистан	90
Нигер	100	Сенегал	87 (95)
Сомали	100	Иран	85
Западная Сахара	100	Марокко	85
Ливия	100	Сирия	83
ОАЭ	100	Австралия	82
Кувейт	100	Афганистан	81
Иордания	98	Кения	75
Ирак	97	Израиль	75
Алжир	96	Эфиопия	74 (70)
Мали	95	Монголия	62
Верхняя Вольта	94 (90)**	ЮАР	55
Тунис	92	Аргентина	54
Чад	92 (85)	Мексика	52

* В список включены страны, имеющие свыше 50% засушливой площади.

** В скобках приведены данные из Arid Lands Newsletter, N 110, Ap. 1979, pp. 17—18.

Таблица 9

Размеры экстрааридных, аридных и семиаридных территорий в странах, где они занимают более 50% площади (Rogers, 1981)

Страна	Площадь страны, тыс. км^2	Территория					
		экстрааридная		аридная		семиаридная	
		тыс. км^2	%	тыс. км^2	%	тыс. км^2	%
ЛАТИНСКАЯ АМЕРИКА							
Аргентина	2776,9	—	—	638,7	23	1166,6	42
Мексика	1972,5	19,7	1	493,1	25	394,5	20
АЗИЯ							
Бахрейн	0,6	—	—	0,6	100	—	—
Иран	1648,0	33,0	2	857,0	52	527,4	32
Ирак	434,9	—	—	322,0	74	65,2	15
Израиль	20,8	0,4	2	1,4	7	17,4	84
Иордания	92,2	16,6	18	69,1	75	5,5	6
Кувейт	16,1	—	—	16,0	100	—	—
Оман	212,4	85,0	40	80,7	38	46,7	22
Саудовская Аравия	21149,7	94,6	44	1161,0	54	43,0	2
Сирия	185,2	—	—	92,6	50	72,2	39
ОАЭ	83,6	7,5	9	76,1	91	—	—
ЙАР	195,0	29,2	15	89,7	46	50,7	26
НДРЙ	297,7	5,7	2	267,5	93	14,3	5
Афганистан	647,5	—	—	233,1	36	246,0	38
Монголия	1564,9	—	—	344,3	22	860,7	55
Пакистан	895,5	—	—	438,8	49	264,8	29
АФРИКА							
Алжир	2381,7	1476,7	62	595,4	25	190,5	8
Ботсвана	600,4	—	—	60,0	10	504,3	84
Чад	1284,1	115,5	9	642,0	50	295,3	23
Джибути	23,0	—	—	23,0	100	—	—
Египет	1002,0	921,9	92	80,2	8	—	—
Эфиопия	1222,0	12,3	1	415,5	34	342,1	28
Кения	582,6	—	—	285,5	49	215,6	37
Ливия	1759,5	1566,0	89	167,1	95	156,6	1
Мали	1239,7	223,1	18	384,3	31	520,6	42
Мавритания	1119,3	481,3	43	570,8	51	67,1	6
Марокко	623,8	62,4	10	355,6	57	156,0	25
Намибия	823,2	90,5	11	370,4	45	321,0	39
Нигер	1267,0	532,1	42	544,8	43	190,0	15
Сенегал	196,7	—	—	21,6	11	104,2	53
Сомали	637,6	38,3	6	484,6	76	89,3	14
ЮАР	1222,2	12,2	1	366,6	30	269,0	22
Судан	2505,8	526,2	21	626,4	25	701,6	28
Тунис	164,1	23,0	14	75,5	46	23,0	14
АВСТРАЛИЯ							
Австралия	7686,8	—	—	3766,5	49	1537,3	20

Ирана, Афганистана, Советского Союза, Индии, Пакистана, Монголии, Китая — Деште-Кевир, Деште-Лут, Деште-Марго, Каракум, Кызылкум, Тар, Такла-Макан, Цайдам, Гоби и др.).

Пустыни Австралии — Большая песчаная пустыня, Большая пустыня Виктория, Симпсон (Аранта), Гипсон и пустыня Стюарта занимают всю центральную часть континента, простираясь от Индийского до Тихого океана.

Вне этих основных аридных и пустынных районов имеются изолированные участки аридных зе-

мель во многих районах мира, такие как полуостров Гуахира в Колумбии, юго-запад Мадагаскара, часть северо-востока Бразилии.

Распределение площадей различной степени аридности по странам, где площади земель с дефицитом осадков превышают 50% [Fauck, 1978, табл. 8], подсчитано путем планиметрирования вышеупомянутой мировой карты аридных территорий ЮНЕСКО 1977 года [Rogers, 1981, табл. 9].

ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Структура земельного фонда аридных и семиаридных стран, где удельный вес продуктивных земель очень низкий, а площади непригодные для

Таблица 10

Структура земельного фонда в аридных странах *

Страна	Общая площадь, тыс. га	В том числе				
		обрабатываемая площадь (пашня + постоянные культуры)	луга и пастбища	лесные угодья	орошаемые земли **	прочие земли
АЗИЯ						
Афганистан	64750	8050	50000	1400	2520 ***	4800
Бахрейн	62	2	4	—	1	56
Иран	164800	15950	44000	18000	5900	85650
Ирак	43492	5450	4000	1500	1730	32447
Израиль	2077	413	818	116	189	686
Иордания	9774	1370	100	125	85	8123
Кувейт	1782	1	134	2	1	1645
Монголия	156500	1160	123553	15178	32	16609
Пакистан	80394	20175	5000	2810	14450	49887
Катар	1100	2	50	—	—	1048
Саудовская Аравия	214969	1105	85000	1610	395	127263
Сирия	18518	5686	8274	459	539	3990
ОАЭ	8360	12	200	2	5	8146
ЙАР	19500	2790	7000	1600	243	8110
НДРЙ	33297	205	9095	2460	67	21567
АФРИКА						
Алжир	238174	7497	36323	4384	336	189970
Ботсвана	60037	1360	44000	962	2	12215
Джибути	2200	1	244	6	—	1947
Египет	100145	2848	—	2	2848	96695
Эфиопия	122190	13730	4545	26930	—	23990
Кения	58265	2270	3770	2560	46	48325
Ливия	175954	2564	6700	534	135	166156
Мали	124000	2050	30000	8840	100	81110
Мавритания	103070	195	39250	15134	8	48461
Марокко	44655	7719	12500	5195	46	19216
Намибия	82429	656	52906	10427	8	18340
Нигер	126700	3290	9668	2960	36	110752
Сенегал	19619	5200	5700	5318	180	2982
Сомали	63766	1066	28850	8910	165	23908
ЮАР	122104	14620	81100	4600	1020	21784
Судан	250581	12400	56000	49250	1700	119950
Тунис	16361	4970	2550	500	140	7516
Верхняя Вольта	27420	2563	10000	7260	5	7557
ЛАТИНСКАЯ АМЕРИКА						
Аргентина	176689	35120	143300	60100	1560	35149
Мексика	197255	23220	74499	49030	5100	45555
АВСТРАЛИЯ						
Австралия	768685	43900	448393	107000	1490	162500

* ФАО Production Yearbook vol. 34, 1980. Данные 1979 г.
** Не включены орошаемые земли неаридных стран, не имеющих аридные территории.
*** Данные 1976 г.

сельскохозяйственного использования, весьма значительные, определяется особенностями природных условий, и в первую очередь, господством аридного и экстрааридного климата.

В табл. 10 сведены данные по структуре земельного фонда многих аридных стран. Степень земледельческого освоения аридных земель в разных местах различна и зависит от характера почвенного покрова. Наиболее значительная концентрация пахотных земель, как правило, связана с аллювиальными равнинами. Во многих странах возделываемые земли имеют очаговое, оазисное распространение.

По данным Матлока [Matlock, 1981] в Африке только 7% аридных земель занято пашней и постоянными культурами, в то время как в Азии — 41%.

Как уже говорилось, богарное земледелие — основной источник мирового производства зерновых культур. Ведущие из них — пшеница, сорго, ячмень и просо экологически связаны с семиаридными районами, где в связи с климатическими особенностями их производство сопряжено с постоянным риском.

Ускоренные темпы роста населения, обостряющие проблему обеспечения людей продовольствием, а также тенденции широкого использования сельскохозяйственных земель для промышленно-транспортных нужд заставляют проводить „экспансионистскую" политику по расширению пахотного клина.

Из-за распаханности лучших земель на равнинах и в речных долинах, расширение пашни идет за счет маргинальных областей с климатическими пределами распространения зерновых культур, что легко может привести к опустыниванию.

Превалирующая часть пахотных земель в аридных районах нуждается в орошении. Здесь находится треть всех орошаемых земель мира — около 88 млн. га из общей площади 264,8 млн. га [Зонн, Носенко, 1981]. Наиболее крупные орошаемые массивы, превышающие 1 млн. га, сосредоточены в Азии (46 млн. га) — республики советской Средней Азии, Пакистан, Иран, Ирак, в Северной и Центральной Америке (21,8) — США (западные штаты), Мексика и в Африке (7,9) — Египет, Судан, ЮАР.

Известно, что на аридных и семиаридных территориях содержится более половины мирового поголовья крупного рогатого скота, 30% овец и более 60—70% коз. Однако продуктивность животноводства в аграрных странах этих территорий составляет лишь 10—20% его современной продукции [UNESCO, 1977].

Лесные ресурсы аридных территорий незначительны и в большинстве своем малопродуктивны. Большая часть их используется на топливо.

Категория „прочих земель" включает территории, занятые населенными пунктами, промышленными и транспортными объектами. В природном отношении в аридных странах наибольшие площади в этой категории принадлежат пустыням.

Земельные угодья постоянно трансформируются, изменяют свои площади и границы, причем в большинстве случаев за счет обрабатываемых земель расширяются пастбища. В связи с ростом населения возрастает нагрузка на земельные ресурсы. Каждый новый человек требует 0,3—0,5 га для производства пищи и 0,07—0,09 га под жилища и инфраструктуру.

Исходя из оценок земельных ресурсов аридных и семиаридных территорий, приведенных выше, следует, что пока их достаточно для расширения сельскохозяйственного и другого производства, однако расширение это здесь во многом зависит от наличия водных ресурсов.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Согласно последним оценкам, суммарные мировые запасы воды на Земле равны приблизительно 1400 млн. км^3, из которых лишь 35 млн. км^3 или 2,5% — пресные воды [Мировой водный баланс.... 1974]. Распределение этого объема показано в табл. 11.

Однако, в активном обмене участвуют лишь 134 тыс. км^3 пресной воды, поскольку большая часть ее находится в твердом состоянии. А если учесть, что источниками водоснабжения для человека служат в основном сток рек и озера, то эта величина уменьшается до 15 тыс. км^3.

Это количество речных и озерных вод далеко не равномерно распределено по земной поверхности (табл. 12).

Климатические условия аридной и семиаридной областей, годовые осадки в которых не превышают 400 мм, при высоких температурах и высоких величинах испарения и испаряемости, практически исключают формирование постоянного водного стока. Как правило, по их территории протекают транзитные реки, сток которых формируется в соседних областях.

В табл. 13 приведены данные о крупных реках, протекающих по аридным и семиаридным территориям.

Гидрографическая сеть обширных аридных областей при отчетливо выраженной сезонности ув-

Таблица 11

Мировые запасы пресных вод

Водные объекты	Объем, тыс. км^3
Ледники, подземные льды, постоянный снежный покров (в пересчете на воду)	24364,0
Подземные воды	10530,0
Влага в почве	16,5
Пресные озера	91,0
Болота	11,5
Вода в руслах рек	2,1
Вода в атмосфере	12,9
Биологические воды (в живых организмах)	1,1
Пресные воды	35029,1

Таблица 12

Распределение пресных вод рек и озер по континентам *

Континент **	Общая площадь, млн. км^2	Объем воды в руслах рек, км^3	Запасы пресных вод в озерах, км^3	Суммарный годовой сток рек, км^3
Азия	43,5	565	27782	14410
Африка	30,1	195	30000	4570
Северная Америка	24,2	250	25623	8200
Южная Америка	17,8	1000	913	11760
Австралия	8,0	25	154	2390

* По данным „Мировой водный баланс...", 1974.

** Исключая Европу, имеющую незначительные семиаридные площади.

Таблица 13

Водные ресурсы крупнейших рек, протекающих по пустынным и полупустынным территориям [по М. В. Колодину, 1981]

Река	Средний многолетний сток, км³/год	Средний многолетний расход, м³/сек.	Длина, км	Площадь водосбора, тыс. км²
Нигер (Африка)	268,0	8500	4160	1092,0
Инд (Азия)	206,0	6530	3180	980,0
Нил (Африка)	84,0	2664	6671	2870,0
Тигр и Евфрат (Азия)	77,0	2442	3260	1048,0
Амударья (Азия)	63,1	2000	1437	227,8
Хуанхэ (Азия)	47,0	1500	4845	745,1
Сырдарья (Азия)	37,8	1200	2137	150,1
Тарим (Азия)	29,0	920	2030	951,5
Лимпопо (Африка)	26,0	824	1600	440,0
Карун (Азия)	24,3	770	850	60,0
Муррей (Австралия)	23,6	750	2575	1056,7
Колорадо (Северная Америка)	23,4	742	1450	107,0
Сенегал (Африка)	23,2	735	486	441,0
Рио-Гранде (Сев. Америка)	18,0	570	2880	570,0
Джуба (Африка)	17,2	546	1600	750,0
Оранжевая (Африка)	15,3	486	1860	1020,0
Или (Азия)	14,8	470	1439	129,0
Гельменд (Азия)	6,8	214	1150	39,2
Сефидруд (Азия)	4,1	130	720	56,0
Зеравшан (Азия)	2,6	81	877	12,3
Чу (Азия)	2,0	64	1305	27,1
Дзабхан (Азия)	1,9	60	808	150,0
Мургаб (Азия)	1,6	52	978	46,9
Фарахруд (Азия)	1,5	49	580	25,0
Иордан (Азия)	1,1	37	—	6,0

лажнения представлена временными водотоками, нередко полностью пересыхающими в сухой период.

Свести данные по более мелким рекам или временным водотокам не представляется возможным в силу их слабой изученности.

Водные ресурсы в Азии, занимающей первое место среди других континентов по суммарному объему речного стока, распределяются по территории неравномерно.

Поверхностные воды Центральной Азии не очень обильны. Она обводняется реками Тарим, Кончедарья, Черчен с их многочисленными притоками в Таримской впадине; Эдзин-Гол, Сулэхэ, Шуйхэ и др.— в Бэйшане и Алашани; Найчи-Гол, Балангор-Гол, Баян-Гол и др.— в Цайдамской впадине. Эти реки либо впадают в озера (Лобнор, Гашун-Нур, Давсан-Нур, Джалатай-Давс и др.), либо имеют слепые дельты. Лишь р. Хуанхэ, отделяющая Ордос от Алашани и Лёссового плато, доходит до Восточно-Китайского моря. Однако влияние этих рек ограничено и большая часть территорий пустынь лишена поверхностных вод совсем. Область гобийских пустынь бессточна. Поверхностные воды там скудные и рек с постоянным течением очень мало.

Речная сеть советской Средней Азии тоже бедна. Воды многих рек, берущих начало в горах и выходящих на пустынные равнины, расходуются на испарение и орошение; часть их просачивается в почву. *Некоторые реки полностью иссякают, образуя* в пустыне сухие русла и дельты. К таким рекам относятся даже сравнительно большие — Чу, Сарысу, Зеравшан, Мургаб, Теджен. Только две самые крупные реки Средней Азии и Казахстана — Амударья и Сырдарья — пересекают пустыни на протяжении более чем 1000 км и доносят свои воды до Аральского моря, да к востоку от них реки Или и Каратал впадают в оз. Балхаш.

В пустынях Иранского нагорья деятельность текучих вод проявляется очень слабо, так как реки, стекающие с невысоких горных хребтов, окаймляющих пустыню Деште-Лут и Деште-Кевир, маловодны. Летом почти все они пересыхают и заканчиваются слепыми дельтами. Из-за скудости осадков отсутствуют поверхностные воды и в пустыне Тар на Индостанском полуострове. Лишь в дождливый период сюда с предгорий стекают временные потоки. Небольшое количество осадков (на равнине около 100 мм) и высокая испаряемость определяют скудость поверхностного стока Аравийского полуострова. Постоянных рек здесь нет. Обычно сток временных рек иссякает в верховьях, питая родники и источники в пустынях Руб-эль-Хали (табл. 14), Большой и Малый Нефуд, и в других.

Африка относится к континентам, наименее обеспеченным водой, что связано с наличием обширных пустынь — Сахара, Калахари, Намиб. Поверхностными водами Сахара чрезвычайно бедна, здесь нет ни постоянно текущих рек, ни озер. Многочисленные сухие русла — вади — наполняются лишь в период сильных дождей. Суммарный сток временных водотоков составляет около 6,8 км³. Помимо вади в качестве водных ресурсов могут рассматриваться реликтовые озера, общая площадь зеркала которых составляет 80 км² [Мировой водный баланс ... 1974].

Таблица 14

Поверхностный сток в странах Аравийского полуострова *

Страна	Объем стока, млн. м³/год
Бахрейн	незначительный
Иордания	850
Кувейт	незначительный
Ливан	3800
Оман	10
Катар	незначительный
Саудовская Аравия	2200
Объединенные Арабские Эмираты	160—270
НДРЙ	1500

* Экономическая комиссия для Западной Азии (ЭКЗА). Региональный доклад к Конференции ООН по водным ресурсам, Багдад, 1976 г.

Замкнутость впадины Калахари обусловила и характер стока в ней. Дренирующие ее транзитные реки и временные потоки направлены к центру депрессии. Наиболее крупными из них являются Нособ, Молопо, и Ауоб, некогда связанные с р. Оранжевой. Долины их изрезаны несколькими руслами; некоторые из них в период дождей заполняются водой.

В табл. 15 приведены данные о стоке основных речных бассейнов Судано-Сахельского региона.

Таблица 15

Сток основных речных бассейнов Судано-Сахельского региона *

Речной бассейн	Среднегодовой сток, км³	
	в створе входа в регион	в створе выхода из региона
Сенегал	23,2	18,0
Нигер	67,0	31,2
Логоне и Шари	46,2	38,5 (в Нджамене)
Итого:	136,4	87,7

* Экономическая комиссия для Африки. Региональный доклад. Конференция ООН по водным ресурсам, 1977 г.

В пустыне Намиб реки очень редки, так как дождевые воды, стекая с возвышенностей, быстро теряются в песках.

Северная Америка в пределах аридной зоны очень бедна поверхностными водами. Постоянных рек здесь нет, лишь в период дождей со склонов гор сбегают временные потоки. Только область калифорнийских пустынь пересекается р. Колорадо.

В Южной Америке приморские пустыни бедны поверхностными водами. Через эти территории протекает несколько небольших рек, берущих начало в Андах. В противоположность этим районам, пустынные территории Патагонии обводнены достаточно хорошо.

Помимо транзитных рек Рио-Негро и Рио-Колорадо, с Патагонских Анд сбегают небольшие речки, часто пересыхающие. В депрессиях рельефа иногда встречаются небольшие также пересыхающие озера.

Австралия — единственный материк, где бессточные области занимают больше половины территории — 60%. Поверхностные воды здесь очень бедны и в зоне пустынь представлены лишь редкими солеными озерами — Эйр, Карнеги, Кэри, Рейзон и др. Это страна периодически высыхающих коротких рек, небольших озер, но зато обширных артезианских бассейнов. В настоящее время рек в австралийских пустынях нет, но в прошлом они были обводнены значительно лучше. Об этом свидетельствует большое количество сухих русел (криков), сбегающих в пустыни с гор Масгрейв, Макдональд и др. Речные долины разрезают горы крутыми и скалистыми ущельями. Русла в большинстве короткие и водоносны только во время сильных дождей, но даже в этот период уже после первых десятков километров они сухие. Только самые крупные из них — Оффисер и Гамильтон текут на протяжении более чем на 150 км. Большинство сухих русел полузасыпаны и теряются в песках. Дождевые воды, сбегая с гор по обычно сухим руслам Финк, Хью, Тодд и др., питают озера, из которых главными являются Эйр и Амадеус. Куперс-Крик и Дайамантина, имеющие истоки в горных районах, в отдельные годы при сильных летних дождях достигают озера Эйр.

В пустыне Налларбор нет даже сухих русел. Здесь поверхностные толщи известняков имеют много трещин, куда и стекают дождевые воды.

Крупные реки Австралии сосредоточены близ восточного и юго-восточного побережий. Горные системы Австралийских Альп способствуют конденсации влаги, приносимой с устойчивым юго-восточным переносом воздуха, и формированию постоянного речного стока. Несмотря на это, они маловодны, поскольку значительные части их водосборных бассейнов расположены в засушливых районах.

Балансовая оценка ресурсов пресных вод стран аридной и семиаридной зон, составленная М. Н. Львовичем (1974) приведена в табл. 16. Из нее следует, что транзитный сток в таких странах как Пакистан, Египет, Судан, Нигер в значительной степени определяет водоресурсное положение этих стран. Вместе с тем, многие страны характеризуются низкой водообеспеченностью, особенно страны Северной Африки и Аравийского полуострова, где расположены крупнейшие пустыни мира Сахара, Руб-эль-Хали и др.

Представление о ресурсах пресных вод в аридной и семиаридной зонах следует дополнить сведениями о стоке, зарегулированном водохранилищами. Последние позволяют перераспределять сток во времени, а совместно с каналами и другими водопроводящими сооружениями — и по территории и служат основой комплексного использования водных ресурсов. В табл. 17 приведены данные по водохранилищам полным объемом 5 км³ и более, построенным в аридной и семиаридной зонах. Строительство водохранилищ как одна из форм расширенного воспроизводства водных ресурсов [Львович, 1974] в странах с аридным и семиаридным климатом, имеет неоценимое значение для их экономики. Развитие орошаемого земледелия потребовало регулирования стока рек, который можно было бы использовать в зависимости от сезонных потребностей орошаемых культур. Огромное значение имело строительство крупных водохранилищ на базе Асуанской плотины в Египте, плотины Табка на р. Евфрат, плотины Гебель Аулия в Судане и т. д. К этому следует добавить строительство многих тысяч ирригационных водохранилищ в странах Ближнего Востока, в Средней и Центральной Азии, Австралии, Северной и Южной Африке, на юге и западе США.

Подземные воды — основной источник водных ресурсов в аридной зоне и нередко дополнительный при совместном использовании с поверхностными водами в семиаридной зоне.

Для многих стран подземные воды являются самым ценным полезным ископаемым, от наличия и степени использования которого зависит производственная деятельность людей и сама их жизнь [Пантелеев, Голубев, 1978]. Интенсивное испарение в пустынных и полупустынных условиях, которое охватывает зону активного водообмена и гидрогеологические особенности этих территорий определяют наличие там в основном в различной степени минерализованных подземных вод.

Часть из них используется для орошения, водопоя скота и водоснабжения населения путем строительства колодцев, фоггар, каналов, кяризов, современных буровых скважин или трубчатых колодцев.

Оценка общего количества ежегодно возобновляющихся запасов подземных вод аридных областей весьма затруднительна из-за их слабой изученности. Имеющиеся данные касаются лишь отдельных районов.

В пределах всей аридной зоны Азии выявлено более 60 артезианских бассейнов пресных вод [Маринов и др., 1972]. Питание их происходит в крае-

Таблица 16

Балансовая оценка ресурсов пресных вод стран аридной и семиаридной зон [по М. И. Львовичу, 1974]

Страны	Площадь, тыс. км²	Население, млн. человек	Речной сток, км³				Валовое увлажнение территории	Испарение	Транзитный речной сток, км³	Ресурсы речного стока на душу населения, тыс. м³	
			осадки	полный	подземный	поверхностный				полного	подземного
АЗИЯ											
МНР	1560	1,28	406	47	23	24	382	359	—	36,7	18,0
Афганистан	650	17,12	211	75	29	46	165	136	—	4,38	1,69
Иран	1650	28,66	528	173	66	107	421	355	—	6,04	2,31
Ирак	430	9,44	99	34	13	22	78	65	—	3,60	1,38
Сирия	180	6,10	51	18	5	13	38	33	—	2,95	0,82
Страны Аравийского полуострова	3120	25,5	343	18,7	6,2	12,5	330,5	324,3	—	0,73	0,24
Пакистан	809	64,0	315	73	24	49	266	242	170	1,14	0,38
АФРИКА											
Тунис	160	5,14	40,0	4,6	1,3	3,3	36,7	35,4	—	0,89	0,25
Алжир	2380	4,01	200	31	7	24	176	169	—	2,21	0,50
Марокко	450	15,58	134	32	12,6	19,4	115	102	—	2,05	0,81
Ливия	1760	1,87	58	7,0	1,7	5,3	52,7	51	—	3,74	0,91
АРЕ	1000	33,33	20	4,0	0,5	3,5	16,5	16	91	0,12	0,02
Судан	2510	15,70	1090	63	20,1	42,9	1045,1	1025	106	4,01	1,27
Западная Сахара (Испанская)	270	0,63	9,4	1,1	0,3	0,8	8,8	8,5	—	1,75	0,48
Мавритания	1030	1,17	138	8,2	2,0	6,2	132	199,8	12	7,00	1,71
Мали	1240	5,02	534	62	16	46	487	471	—	12,4	3,19
Нигер	1270	4,02	260	14	4	10	250	246	30	3,48	1,00
Верхняя Вольта	270	5,38	264	28	7	21	243	236	—	5,20	1,30
Чад	1280	3,71	454	38,4	11,5	26,9	427	416	—	10,4	3,10
Эфиопия	1220	25,05	886	115	44	71	815	771	—	4,59	1,76
Сомали	660	3,04	234	11,9	3,3	8,6	225	222	—	3,91	1,08
Кения	580	10,90	411	37	14	23	388	374	—	3,39	1,28
Танзания	930	13,27	772	76	23	53	719	696	—	5,72	1,73
Намибия	820	0,63	246	9	1,6	7,4	239	237	—	14,3	2,54
Ботсвана	600	0,65	231	9	1,8	7,2	224	222	—	13,8	2,77
СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА											
США(Западные штаты)	3100	35,1	1178	422	85	337	841	756	—	12,0	2,1
ЛАТИНСКАЯ АМЕРИКА											
Мексика	2000	50,7	1252	330	139	191	1061	922	—	5,51	2,74
Аргентина	2780	24,35	2004	289	128	161	1843	1715	300	11,9	5,26
АВСТРАЛИЯ											
Австралия (материк), Тасмания	7670	12,43	2490	1186	218,5	967,5	1522,5	1304	—	678	124

вых частях прилегающих горных систем за счет фильтрации речных вод, подтока грунтовых вод с горных склонов и поступления оросительных вод. Во внутренних частях пустынь и полупустынь основная роль в формировании подземных вод принадлежит стоку временных водотоков и осадкам (табл. 18).

Самые крупные запасы подземных вод и многочисленные их выходы находятся в восточной части пустыни Эль-Хаса (Саудовская Аравия), в полосе около нескольких сотен километров, прилегающей к Персидскому заливу. Глубина залегания подземных вод здесь в прибрежной полосе составляет около 90 м, а в районе Хуфуфа — до 200 м. Обильны также их выходы в сухих древних руслах — вади. Колодцы имеются и в центральной части пустыни Рубэль-Хали. Карсеновые источники нередко встречаются в горах Центральной Аравии, по северной окраине пустыни Нефуд (впадина Джауф), в горах окраинной полосы Аравии. Из них может откачиваться до 200—700 л/с воды.

Подземные воды в пустынях Центральной Азии довольно обильны. Это обусловлено наличием по периферии пустынь высоких горных хребтов — Кунь-

Таблица 17

Водохранилища полным объемом 5 км³ и более и площадью водного зеркала 250 км² и более в аридной и семиаридной зонах *
[по кн. „Водохранилища мира", Наука, 1979]

Название водохранилища	Страна	Река	Высота плотины, м	Объем водохранилищ, км³**	Площадь зеркала, км²	Длина водохранилища, км	Виды использования
Амистад	США, Мексика	Рио-Гранде	87	7,00	341	Нет данных	НЭИС **
Асад (Табка)	Сирия	Евфрат	60	11,90	630	80	ИЭ
Биас	Индия	Биас	125	6,90	262	42	ИЭ
Бин-эль-Уидан	Марокко	Эль-Абид	125	1,50	348	Нет данных	ИЭ
Вааль	ЮАР	Вааль	50	2,90	300	80	ЭИВ
Вади-Тартар	Ирак	Наливное из Тигра	—	72,80	2000	100	НИ
Виктория (Оуэн-Фолс)	Уганда, Танзания, Кения	Виктория—Нил, оз. Виктория	31	204,80	76000	320	ЭРИ
Гебель Аулие	Судан	Белый Нил	12	3,25	596	Нет данных	ИЭ
Гобиндсагар (Бхакра)	Индия	Сатледж	200	9,87	176	85	ИЭНСО
Каджакай	Афганистан	Гильменд	80	2,68	Нет данных	75	ИЭ
Гове	Ангола	Кунене	55	2,57	Нет данных	Нет данных	ИЭ
Кайраккумское	СССР	Сырдарья	24	4,16	513	55	ИЭВО
Кока	Эфиопия	Аваш	40	1,90	250	25	ИЭ
Манантали	Мали	Бафинг	55	13,10	500	Нет данных	ЭИ
Мангла	Пакистан	Джелам	116	7,25	260	75	ЭИ
Мигель Алеман	Мексика	(Рио) Тонто	70	6,52	500	55	ЭИНС
Мингечаурское	СССР	Кура	65	16,07	605	70	ИЭНСРВО
	Иран	Диз	180	3,35	63	65	ИЭН
Нагарджунсагар	Индия	Кришна	120	11,55	286	40	ЭНИ
Насер (Саад Эль-Аали, Асуан)	Египет, Судан	Нил	95	157,00	5120	500	ИЭНСР
Нецауалькойотль (Мальпасо)	Мексика	Грихальва	130	8,30	300	80	НЭИС
Орд	Австралия	Орд	90	5,70	720	90	ИЭ
Оровилл	США	Фетер	236	4,31	62	Нет данных	НИВЭ
Поэчос	Перу	Чира	45	1,20	Нет данных	»	И
Поуэлл (Глэн-Каньон)	США	Колорадо	200	33,26	646	300	НИЭА
	Иран	Карун	190	2,90	Нет данных	Нет данных	ИЭ
Росейрес	Судан	Голубой Нил	57	3,00	290	85	ИЭ
Селинге	Мали	Санкарани	Нет данных	2,00	430	Нет данных	ЭИС
Серрос-Колорадос	Аргентина	Неукен	40	43,40	607	55	ЭИ
Тарбела	Индия, Пакистан	Инд	130	13,70	260	80	ЭНИ
Фэлкон	США, Мексика	Рио-Гранде	40	5,12	320	100	ЭИНС
Хаббания	Ирак	Наливное из Евфрата	13	3,28	426	30	НИ
Хендрик Фервурд	ЮАР	Оранжевая	80	6,00	372	71	ИЭ
Эукумбене	Австралия	Эукумбене	110	4,80	—	40	ИА

* Полный объем водохранилищ при НПУ.
** А — аккумуляция воды в разных целях; Э — гидроэнергетика; И — ирригация; Н — борьба с наводнениями; С — судоходство; Р — рыбное хозяйство; В — водоснабжение; Л — лесосплав; О — рекреация.

лунь, Тянь-Шань, Алтынтаг, Наньшань, сток с которых почти полностью уходит на обширные равнины Центральной Азии. Глубина залегания зеркала первого водоносного горизонта сравнительно небольшая, в среднем около 6—10 м. Здесь во многих районах воды выходят на поверхность, образуя небольшие пресные или солоноватые озера с богатой луговой растительностью. В предгорных районах глубина залегания подземных вод возрастает до 100—150 м. Обновляемые запасы подземных вод Центральной Азии оцениваются примерно в 25—28 км³/год [Кузнецов, 1964].

В Средней Азии и Казахстане особенно обильны подземные воды древних аллювиальных равнин; они образуют сплошное зеркало. Их минерализация увеличивается с севера на юг. Местами над горизонтом соленых вод располагаются большие линзы относительно пресной воды. В грунтовых горизонтах на возвышенных структурных равнинах единого водного зеркала не образуется, под землей залегают изолированные очаги — трещинные и межпластовые воды; они сильно опреснены. Ресурсы подземных вод засушливых районов Средней Азии и Казахстана составляют 26 км³/год [Подземный сток ...., 1966].

В северных районах Индийской равнины, несмотря на малое количество осадков и высокую испаряемость, запасы подземных вод значительны.

Таблица 18

Ресурсы подземных вод в странах аридной зоны Азии [по Докладу Экономической комиссии для Западной Азии к Конференции ООН по водным ресурсам, 1977 г.]

Страна	Производительность, млн. м³/год	Страна	Производительность, млн. м³/год
Ирак	126	Катар	50
Иордания	165	Сирия	1600
Кувейт	130	ОАЭ	270
Ливан	50	НДРЙ	350
Оман	650	Саудовская Аравия	1723

Их питают подземный сток с гор, достигающий пустыни Тар, русловая фильтрация р. Инд, а частично также и инфильтрация атмосферных осадков.

Средняя глубина колодцев в северо-восточной части пустыни Тар — 20—30 м, в западной — 100—120 м, а на юге она доходит до 140 м. Минерализация воды возрастает от 0,5 г/л на востоке до 25 г/л на западе. По данным различных исследователей в пределах Индо-Гангской равнины ежегодно может использоваться без ущерба для вековых запасов от 25 до 40—50 км ^{3} подземных вод [Burdon et al., 1971].

В странах Северной Африки — Алжире, Ливии, Тунисе, Марокко, Египте — большую роль играют подземные воды Сахары. Они встречаются преимущественно в сухих руслах и в депрессиях, где близко к поверхности лежат водоупорные слои. Местами скопления верховодки столь обильны, что у основания некоторых дюн бьют ключи и возникают небольшие озера (бахр). В пределах вади и в депрессиях подземные воды образуют гидравлически единое зеркало. Помимо этого в недрах структурных плато имеются трещинные воды. Они залегают на больших глубинах и труднодоступны. И, наконец, в Сахаре встречаются артезианские воды, питающие довольно крупные оазисы — суф, уэд Рар, Мзаб, Саура, Туат, Гурара, Тидикель (Алжир), Тифилалет, Дра (Марокко), Зибан и Джерид (Тунис) с обширными пальмовыми рощами. Ресурсы подземных вод южной окраины Сахары — Судано-Сахельского региона оцениваются в 12—15 км ^{3}/год.

Сведения о запасах подземных вод наиболее крупных бассейнов Сахары приводятся в табл. 19.

Таблица 19

Запасы подземных вод в Сахаре [Ambroggi, 1966]

Регион	Площадь, км²		Запасы воды, км³	Питание, км³/год
	бассейна	распространения напорных вод		
Большой Восточный Эрг	330	180	1500	0,4
Большой Западный Эрг	375	325	1700	0,9
Феццан	175	25	400	0,06
Западная пустыня	1800	150	6000	1,5
Чад	1100	320	3500	1,2
Нигер	525	160	1800	0,3
Танезруфт	240	—	400	0,02
Итого:	4545	1160	15300	4,38

Таблица 20

Артезианские бассейны аридной зоны Австралии (по кн. „Мировой водный баланс...", 1974)

Бассейны	Площадь тыс. км²	Глубина залегания напорных вод, м	Минерализация, г/л
Большой Артезианский	1751	от поверхности до 2134	6,2
Муррей	282	10—396	1,5—1,8
Пустынный	388	30—550	0,3
Юкла	191	90—610	6—37
Северо-западный	77,5	60—1220	4—5

Интенсивное использование значительных запасов подземных вод в аридных и семиаридных районах Северной Америки ведет к заметному их истощению. Опубликованные недавно результаты крупных исследований, проведенных при поддержке правительства США, свидетельствуют о том, что в регионе Великих Равнин — крупнейшем продовольственном районе США — складывается кризисная ситуация.

В Австралии, также как и Северной Африке, в связи с широким распространением аридных и семиаридных территорий и недостатком поверхностных вод важное значение приобретают подземные воды. Характерной чертой континента является наличие крупных артезианских бассейнов, большая часть которых находится в пределах аридной зоны (табл. 20).

По мнению австралийских специалистов, использование подземных вод для обводнения пастбищ и коммунально-бытовых нужд в аридных условиях обходится дешевле, чем строительство водохранилищ для регулирования временного стока.

Несмотря на то, что поверхностные и подземные воды служат основными источниками водных ресурсов для многих аридных стран, важное значение в последние десятилетия приобретает опреснение морской воды. Особое место оно занимает в регионе Ближнего Востока (табл. 21).

Производительность некоторых крупных опреснительных установок в Африке достигает 3,8 млн. л/сут. (табл. 22).

Таблица 21

Мощность действующих и строящихся опреснительных установок, млн. м³/год (по материалам Конференции ООН по водным ресурсам, 1977)

Регион	Мощность установок		
	действующих	строящихся	Итого
Бахрейн	8,3	24,7	33,0
Кувейт	109,2	66,4	169,5
Оман	2,6	—	2,6
Катар	10,4	18,6	29,0
Саудовская Аравия	17,8	128,8	146,6
ОАЭ	2,0	—	—

Таблица 22

Опреснительные установки в Северной Африке

Страна	Местонахождение	Метод опреснения	Производительность, млн. л/сут.
Ливия	Бенгази	Электродиализ	19,3
Марокко	Сеута	Многостадийная промывка	4,0

В период Судано-Сахельской засухи водоснабжение Нуакшота (Мавритания) обеспечивалось благодаря опреснению морской воды. Когда потребности в воде превысили 1 млн. м^3 в год в силу экономических причин, были приняты меры для обеспечения дополнительного водоснабжения за счет подземных вод. В настоящее время рассматривается вопрос об использовании опресненной морской воды в Нуакшоте (Мавритания).

Подобные проекты существуют в США — переброска стока канадских рек в западные аридные штаты США и Мексику. Интересен проект переброски стока Конго в засушливые районы Сахары. Он предусматривает создание на месте древнего озерного водоема впадины Конго водохранилища площадью в 900 тыс. км^2, воды которого по каналу должны направляться в бассейн оз. Чад, а из него в виде мощной реки (крупнее Нила) на север через Сахару в залив Габес (Тунис), что позволит оросить 60 млн. га земель.

По-видимому, серьезные перспективы для аридных и семиаридных территорий имеет и территориальное перераспределение речного стока, как в рамках одной страны, так и нескольких государств.

Глава IV

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ И БОРЬБА С ОПУСТЫНИВАНИЕМ

В. А. Пуляркин, А. Н. Ракитников (СССР)

Различные последствия сельскохозяйственной деятельности населения, ведущие к опустыниванию территории, раньше и сильнее проявляются в каких-то определенных местностях. Иногда это небольшие разбросанные очаги, иногда обширные ареалы. Их расположение не случайно. Оно зависит от двух причин:

1) от неодинаковой стойкости различающихся по своим природным свойствам типов земель (разных экотопов) в отношении одних и тех же воздействий хозяйственной деятельности;

2) от того, что именно в данной местности, в данном очаге земли пользовались способами, оказавшимися опасными для экосистем.

Очевидно, чтобы решить, что следует делать для предотвращения опустынивания необходимо проанализировать эти причины.

Что касается первой причины, то выявление ее истинного значения необходимо, для обоснования мер к ограничению или полному исключению — на определенных природных типах земель — тех или иных способов земледельческого или пастбищно-животноводческого использования. Так, в некоторых местностях, где велика опасность развития ветровой эрозии, следует полностью исключать (или вести только узкими полосами) выращивание полевых однолетних культур на неорошаемых землях. Другой пример, на определенном расстоянии от крупных населенных пунктов недопустим выпас скота, заготовка растений на корм или на топливо и т. п. Подобные четкие и простые ограничения способов использования земель, основанные только на данных об их природных свойствах, вполне применимы и эффективны в определенных случаях.

Что касается второй причины, то сначала нужно выяснить, какие именно частные особенности применявшегося использования земель были главной причиной опустынивания. Например: выпас каких видов скота, в каком количестве на единицу площади пастбища, в какой сезон был причиной дефляции? Найдя ответ на подобные вопросы, еще нельзя считать задачу решенной. Нужно определить, какими иными способами, вместо применявшихся до сих пор, следует в данном случае использовать земли. Для решения этого вопроса недостаточно технологических доводов. Могут быть внесены многие такие предложения, которые, будучи технологически вполне обоснованными, для существующего хозяйства недоступны при его экономических ресурсах или менее выгодны, чем другие.

Характерные для каждой данной местности особенности состава культур, способов их выращивания, способов использования естественной растительности и содержания скота всегда имеют экономическую обусловленность, основаны на местном опыте, на хозяйственном расчете. Чтобы их изменить, требуется правильное понимание экономики местного сельского хозяйства, основанное на внимательном его изучении, которое позволит осознать, вследствие каких экономических причин в данной местности применялись такие приемы использования земель, которые привели к деградации природной среды, почему население не придерживалось других способов ведения хозяйства.

Сказанное выше свидетельствует о том, что для принятия решений даже по, казалось бы, частным и специальным вопросам необходимо достаточно точное изучение в экономическом аспекте картины современного, а также применявшегося в прошлом использования земель. Это изучение должно быть детальным в пространственном разрезе. Пользоваться суммарными данными, в виде средних показателей по обширным территориям недопустимо — ведь в этом случае мы отказались бы от выявления причин, по которым процессам опустынивания присуща именно данная локализация, и, следовательно, неправильным был бы выбор рекомендуемых мер.

Условия, при которых сельскохозяйственная деятельность человека приводит к опустыниванию, легче уяснить себе в районах, где ведется чисто пастбищное хозяйство, а не в местах смешанного, более комплексного аграрного производства. По-

этому ниже рассматриваются взаимоотношения именно пастбищно-животноводческого хозяйства и растительного покрова пастбища.

Имеются, конечно, условия природной среды, типы местностей, где выпас скота совсем недопустим, ибо даже в умеренных размерах вызывает опасное развитие эрозии. Затем, есть такие, вызванные предшествующим использованием, состояния растительного покрова, при которых следует прекращать выпас на многие годы, чтобы произошло естественное восстановление растительных сообществ до желательного состояния. Далее, могут быть гораздо более обширны территории пастбищ, в разной степени испорченные выпасом, которые были бы более продуктивными, если бы воздействие животноводческого хозяйства на природный ландшафт не выходило за определенные рамки. Это территории, где требуется нормирование выпаса (и в смысле вида животных, и в смысле их количества на единицу площади, и в смысле сезона выпаса).

В традиционном хозяйстве выпас стад не регулировался какими-то осознанными населением нормами нагрузок. Однако при содержании скота на основе только пастбищного корма есть условие, которое, помимо воли скотовода, весьма жестко ограничивает количество животных на единицу пастбищной площади. Это урожайность пастбища, т. е. количество вырастающей за год на одном его гектаре растительной массы, могущей служить кормом. Рассматривая погодичный ряд цифр поголовья скота в районах чисто пастбищного или преимущественного пастбищного скотоводства, можно видеть резкие падения численности стада из-за бескормицы в годы особо неблагоприятных метеорологических условий (наиболее сильных засух) и тенденцию постепенного восстановления поголовья в промежутки между такими годами или группами лет.

Круглогодичное содержание скота на пастбищах — это всегда сменяющие один другого сезоны обильного корма и скудного корма, первый соответствует главному в условиях данного климата периоду вегетации, второй — или сухому сезону, или замедлению, а то и перерыву вегетации из-за недостатка тепла. В первый из названных сезонов пасущийся скот поедает травы в тех фазах их развития, когда они более питательны, во второй — ему приходится ориентироваться преимущественно на старый, даже мертвый травяной покров. От того, насколько во время наилучшего состояния пастбищ окреп молодняк и повысилась упитанность маточного поголовья, зависит сохранение стада и размеры приплода. Поэтому скотовод, естественно, должен стремиться достичь лучшей упитанности скота в сезон относительного изобилия корма. А более высокая упитанность скота, также как и более высокая его молочная продуктивность (которая во многом определяет развитие молодняка) достигается тогда, когда пасущиеся животные могут поедать те растения или те части растений, которые для них более питательны, содержат нужные вещества в лучших соотношениях. Иначе говоря, для лучшего сохранения скота и обеспечения более высокой его продуктивности необходимо, чтобы нагрузка пастбищ не доходила до пределов, за которыми животные начинают поедать и намного худшие для них части травостоя, трудно перевариваемые и мало питательные.

Таким образом, величина той части вырастающей растительной массы, которая отчуждается при выпасе скота, лимитируется условиями воспроизводства скота и хозяйственно необходимой его продуктивности. На территории, где долгое время, из года в год ведется пастбищное скотоводство, нагрузка пастбищ должна непременно тяготеть к таким уровням, которые делают возможным по крайней мере простое воспроизводство.

Следствием рассмотренной взаимозависимости численности выпасаемого скота и кормовой продуктивности территории является определенная степень изменения растительных сообществ под действием выпаса, характерная для данной формы пастбищного хозяйства и данного экотопа. Эта степень модификации растительного покрова характеризуется относительным постоянством.

Затем, несомненно, и то, что в пределах территории, используемой одним типом хозяйства, должна наблюдаться тенденция к сходным, близким уровням нагрузки на участках пастбищ одинакового природного типа, то есть тенденция к равномерному использованию ресурсов пастбищного корма. А это, в свою очередь, ведет к одинаковым изменениям растительного покрова под действием выпаса.

Однако наряду с условиями, создающими тенденцию к территориально равномерному использованию пастбищных кормовых ресурсов, действуют факторы, приводящие к его неравномерности. Это прежде всего условия обеспечения скота водопоями. Неодинаковое количество воды, вариации в дебите колодцев, разная глубина водоносных горизонтов и, следовательно, неодинаковые затраты на подъем воды и т. д. создают различия в водообеспеченности пастбищ, в связи с чем и в их нагрузке. Поэтому характерные для полупустынь и пустынь очаги дефляции вокруг водопойных пунктов, котловины выдувания в одних случаях невелики и сравнительно редко расположены, в других случаях захватывают важную долю пастбищной площади.

Второе условие, от которого зависит неравномерность использования пастбищ — пропорции кормовых ресурсов пастбищ разных типов, разных по характеру растительности и другим показателям пригодности для выпаса в разные сезоны года — во влажный или сухой сезон, в более жаркое или более холодное время года. Если эти пропорции мало соответствуют потребностям годового пастбищного цикла, часть пастбищной площади останется недоиспользованной, в то время как другая часть будет использоваться напряженно.

Для правильного понимания условий, в которых развивалось опустынивание территорий, служивших пастбищами, важно иметь возможность сопоставить нанесенные на карты характеристики в разной степени измененного выпасом растительного покрова и эродированности почвы с картами, характеризующими природные условия местности (признаки почвенного покрова, рельефа, почвообразующих пород), а затем и с картой, показывающей, как использовать пастбища в течение ряда последних лет. На этой карте должны быть выделены ареалы по сезону использования, видам выпасавшихся животных и наблюдавшейся нагрузке пастбищ (определяемой по числу голов скота и числу дней выпаса). Должны быть показаны также пункты водопоя (если это колодцы, то с указанием их де-

бита, и количества голов скота, к ним пригоняемого), места отдыха стад с загонами, пути перегона животных с одних участков пастбищ на другие.

Провести такого рода выборочное обследование небольшого участка пастбищ очень желательно для правильного обоснования мер по предупреждению превращения пастбищ в неудобные земли. Чтобы правильно нанести на карту очаги более сильного угнетения выпасом кормовых растений и развивающегося разрушения почв желательно участие в таком обследовании почвоведа или агронома. При этом полезно использовать данные аэрофотосъемки. Карта, показывающая фактическое использование данной территории, может быть составлена на основании опросных сведений, полученных от самих скотоводов.

Объект подобного обследования может использоваться для оценки условий, ведущих к деградации природной среды и на земледельческих территориях.

Исторически складывавшееся разделение аридной территории между разными способами ее аграрного использования обусловлено не только природными свойствами местных ландшафтов и накопленным хозяйственным опытом, но и столкновением интересов, борьбой за землю между различными этническими и социальными группами населения, ориентированными на те или иные формы хозяйственной деятельности. Граница между зонами кочевого и земледельческого хозяйства всегда была подвижной, подверженной флуктуации, отражая климатические пульсации и соотносительное преобладание взаимодействующих сторон. При этом неправильно полагать, что в прошлом для пастбищного животноводства использовались только те земли, которые при тогдашней технике земледелия нельзя было освоить под культуру, или что разделение территории, напротив, совершалось в соответствии с интересами наибольшего кочевого скотоводства. Но бесспорно, что в определенных ареалах земледельческое производство подавлялось пастбищным хозяйством; например, в центральном Афганистане часть земель, в настоящее время используемых как кормовые угодья, еще в конце XIX в. находилась под пашней.

Вместе с тем, история дает нам свидетельства и успешного сосуществования на определенной территории кочевых и оседлых этносов. Так, в Свете (Пакистан), согласно исследованию Ф. Барта [Barth, 1956] оседлые пуштуны из племенного объединения юсуфзаев успешно соседствуют со скотоводами угуджарами, которые, кочуя в ареале расселения юсуфзаев, используют в качестве пастбищ непригодные для пахоты горные склоны, служащие юсуфзаям только местом сбора топлива. В результате скотоводческое хозяйство гуджаров, ориентированное на производство молочной продукции, явилось в Свете ценным дополнением к поливному земледелию оседлой части населения.

Поэтому необходимо знать и учитывать при перспективном планировании, насколько унаследованное от прошлого размежевание земледельческих и пастбищных угодий находится в соответствии или в противоречии с задачами развития производительных сил. Существенно важно для этого обособить те засушливые и полузасушливые земли, за которые может вестись конкуренция между отдельными отраслями сельского хозяйства, и землями, на которые предъявляет спрос лишь одна из указанных отраслей; чаще всего в качестве таковой выступает пастбищное животноводство.

Исторический процесс действует в настоящее время не в пользу колодцев и ведет к постепенному ослаблению их экономических и социальных позиций. Кочевники вынуждены отступать под натиском растущего оседлого населения, распространяющегося на те земли, где в прошлом земледельческая культура подавлялась пастбищным животноводством. Складывающаяся ситуация предопределена консерватизмом кочевого хозяйства, которое слабо поддается модернизации. Пастбищное животноводство отличается сравнительно низким выходом продукции с единицы площади, поэтому замена его земледелием значительно повышает демографическую емкость территории. В условиях быстрого увеличения численности населения в освободившихся странах официальная политика направлена на поощрение интенсивных форм землепользования.

В создавшемся положении содействие переходу номадов на оседлость есть целенаправленное стимулирование уже отчетливо выраженного явления. Экономическое развитие стран Востока — рост нефтепромышленности, транспортное строительство, сооружение гидротехнических объектов — формирует дополнительные рынки труда и вызывает отток части кочевников в города и рабочие поселки. Этот естественный процесс может быть ускорен специальными мероприятиями, прежде всего ирригационным строительством и разбивкой благоустроенных поселений близ новоорошенных массивов. Подобный путь перевода кочевников на оседлость опробован в ряде стран арабской Африки и Среднего Востока. Вероятность его широкого применения зависит во многом от количественного соотношения кочевников и оседлого населения в той или другой стране, ее земельно-водных ресурсов, и не в последнюю очередь, от финансовых возможностей и социальной направленности официальной политики.

Особенно заинтересованы в переходе на оседлость беднейшие слои кочевников, которые, остро ощутив последствия сокращения фонда кормовых угодий, сохранили мало скота и лишились стимула к миграциям. Такие кочевники передвигаются скорее не в поисках пастбищ, а с целью найти работу в оазисах, обычно на уборке урожая. Они нуждаются в действенной помощи государства при переходе к оседлости, в противном же случае для них могут оказаться непреодолимыми трудности, связанные с освоением предоставленных им орошаемых земель. При этом возникает сложная задача сочетания пастбищного животноводства и поливной агрокультуры, которые, как известно, в большинстве районов аридной зоны характеризуются полной или почти полной взаимной обособленностью.

В развитии разных форм комбинирования, соединения земледельческого и животноводческого хозяйства, следует, в принципе, видеть один из важных путей роста объема сельскохозяйственной продукции и эффективности аграрного производства. Но преодоление этой разобщенности земледелия и животноводства, с которой связаны многие черты быта и социального строя разных народов, населяющих засушливые и полузасушливые территории, может совершаться только постепенно. На первом

этапе приходится нередко удовлетворяться механическим сочетанием этих двух отраслей с тем, чтобы в дальнейшем добиться хотя бы частичной их интеграции. В частности, пастбищное скотоводство сможет ориентироваться на выращивание молодняка для дальнейшего откорма его в зоне поливного земледелия.

В советских республиках Средней Азии (а также в Монгольской Народной Республике) были найдены удачные, полностью себя оправдавшие, способы сохранения экстенсивного пастбищного животноводства как отрасли производства при одновременном переводе кочевого населения на оседлость. Этот исторически прогрессивный процесс, происходивший при постоянной помощи со стороны государства, имел не только экономическое, но и социальное содержание и сочетался с существенными изменениями быта и материальной культуры. Массовое оседание прежних номадов в период перехода к ведению коллективных хозяйств вызвало строительство в так называемых точках оседания в плановом порядке тысячи новых однотипных поселков — центральных усадеб колхозов, их бригад, ферм и т. д. Во многих ранее совсем необжитых местах в связи с развитием отгонно-пастбищных форм животноводства возникли небольшие, нередко сезонные, поселения — колхозные, межколхозные или межрайонные отгонные центры, кочевые маслосырзаводы и т. п. Теперь скотоводы только периодически покидают свои населенные пункты, сохраняя с ними и своими семьями постоянные связи [Назаревский, 1969].

Геоботанические исследования и широкие производственные опыты, проведенные в Средней Азии, показали, что естественная растительность пустыни не использует всех факторов среды, в том числе водных, и имеются экологические резервы интенсификации пастбищного хозяйства. К тому же, если выпас с отчуждением более 75% годичных побегов (кормов) ухудшает пастбища, то умеренная нагрузка, с использованием лишь 60—65% кормов, вполне приемлема. Более того, длительное отсутствие выпаса на пастбищах с нормальной урожайностью неблагоприятно сказывается на их растительности: уже после 4—5 лет отдыха происходит снижение ее урожайности на 20% по сравнению с участками, где проводилось ежегодное стравливание со средней нагрузкой и применялся пастбищеоборот — с чередованием по годам сезонного использования приколодезных массивов или более мелких участков [Нечаева, 1977].

Интенсификация пастбищного животноводства (загонная система пастьбы, фитомелиорация пастбищ для повышения их кормовой емкости, заготовка дополнительного подкормочного и страхового фуража, обводнение земель) должна опираться на технический прогресс при одновременном обеспечении рентабельности производства. Там же, где это пока невозможно, придется пользоваться традиционными способами содержания скота. В целом дальнейшее хозяйственное освоение засушливых животноводческих территорий должно осуществляться на основе пространственной дифференциации мелиоративных и экономических мероприятий, учитывающих внутреннее многообразие пустыни. Следует ожидать нарастания территориальных различий в уровне интенсивности животноводческого производства в аридных областях, что не исключает сохранения хозяйств, практически полностью опирающихся на естественные пастбища.

В подобных районах с экстенсивным сельским хозяйством неизбежно формируются лишь производственно-территориальные единицы узкой специальности, со слабо разветвленной структурой, с большой зависимостью от природной обстановки. Повышение экономической эффективности и расширение масштабов аграрного производства в таких производственно-территориальных сочетаниях нередко предполагает, как отметил советский экономико-географ З. Г. Фрейкин (1977), предварительные крупные преобразования природной среды, устранение узких мест, лимитирующих развитие территории, и перестройку отраслевой структуры экономики.

Данную задачу трудно решить на базе суходольного земледелия, хотя оно в период после Второй мировой войны получило во многих полузасушливых областях дополнительные стимулы к распространению, в частности, в Ираке и в Сирии. В этой зоне богары почти все сколько-нибудь пригодные для распашки земли, включая гористые и склоновые участки, оказались вовлеченными в оборот. Их освоение в массовом масштабе стало возможным благодаря широкому применению машинной техники, к тому же оно совпало с годами благоприятного атмосферного увлажнения и выгодной рыночной конъюнктуры на зерно.

Однако оно не было подкреплено необходимыми агротехническими средствами ведения полеводства в условиях засушливого климата. Как отмечалось на Международном научном симпозиуме „Борьба с опустыниванием путем комплексного развития" (Ташкент, 1981), главной ошибкой здесь была вспашка по склону, а также применение дисковой и отвальной пахоты вместо неглубокой контурной вспашки, осуществлявшейся ранее с использованием тягловой силы. Подобная практика, наблюдаемая уже в течение приблизительно 30 лет, оставляет обнаженными горные породы с ничтожным слоем почвы или фактически без него. Среди других нерациональных приемов землепользования следует упомянуть возделывание маргинальных земель (в районах, получающих менее 200 мм осадков) и переход от виноградарства к выращиванию зерновых культур в горных районах в результате уничтожения виноградников насекомыми-вредителями [Абу Ораби, 1981].

Сходным образом известный советский пустыновед М. П. Петров (1976) подчеркивал, что процессы опустынивания при сельскохозяйственном освоении особенно активно проявляют себя в случае усиления эксплуатации земельных угодий в пограничных районах засушливых территорий в течение влажных лет, когда возможно земледелие без полива; в годы же засух посевы гибнут на больших площадях, и земледельцы вынуждены покидать подобные районы, забрасывая поля, которые подвергаются энергичной ветровой эрозии.

Пахотным землям наносится также огромный ущерб в результате их длительного использования под посевы без восполнения питательных веществ, которые ежегодно изымаются урожаями. На землях хлебной монокультуры удобрение полей обычно не производится, так как оно малоэффективно с экономической точки зрения в условиях дефицита влаги. Поэтому истощенные почвы, теряя перегной и

другие питательные вещества, все больше утрачивают способность поглощать и удерживать влагу, а вместе с тем и противостоять эрозии [Зайчиков, 1974].

Возможности совершенствования самой системы суходольного земледелия, в частности, путем улучшения агротехники, внедрения севооборотов и подбора засухоустойчивых сортов остаются весьма значительными, о чем свидетельствуют, например, экспериментальные работы Международного научно-исследовательского института земледелия полузасушливых областей (ICRISAT), расположенного в индийском штате Андхра-Прадеш на плато Декан. Однако важнейшим условием надежности земледельческого производства на территориях неустойчивого увлажнения по-прежнему остается искусственное орошение, без которого, как показала „зеленая революция" в развивающихся странах, трудно добиться существенного подъема урожайности в традиционном сельском хозяйстве. В полупустынной зоне СССР продуктивность орошаемых почв выше богарных в 4—5 раз и в 12—14 раз выше пустынных пастбищ, в более южных широтах этот разрыв должен быть еще более значительным. В Средней Азии, на основании почвенных исследований, а также использования археологических данных, установлено, что наиболее гумусированными и богатыми элементами питания в пустыне являются орошаемые почвы [Кочубей, 1981].

На примере одной из союзных республик Советского Закавказья — Азербайджанской ССР — отчетливо прослеживаются следующие основные прогрессивные сдвиги в сельскохозяйственном производстве, прежде всего на путях его интенсификации, происходящие под влиянием развития ирригации [Назирова, Пуляркин, 1978].

Эти сдвиги выражаются, во-первых, в улучшении отраслевой структуры земледелия. Обратимся к данным о посевах в 1913 г.: доля зерновых культур, которые выращивались преимущественно в потребительских целях, составила 86,6, технических — 11,4, овощей, бахчевых и картофеля — 1,7 и кормовых — 0,4%; соответствующие же показатели к середине 70-х годов равнялись 48,9; 17,2; 5,1 и 29,8%. Таким образом, сельское хозяйство стало более товарным и многообразным.

Во-вторых, заметно повысилась продуктивность сельского хозяйства, в результате чего валовая продукция увеличилась по сравнению с 1913 г. более чем в 3,5 раза. Рост производства оказался достигнутым прежде всего благодаря повышению урожайности за истекший период, например, по хлопку — в 3 с лишним раза.

В-третьих, была углублена специализация сельского хозяйства на основе социального природно-экономического зонирования ее территории. Для каждой из 10 выделенных в пределах Азербайджанской ССР зон в соответствии с их природными, экономическими и трудовыми ресурсами определено свое направление производства с подразделением отраслей сельского хозяйства на а) общесоюзные, б) имеющие одновременно общесоюзное и местное значение и в) местного значения.

В-четвертых, развитие орошаемого земледелия помогло решить задачу обеспечения продовольственной продукцией растущего городского населения Азербайджана, и в первую очередь, крупнейшей во всем Закавказье Апшеронской агломерации, численность жителей которой превышает 1,5 млн. человек. Здесь взят курс на создание специализированных совхозов овоще-животноводческого типа, обеспечивающих население агломерации свежими овощами и цельномолочной продукцией.

Сдвиги в сельском хозяйстве, связанные с проведением крупных преобразовательных работ, ведут к снятию определенных противоречий во взаимоотношении общества и природной среды, но одновременно диалектически вызывают появление новых.

Засоление и заболачивание орошаемых массивов представляет серьезную угрозу в большинстве районов развитой ирригации, и, в частности, в главной земледельческой области Азербайджанской ССР — на Кура-Араксинской низменности. Сказывается комплекс неблагоприятных природных причин: засоленность коренных пород, отсутствие естественной дренированности низменных равнин, и как следствие, практическая бессточность грунтовых вод. В ряде случаев сложную мелиоративную обстановку усугубляют хозяйственные факторы.

Следует оспаривать тезис, что ирригация сама по себе не может остановить опустынивание и что наоборот — она нередко даже способствовала ее усилению, главным образом по периферии районов орошения [Le Houerou, 1979]. На деле же лишь ирригационное строительство, резко повышая — обычно в несколько десятков раз — демографическую емкость территории, служит надежной основой для предотвращения широкого распространения процессов опустынивания по мере усиления давления населения на естественные ресурсы засушливых и полузасушливых территорий. Поэтому ущерб, наносимый природной среде с развитием орошения, нельзя оценивать в отрыве от аграрного производства.

Справедливо мнение, что хотя строительство крупных ирригационных систем при несоблюдении всех правил может привести к засоленности, к заболачиванию земель, к истощению грунтовых вод или к появлению определенных заболеваний, вместе с тем не может быть признана разумной альтернатива — совсем не строить оросительные комплексы, и тем самым способствовать сокращению массового производства продовольственных продуктов [Уилкинсон, Спис, 1981].

Интенсификация на базе орошения ведущих сельскохозяйственных отраслей обеспечивает условия, как это и наблюдается в Азербайджане и в других областях поливного земледелия в СССР, для формирования специализированных аграрных районов, в которых создаются хорошие предпосылки для развития промышленности по переработке сельскохозяйственного сырья. В результате происходит реорганизация части сельскохозяйственных предприятий на промышленной основе. Этот процесс принял особенно широкие размеры в 70-х годах. Концентрация отдельных отраслей аграрного производства стала перерастать внутрихозяйственные рамки и возникла межхозяйственная кооперация.

В специализированных аграрных районах ныне функционируют агропромышленные предприятия, ядрами которых являются центральные поселки крупных хозяйств. Формирование интенсивных производственно-экономических связей между сырье-

выми и перерабатывающими циклами сопровождается организацией предприятий комплексообразующей непроизводственной сферы, также тяготеющих к центральным поселкам. В результате они становятся переходным типом между сельскохозяйственными и несельскохозяйственными населенными пунктами, и, приобретая дополнительную градообразующую функцию, начинают перерастать в поселения городского типа [Неидзе и др., 1978].

Новые технические возможности, открывающиеся на современном этапе (сооружение скважинных колодцев, возведение крупных плотин и т. д.), создают, особенно когда в дело включается государство, перспективы для дальнейшего активного внедрения орошения, которое нам представляется основой для комплексного развития пустынных и полупустынных территорий. При этом, однако, необходимо учитывать одно обстоятельство: полностью потенции ирригации раскрываются лишь при подъеме всего аграрного производства на новую технологическую и экономическую ступень. Иначе временные достижения в повышении урожайности и увеличении сборов продовольствия могут иметь далеко идущие отрицательные последствия, содействуя консервации устарелых социально-экономических структур в деревне. Исторический опыт развивающихся стран свидетельствует, что искусственное орошение становится мощным фактором подъема сельского хозяйства, только если оно опирается на предварительно проведенные аграрные преобразования.

ГЛАВА V

ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

С. Сейиткурбанов, И. П. Свинцов (СССР)

Аридные территории мира — это крупный резерв энергетики, промышленной и сельскохозяйственной продукции. Однако, энергоснабжение этих районов, как правило, ограничено, а иногда практически отсутствует. Поэтому без соответствующего развития энергетической базы, без широкой электрификации производственных процессов невозможно комплексное освоение и осуществление борьбы с опустыниванием.

Аридные территории являются перспективными районами в энергетическом отношении. В недрах их имеются запасы нефти, газа, угля, а также горючего для атомных электростанций. Нефть и горючий газ — основное богатство пустынь и полупустынь Ближнего Востока, Аравийского полуострова, Северной Африки и юга советской Средней Азии. Запасы нефти и газа, а также увеличивающаяся их добыча удовлетворяют не только внутренние энергетические потребности стран указанных регионов, но и позволяют в значительном объеме экспортировать их. Другим богатством пустынь является возобновимая энергия Солнца, ветра, геотермальной воды и т. д. Причем особо благоприятные условия для их использования создает огромное количество автономных потребителей энергии [Байрамов, Сейиткурбанов, 1977; Шефтер, 1981].

Однако, во многих развивающихся странах до настоящего времени основным источником топлива остается древесина. Большая часть ее тратится на отопление жилищ и приготовление пищи.

Около 2 млрд. человек в развивающихся странах до сих пор „не вошли" в век ископаемого топлива [Smith, 1981]. Высокая стоимость бутана, пропана и керосина препятствует его использованию. В Африке в сельские местности, где проживает основное население, поступает только 4% электроэнергии. По оценкам, около 90% леса, вырубленного на этом континенте, идет на топливо для приготовления пищи.

По данным Мумуни [Moumouni, 1973] ежегодное потребление древесного топлива семьей (5—6 чел.) для домашних нужд составляет 2,5—3,0 т как в городских, так и в сельских условиях, что в целом по миру составляет 50—60 млн. т.

В таких странах как Эфиопия, Ливан, Судан и даже в богатой нефтью Нигерии 90% или более населения готовит пищу на дровах. В более крупных городах и населенных пунктах дрова обычно заменяют древесным углем, поскольку он дешевле в транспортировке.

В странах аридной и семиаридной зон местные жители вырубают практически все, что может гореть, не задумываясь над последствиями, которые приводят к опустыниванию. Темпы уничтожения лесов в развивающихся странах составляют 50 тыс. га в сутки [Bowonder, 1981]. Такие страны как Афганистан, Ирак, Ливан, Ливия, Сирия, Тунис некогда богатые лесами, сегодня обладают лишь небольшими их остатками.

Уровень использования органического топлива, а также различных альтернативных источников энергии для развития пустынных территорий, представляет собой часть мировой проблемы энергетики.

ТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Периодически возникающий энергетический кризис и растущие потребности в доступной, дешевой энергии, а также увеличивающееся влияние энергопотребления на окружающую среду, заставляют обратиться к обоснованным оценкам и прогнозам в области энергетики и разработать рекомендации в отношении оптимальной энергетической стратегии.

По прогнозам Мировой энергетической конференции (МИРЭК) и Международного института прикладного системного анализа (ИСА) [Лисичкин, 1977] общие запасы энергетических ресурсов мира

оцениваются следующим образом (млрд. тонн условного топлива — млрд. т у. т.):

	Разведанные запасы	Геологически возможные	Используются в настоящее время
Нефть	127	360	127
Природный газ	79	276	79
Сланцы	50	720	30
Битуминозные породы	50	360	30
Каменный уголь	2000	7729	493
Бурый уголь	1000	2399	144
Итого:	3306	11844	903

Отсюда видно, что запасов топливных ресурсов достаточно на длительную перспективу. Однако для обеспечения растущих потребностей придется использовать труднодоступные, более капиталоемкие ресурсы нефти (большие глубины залегания, полярный шельф, вязкие нефти и битумы и т. д.) и природного газа (удаленные районы, большие глубины, зоны аномального давления и т. п.), а также весьма капиталоемкие виды энергии — ядерную, солнечную, термоядерную и другие. Возникают проблемы, связанные с неравномерным распределением по территории планеты и потреблением труднотранспортируемых энергоресурсов.

В перспективе потребность во всех видах энергии непрерывно будет возрастать (табл. 23).

Предполагается, что интенсивность добычи нефти и газа, как истощающихся ресурсов, в некоторых странах начнет снижаться. В связи с этим производство ядерного топлива и использование возобновляемых источников энергии в перспективе сравнительно увеличится (табл. 23).

Несмотря на ухудшение состояния окружающей среды в ближайшее время уголь станет одним из основных видов топлива. Расширение использования угля в энергетическом балансе мира требует подготовки производственной базы и потребителей: производство, транспортировка, преобразование и использование угля требует соответствующих технологических процессов и оборудования. По данным Лисичкина (1977) при сохранении существующего объема добычи угля его разведанных запасов хватит не менее чем на 200 лет.

Указанные обстоятельства дают возможность ожидать в ближайшие десятилетия вытеснения нефти и газа сначала из сферы централизованного производства энергии, а затем и из других сфер и замены их другими энергоресурсами.

Таблица 23

Потребности мира в первичных энергоресурсах, 10^{12} Вт

Энергоресурсы	Страна с высоким уровнем развития		Страна с низким уровнем развития	
	2000 г.	2030 г.	2000 г.	2030 г.
Нефть	5,89	6,83	4,75	5,02
Газ	3,11	5,97	2,53	3,47
Легководные реакторы	1,70	3,21	1,27	1,89
Уголь	4,95	11,98	3,93	6,45
Реакторы на быстрых нейтронах	0,04	4,88	0,02	3,28
Гидроэнергия	0,83	1,46	0,83	1,46
Солнечная энергия	0,10	0,49	0,09	0,30
Прочие источники	0,22	0,01	0,17	0,52
Итого:	16,84	34,83	13,59	22,39

Источник: МИРЭК-П, 1980.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В перспективе в топливно-энергетическом комплексе большое значение будут иметь альтернативные источники энергии. К ним можно отнести: атомную, термоядерную и геотермальную энергии, гидроресурсы, энергию солнечной радиации, ветра, биоэнергетику и т. д. Физическая сущность и технологические схемы использования этих видов энергии и конструкции соответствующих установок хорошо известны.

Атомная и термоядерная энергетика. В настоящее время общепризнано, что фундаментальным решением проблемы энергоснабжения является использование реакции ядерного деления и процесса термоядерного синтеза. В атомной и термоядерной энергетике в основном можно применять низко- и высокотемпературные реакторы на тепловых нейтронах; реакторы на быстрых нейтронах (бридеры) и термоядерные реакторы.

Низкотемпературные реакторы первого поколения уже освоены, и атомные электростанции с такими реакторами вырабатывают более 6% мирового производства электроэнергии [Александров, 1978].

Сроки внедрения и технико-экономические показатели высокотемпературных реакторов еще не вполне ясны. Однако со временем они будут применены не только для получения электроэнергии, но и в ряде технологических процессов, например, для опреснения воды, производства водорода. Наиболее экономичным способом энерговодоснабжения обширных пустынных территорий является применение двухцелевых атомных водоэлектростанций (АВЭС). Такая станция уже работает в г. Шевченко (СССР), а для освоения пустынь в штатах Калифорния и Аризона (США) намечается строительство 4 крупных АВЭС.

В настоящее время уже имеются проекты и строятся опытно-промышленные атомные электростанции (АЭС) с реакторами на быстрых нейтронах. Широкое их применение намечается в конце XX — начале XXI веков. В реакторах данного типа степень использования природного урана в 30—40 раз выше чем в современных тепловых реакторах.

О создании термоядерных реакторов говорить еще рано, однако, последние достижения в исследовании плазмы дают основания полагать, что в течение 15—20 ближайших лет управляемая термоядерная реакция станет реальностью. Первым сырьем для термоядерного синтеза служит дейтерий — тяжелый изотоп водорода, а конечными продуктами реакции являются водород и гелий. Энергетические ресурсы 1 кг дейтериевого топлива — около 360 ТДж, т. е. в четыре раза больше, чем энергия, выделяющаяся при реакции деления 1 кг урана. В гидросфере (в океанах, морях, озерах, реках и т. д.) содержится почти 25 триллионов

(25×10^{12}) т дейтерия. Основная задача — более глубокое экспериментальное изучение гидродинамики горячей плазмы, создание условий для осуществления термоядерной реакции при высоких давлениях и в сильных магнитных полях.

Указанные обстоятельства требуют применения специальных конструкционных материалов, увеличения металлоемкости оборудования, строительства дополнительных сооружений и т. д. В связи с этим капиталовложения в АЭС примерно на 30—70% выше по сравнению со стоимостью ТЭС, работающих на пылеугольном топливе, но зато себестоимость электроэнергии на них на 5—15% ниже.

Гидроэнергетика. Гидроэнергетические ресурсы состоят из возобновляемого речного стока, запасов воды в озерах, в ледниках, водохранилищах и подземных вод. Их запасы практически не исчерпаемы. Например, объем мирового среднегодового стока рек составляет 41800 км^3 [Львович, 1971].

Мировые потенциальные среднегодовые запасы гидроэнергии составляют 3900 млрд. кВт· ч [Гидроэнергетические установки, 1981]. Естественно, с учетом холостых сбросов воды, коэффициенты полезного действия турбин и генераторов и технически возможные запасы гидроресурсов сравнительно уменьшаются.

В 1979 г. установленная мощность ГЭС в мире равнялась 1760 млрд. кВт· ч, что составляло примерно 23% от выработки электроэнергии всеми электростанциями мира.

Гелиоэнергетика. Диаграмма энергетических потоков у поверхности Земли (рис. 4) наглядно показывает, что солнечная энергия может быть весьма перспективной. Средняя интенсивность солнечного излучения на поверхности земли в аридных районах достигает 21,6 МДж/м^2 (6 кВт· ч/м^2) в день. Преимущества солнечной энергии состоят прежде всего в том, что она не оказывает отрицатель-

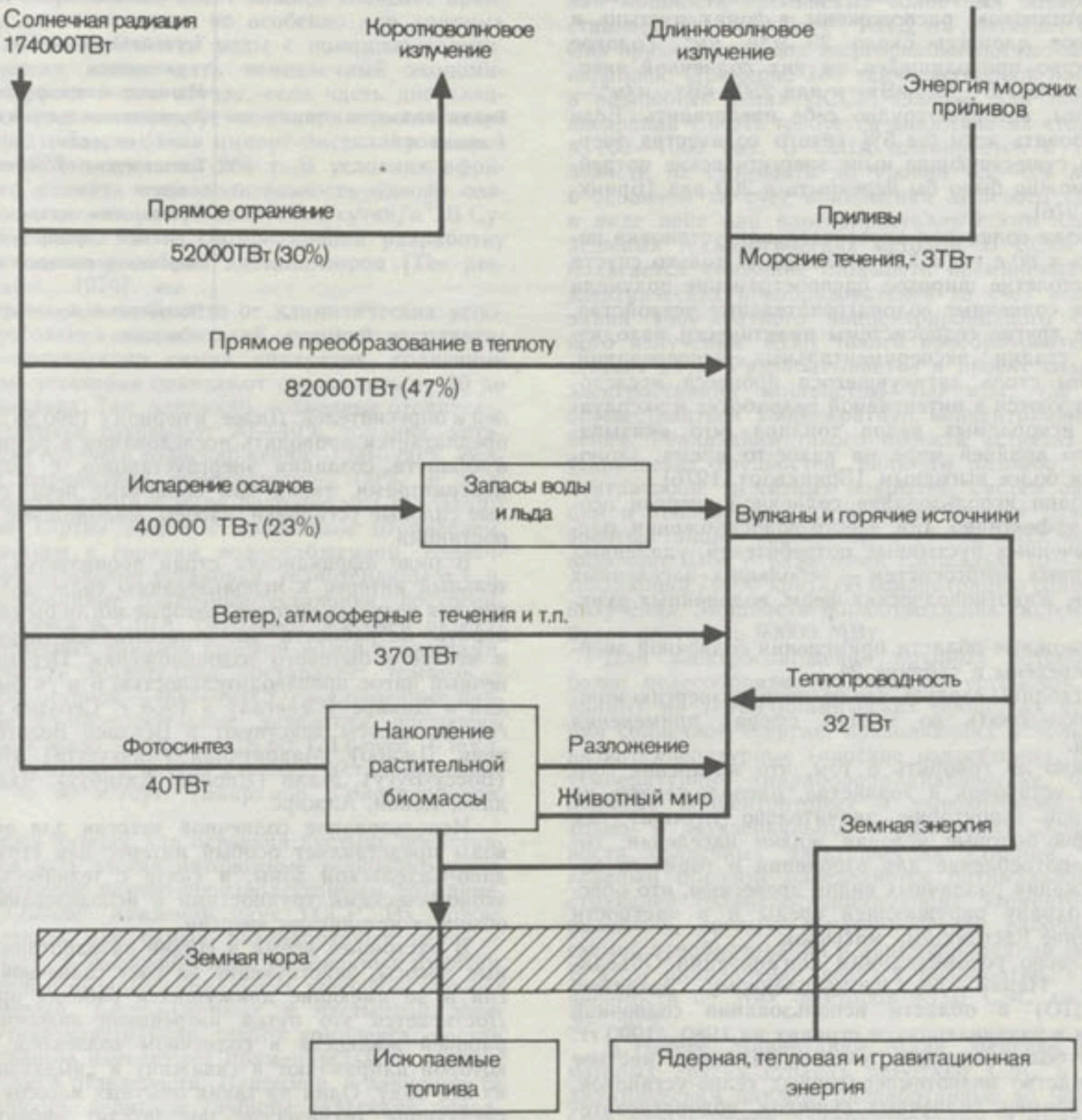


Рис. 4. Диаграмма круговорота энергии на земном шаре (1 ТВт=10^{12} Вт)

ного воздействия на окружающую среду, имеется практически повсюду, неисчерпаема и может использоваться в одной и той же форме бесконечно долго.

Вместе с тем, по мнению советских академиков М. А. Стыриковича, П. Л. Капицы и других [Стырикович, Шпильрайн, 1981] из-за низкой плотности потока, непостоянства поступления энергии во времени, трудности хранения и высокой капиталоемкости при строительстве эксплуатационных сооружений воздействие гелиоэнергетики на общую структуру мирового энергоснабжения в целом — дело не ближайшего будущего. Пока использование солнечной энергии экономически приемлемо лишь на ограниченной территории и для специфических категорий потребителей. Рентабельно ее применение для частичного покрытия низкотемпературного теплопотребления в быту, сфере обслуживания населения и в технологических процессах в различных отраслях народного хозяйства.

Удобные районы для сооружения солнечных энергоустановок расположены в зонах пустынь и занимают площадь около 20 млн. км^2. Годовое количество приходящейся на них солнечной энергии достигает $5 \cdot 10^{16}$ кВт · ч или 2500 кВт · ч/м^2 — величины, которую трудно себе представить. Если использовать хотя бы 5% такого количества энергии, то существующие ныне энергетические потребности можно было бы перекрыть в 200 раз [Бринкворт, 1976].

Первая солнечная опреснительная установка появилась в 80-е годы XIX столетия. И только спустя почти столетие широкое распространение получили простые солнечные водонагревательные устройства. Многие другие гелиосистемы практически находятся в стадии экспериментальных исследований. Причины столь затянувшегося процесса исследования кроются в интенсивной разработке и эксплуатации ископаемых видов топлива, что оказывалось, по крайней мере на какое-то время, экономически более выгодным [Бринкворт, 1976].

Сегодня использование солнечной энергии особенно эффективно для энерго-водоснабжения рассредоточенных пустынных потребителей, удаленных от крупных энергосистем — небольших населенных пунктов, животноводческих ферм, водопойных пунктов.

Возможные области применения солнечной энергии приведены в таблице 24.

Из таблицы следует, что солнечную энергию можно использовать во многих сферах применения энергии.

Нужно ли говорить о том, что внедрение солнечных установок в хозяйства, расположенные на пустынной территории, значительно улучшит там культурно-бытовые условия жизни населения, сократит потребление для отопления и горячего водоснабжения различных видов древесины, что обеспечит охрану окружающей среды и в частности улучшение пастбищных массивов.

Согласно рекомендациям Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО) в области использования солнечной энергии в развивающихся странах на 1980—1990 гг. следует более высокими темпами развивать местное производство низкотемпературных гелио-установок, как например, солнечных сушилок, водонагревателей и опреснителей. Далее, в период с 1990 до 2000 г., предлагается проводить исследования и разработки в области создания энергоустановок с гелиоконцентраторами, таких как солнечные печи, солнечные силовые установки, насосы, маломощные электростанции.

Таблица 24

Области применения солнечной энергии

Основные направления	Область конкретного применения
Тепловые процессы	Отопление помещений
	Охлаждение помещений
	Приготовление пищи
	Горячее водоснабжение
	Выработка технического пара
	Опреснение воды
	Высокотемпературный нагрев и плавление металлов
	Выращивание с/х культур в теплицах
	Облучение семян и растений
	Сушка продуктов
	Получение солей
	Обработка сточных вод
Выработка механической и электрической энергии	Термо- и фотоэлектрические преобразователи
	Термодинамические преобразователи
	Термобиметаллические преобразователи
	Магнитно-тепловые двигатели
Биологические и химические процессы	Выращивание зеленых водорослей (хлореллы)
	Биоконверсия органических веществ
	Превращение органических веществ в нефтепродукты
	Пиролиз органических материалов
	Получение водорода путем разложения

В ряде африканских стран проявляется значительный интерес к использованию солнечной энергии для водяных насосов, которые могли бы удовлетворять потребности мелкомасштабной ирригации и местного бытового водоснабжения. Первый солнечный насос производительностью 6 м^3/ч был создан в Дакаре (Сенегал) в 1968 г. Сегодня аналогичные насосы действуют в Верхней Вольте (Купель, Джибо), Мавритании (Чингуетти), Нигерии (Боссу-Бугу), Мали (Диоила, Катибут), Чаде, Судане, Кении, Алжире.

Использование солнечной энергии для откачки воды представляет особый интерес для стран Судано-Сахельской зоны, в связи с техническими и экономическими трудностями в использовании там обычных источников энергии.

В настоящее время в Индии разработаны водяные насосы, действующие за счет солнечной энергии и не имеющие движущихся рабочих органов. Достигается это путем нагревания низкокипящей рабочей жидкости в солнечном коллекторе, пары которой направляют в скважину и „выдавливают" из нее воду. Один из таких опытных насосов имеет следующие технические показатели: эффективная поверхность плоского солнечного коллектора 100 м^2,

суточный объем откачиваемой воды 150 м³, глубина скважины 18 м.

В Сибири испытан новый тип сушилки горячим воздухом, поступающим из камеры нагрева солнечного коллектора.

В Китае начинают получать распространение плиты, использующие 396 небольших параболических зеркал. Обладая общей площадью 1 м², такое устройство эквивалентно электрической плите с нагревательной энергией в 1 кВт (температура в плите может достигать 600° по Цельсию).

Перевод приготовления пищи на „солнечные кухни" позволил бы сэкономить 30 млн. т дров, что, в свою очередь, ограничило бы развитие деградации и эрозии почв. Широкое внедрение солнечных нагревателей и опреснителей хотя бы в коллективных хозяйствах и общественных службах (больницы, аптеки и т. д.) также позволило бы сэкономить 25—30 млн. т леса и 2 млрд. кВт· ч.

Получение пресной воды из солоноватой, соленой или загрязненной имеет важное значение практически для всех стран, но особенно для аридных и семиаридных. Очистка воды с помощью солнечной энергии может дать немедленный экономический эффект в том случае, если часть дистиллированной воды импортируется (например, для аккумуляторов). Так, в Мали импорт дистиллированной воды в 1972 г. составил 264 т. В условиях африканского климата производительность одного солнечного дистиллятора составляет 3 л/сутки/м². В Судане, Сенегале, Мали, Нигере начали разработку и производство подобных дистилляторов [The present status... 1976].

В целом, в зависимости от климатических условий, требований потребителей, условий эксплуатации и конструкции самих аппаратов, солнечные тепловые установки позволяют сэкономить от 20 до 100% топлива. Так, например, солнечные отопительные установки сохраняют 20—40% топлива, установки для горячего водоснабжения — 50—80%, солнечные парниковые опреснители — 100% и т. д. В настоящее время в мире разработаны и созданы опытные партии домов с солнечным отоплением, охлаждением и горячим водоснабжением, солнечные опреснительные установки, гелиотеплицы и т. д. Комбинированные солнечные установки, построенные в Тунисе и США, снабжают жителей окрестных пустынных районов пресной водой и овощами. Урожайность гелиотеплиц составляет: томатов — 300—400, огурцов — 600—800 т/га. Солнечные парниковые и опреснительные установки построены в аридных зонах Австралии (8 шт.), Греции (6 шт.), Индии (2 шт.) и в других странах. Установки дают от 0,5 до 20 м³/сут. [Байрамов, Сейиткурбанов, 1977].

Особый интерес для освоения пустынь представляют на наш взгляд автономные гелиокомплексы, разработанные научно-производственным объединением „Солнце" Академии наук ТССР. Их можно использовать для самых разнообразных целей — для энерго- и водоснабжения, водопойных пунктов, поселений и низкопотенциальных производственных потребителей, расположенных в пустынной зоне. Конкретная конструкция такого комплекса, состав его элементов изменяются применительно к каждому случаю в отдельности. Например, в зависимости от солености, дебита и глубины залегания исходной воды, от нормы водопотребления, солнечного и ветрового режимов и других факторов можно для опреснения соленых вод использовать парниковые, электродиализные, гиперфильтрационные или термические опреснительные установки. В качестве энергоисточников можно использовать солнечную, ветровую энергию или их комбинации.

На рис. 5 приведена принципиальная схема такого пастбищного автономного гелиокомплекса (СОУ) для водопойного пункта на 1000 голов овец. Она имеет следующие укрупненные технико-экономические показатели: площадь — 2,5—3,0 руб/м³, капиталовложения — 125—140 тыс. руб., срок окупаемости — 3—6 лет. Первый такой автономный гелиокомплекс построен в районе Черкезли Геок-Тепинского района Ашхабадской области (Туркменская ССР).

К существенному прогрессу в деле освоения солнечной энергии привело создание солнечных фотоэлектрических преобразователей (СФЭП), где используются кремний или арсенид гелия. Удельная мощность кремниевых солнечных батарей составляет 100—150 Вт/с², КПД их достигает 15,5%. Они применяются для энергоснабжения космических кораблей. Примерно 100 таких установок работают в различных зонах СССР. Однако для широкого внедрения СФЭП требуется снижение их стоимости в 100—1000 раз. В США планируется к 1986 г. довести их стоимость до уровня 0,2—0,4 дол./Вт в основном за счет применения дешевого кремния в виде лент или плоскокристаллических пленок и дешевых технологических методов. В СССР предполагается снижение стоимости кремниевых фотоэлектрических преобразователей за счет использования 1000-кратного концентрированного солнечного излучения. КПД такого преобразователя достигает 24%. Разрабатывается и проект солнечной электростанции мощностью 100 кВт, где будет осуществляться 15000-кратная концентрация излучения. Реализация такого проекта встретит много технических трудностей, включая разработку концентраторов, защитных покрытий, систем ориентации и теплоотвода. Существует проект солнечной электростанции мощностью в 10.000 МВт, который включает блок отражателей площадью 10—18 км², создающий 70000-кратную концентрацию солнечного излучения. Мощность теплоотводящих систем в нем будет достигать 90000 МВт.

Для электроснабжения крупных потребителей более целесообразно применение установок, основанных на термодинамических процессах утилизации солнечной энергии, позволяющих использовать низкотемпературные (плоские коллекторы), среднетемпературные (параболоцилиндрические, параболоидные концентраторы) и высокотемпературные (одно- и двухзеркальные отражатели). Эффективность солнечных электрических станций (СЭС) главным образом определяется оптимальной конструкцией солнцевоспринимающих элементов (отражатели, котлы), характеристикой рабочих тел, схемой преобразования и аккумулирования энергии. В этом направлении ведутся разработки, и в зависимости от этих факторов КПД СЭС достигает 30—50%.

В Нигере, Мавритании, Мали, Мексике и в некоторых других странах работают СЭС с термодинамическим циклом, разработанные во Франции. Они используются для водоподъема и имеют следующие характеристики: номинальную мощность —

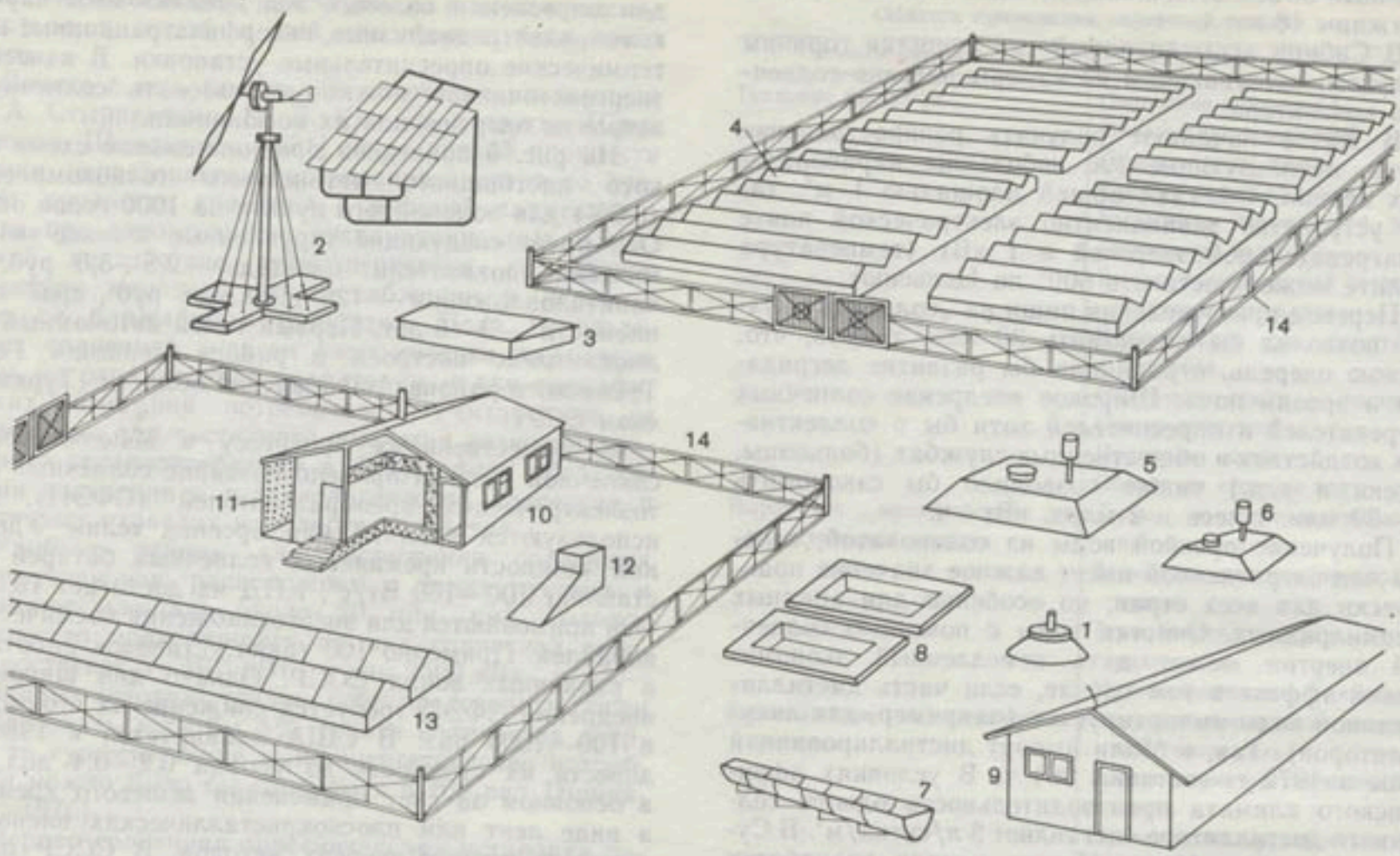


Рис. 5. Компоновочная схема водопойного пункта с СОУ:

1 — водоисточник (колодец или скважина) с водоподъемной установкой; *2* — гелиоветроэнергетическая установка; *3* — помещения для энергоустановки и электрического аккумулятора; *4* — блоки СОУ; *5, 6* — резервуары для дистиллята и пресной воды; *7, 8* — водопойная и выпарная площадки; *9* — кошара; *10* — домик чабанской бригады; *11* — теплица; *12* — солнечный водонагреватель; *13* — опреснители для питьевой воды; *14* — ограждения

25—50 кВт; производительность при глубине водоподъема в 20—30 см — 320—640 $м^3$/ч; площадь плоских коллекторов — 1700—3400 $м^2$; удельные капитальные вложения — 20—25 тыс. дол./кВт; рабочая жидкость — фреоны.

В Советском Союзе, США, Франции, Италии и Японии разрабатываются проекты более крупных СЭС. При этом парогенератор (приемник солнечного излучения) размещается на высокой башне, окруженной полем зеркальных отражателей (гелиостатов), с помощью которых солнечная радиация фокусируется на тепловоспринимающей поверхности этого приемника. Преобразование тепловой энергии в электрическую осуществляется по обычному паросиловому циклу обычных электростанций.

Первая демонстрационная СЭС мощностью 5,0 МВт сооружена в г. Альбукерке (штат Нью-Мексико), который имеет 222 гелиостата общей площадью 8257 $м^2$. Там достигнута плотность потока тепла $2{,}5 \times 10^6$ Вт/$м^2$, что соответствует концентрации солнечного излучения в 2630 раз. Полная площадь под гелиостатами — 40 га, высота башни с приемником излучения — 11 м. В общем, в настоящее время в мире осуществляется около 20 проектов СЭС мощностью от 1 до 200 МВт. Их удельная стоимость составляет 10—20 тыс. дол./кВт. Предполагается, что в более отдаленном будущем крупные СЭС будут стоить 1000—3000 дол./кВт, т. е. в 2,5—7,0 раз дороже современных станций на органическом топливе. В СССР намечается разработка проекта СЭС мощностью 200 Вт, которая состоит из четырех модулей по 50 МВт. Каждый модуль имеет 24 тыс. гелиостатов 5×5 м или 12 тыс. площадью 7×7 м.

Ветроэнергетика. Средняя мощность ветра на Земле оценивается величиной свыше 4,4 триллиона кВт, т. е. в 500 раз больше, чем современное потребление электроэнергии [Тельдеши, Лесны, 1981].

Человек издавна использовал энергию ветра, заставляя вращать крылья мельниц. Позже, в XIX — начале XX века в Австралии, США, Алжире и некоторых других странах стали использоваться ветроагрегаты для водоснабжения пастбищ и поселков. Однако по экономическим причинам их применение вскоре практически прекратилось. Лишь в конце 70-х годов во многих странах приступили к детальному изучению ветроэнергетического потенциала, перспектив развития и экономики ветроэнергетики и поиску наиболее приемлемых технических решений. Сейчас эту задачу решают крупные авиационные, машиностроительные и электротехнические фирмы, университеты, исследовательские организации и т. д. Ими созданы и строятся опытные ветроэлектрические станции (ВЭС) различной мощности. Более мощные ВЭС (около 2,0 МВт), построенные во Франции, США, Дании, имеют ветроколесо диаметром 50—60 м. Управление этими станциями полностью автоматизировано.

В СССР работают около 5 тыс. маломощных (0,15—30 кВт) ветроэлектрических установок. В ближайшей перспективе суммарную установленную мощность ветроагрегатов можно довести до 800—850 тыс. кВт с выработкой не менее 2—3 млрд.

кВт· ч электроэнергии. Планируется строительство ВЭС мощностью 1000 кВт и выше [Шефтнер, 1981].

Ветроагрегаты в основном предназначаются для выработки электрической и механической энергии и применяются для водоподъема, освещения, электроснабжения, а также для отопления и кондиционирования зданий небольших автономных потребителей и т. д.

Ветроагрегаты с вертикальной осью вращения обладают преимуществами: они не требуют ориентации ветроколеса по ветру, дают возможность снимать генерируемую мощность непосредственно с вращающейся вертикальной оси, отличаются простотой изготовления и т. д.

Развитие ветроэнергетики зависит, в первую очередь, от того, как будут снижаться затраты на сооружение и эксплуатацию ветроагрегатов. По мере совершенствования их конструкции и технологии изготовления стоимость их существенно уменьшается. Так, если при создании 100-киловаттной ВЭС удельные затраты еще не так давно составляли 5000 дол./кВт, то у конструируемых в настоящее время этот показатель составляет 2000 дол./кВт. Предполагается, что при серийном их изготовлении удельные капиталовложения будут в пределах 600—800 дол./кВт. Сейчас стоимость 1 кВт· ч электроэнергии, вырабатываемого опытными ВЭС средней мощности, в среднем составляет 10—20 центов.

Биоэнергетика. При этом способе получения энергии используется биомасса, образующаяся или как побочная продукция растениеводства и животноводства, или в результате специального возделывания сельскохозяйственных культур и других растений, предназначенных для переработки в энергию. В связи с крупномасштабным развитием животноводства в ближайшие годы сельскохозяйственные отходы будут концентрироваться на крупных животноводческих комплексах (молочных, свиноводческих фермах, откормочных пунктах, птицефабриках). Источниками биомассы могут служить также городские отходы, отходы деревообрабатывающей промышленности и т. д.

В мире уже эксплуатируются предприятия по переработке твердых и жидких отходов путем анаэробной ферментации. Таким путем, например, из 1000 л навоза в сутки можно получить до 15 $м^3$ биогаза, 1 $м^3$ которого равен 1 л жидкого газа или 0,5 л высокооктанового бензина. (В результате разложения навоза получается газовая смесь, которая после очистки может обладать теплотворной способностью в 9000 ккал/$м^3$ [Wisha, 1979]. Установка по производству биогаза способна функционировать при наличии 20 условных единиц крупного скота (1 единица — 500 кг живого веса), т. е. 20 коров, или 200 свиней, или 3500 кур. Одна единица крупного рогатого скота, по расчетам, может давать ежесуточно 2 $м^3$ газа.

Биогазные установки уже получили широкое развитие в Китае. Только в провинции Сычуань с 1971 по 1978 гг. их количество увеличилось с 50 до 5 млн. установок [UNEP, 1981].

В СССР разработан ферментатор по получению биогаза для хозяйства на 3,2 тыс. коров. Аналогичные установки работают в Индии и Австралии. В США разработан проект выращивания водорослей в тихоокеанской прибрежной полосе на площади в 40 тыс. га для их переработки в метан. Считается, что 1 тыс. га водорослей позволит ежегодно получать такое количество метана, которое эквивалентно по теплотворности 10 тыс. т нефти.

Для получения этанола и метанола выращиваются специальные сельскохозяйственные культуры (сахарный тростник, свекла, подсолнечник и др.). Этанол и метанол идут в качестве добавки к жидкому топливу. В Бразилии в 1980 г. такие топливные смеси уже работали в 20% автомобилей, к 1985 г. эту долю планируется довести до 46%. В США в 1979 г. было использовано 300—380 тыс. л этих смесей. Применение их не только сокращает потребность в бензине, но и снижает загрязнение окружающей среды выхлопными газами. Ориентировочная себестоимость продукции не превышает 40—50 ц/л.

В качестве тепловой энергии для метанового или спиртового брожения в ферментерах можно использовать солнечную, ветровую и другие виды низкопотенциальной энергии. В США в штате Аризона ведутся работы по целенаправленному выращиванию такой „энергетической" культуры как Salsola Kali. Как правило ею занимают бросовые земли, она не требует особого ухода, но дает значительную биомассу (25 т/га), которая после брикетирования используется в качестве топлива.

Перспективным может оказаться использование солнечной и ветровой энергии для разложения или электролиза воды в малых масштабах и использование в этих системах водорода как временного накопителя энергии и топлива в основном для автономных пустынных энергетических систем. Такая работа ведется в Академии наук Азербайджанской ССР. Построен действующий макет с парабалоидным зеркалом (диаметр 1,5 м). В течение 10 ч в установке вырабатывается около 600 л водорода. Его ориентировочная стоимость, пересчитанная на нефтяной эквивалент, составляет 300—500 дол. за тонну [Лисичкин, 1977].

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что с каждым годом все более необходимым и целесообразным будет использование альтернативных энергоресурсов. Однако для их широкого освоения предстоит решить еще многие технические проблемы, для чего должны быть расширены целенаправленные и фундаментальные исследования.

Особое значение будет иметь применение энергии солнца, ветра и других новых энергетических источников для освоения аридных и семиаридных зон земного шара.

Глава VI

ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Г. Н. Уткин (СССР)

Научная концепция комплексного развития производительных сил в аридных и семиаридных регионах и странах с различными социально-экономическими условиями, включая задачу оптимизации использования их природных ресурсов, предполагает многовариантность путей хозяйственного освоения этих территорий. Такая концепция открывает возможности для преодоления последствий антропогенного опустынивания.

Все более важное и перспективное значение приобретает промышленное освоение пустынь и полупустынь вместе с сопредельными полузасушливыми землями. На этих малоосвоенных территориях в последние десятилетия открыты крупные запасы различных полезных ископаемых, новые источники водных и энергетических ресурсов, а также имеются резервы повышения производства сельскохозяйственного сырья для промышленной переработки.

В мире накоплен определенный опыт промышленного освоения засушливых земель, правда, намного более скромный, чем тысячелетний опыт их сельскохозяйственного освоения. Кроме того, этот опыт еще недостаточно изучен и слабо обобщен, особенно опыт развивающихся стран. Все же имеющиеся материалы позволяют составить некоторое общее представление об основных направлениях, современных проблемах и тенденциях промышленного освоения этих земель на основе практики некоторых стран.

Многие из аридных и семиаридных районов представляют собой совсем не „пустые" и не „бедные", а скорее полезные земли. Их ресурсы (особенно минеральные) все шире используются или могут использоваться для переработки на месте, или для транспортировки в другие районы страны, или для внешнеэкономического обмена. Так, по приблизительным подсчетам на основе статистических данных ООН за 1977 г., на долю аридных и семиаридных территорий приходится около 1/2 мировых запасов и добычи нефти. Эти территории становятся все более важными ресурсными районами, в которых растут центры энергетического хозяйства и другой базовой промышленности, особенно энерго- и материалоемкие производства.

Интересный опыт развития производительных сил в аридных и семиаридных землях представляют советские республики Средней Азии и Казахстана.

Промышленное становление этих республик осуществлялось на основе комплексного изучения их природных ресурсов и ускоренной их индустриализации как наиболее отсталых окраин бывшей царской России; одновременно происходила и реконструкция сельского хозяйства. В результате промышленная продукция увеличилась с 1913 по 1967 гг. в Киргизской ССР в 137 раз, в Таджикской ССР в 72 раза, в Узбекской ССР в 35 раз, в Туркменской ССР в 37 раз.

Индустриализация среднеазиатских республик существенно отличалась особенно на первых этапах от индустриализации других районов Советского Союза. В промышленности этих республик наиболее старыми были отрасли, занятые переработкой сельскохозяйственного сырья, возникшие еще во второй половине XIX века. Они были представлены маломощными, кустарными хлопкоочистительными заводами, полукустарными прядильно-ткацкими и кожевенными предприятиями, а также предприятиями пищевой промышленности. В годы первых пятилеток здесь шло главным образом укрупнение старых и строительство новых, нередко очень крупных, предприятий легкой и пищевой промышленности. Развитие этих производств, сельского хозяйства и горнодобывающей промышленности вызвало в дальнейшем появление смежных и обслуживающих отраслей (машиностроение, энергетика и др.). Таким образом, в Средней Азии индустриализация начиналась в основном с развития легкой промышленности.

Практика освоения аридных земель, как отмечает член-корр. АН СССР А. Г. Бабаев, для промышленного и сельскохозяйственного использования полностью развеяла бытовавшее мнение о бесполезности пустынь Средней Азии и Казахстана. Было доказано, что с экономической точки зрения они представляют весьма перспективные территории с высоким хозяйственным потенциалом.

Сейчас аридные земли СССР дают примерно 1/3 всей добычи природного газа, около 1/7 — нефти и каменного угля, много черных и цветных металлов, химической продукции и т. д. Например, в Казахстане на базе использования богатства его недр стала наиболее быстро развиваться местная обрабатывающая промышленность, в том числе черная и цветная металлургия, химия, возникли и возникают города с современной инфраструктурой, обрастающие спутниками, сельскохозяйственными предприятиями и т. д.

В Средней Азии в ходе индустриализации были освоены высококачественные энергетические ресурсы — природный газ, нефть и гидроресурсы. Это позволило превратить весь среднеазиатский регион из энергодефицитного в энергоизбыточный, интенсифицировать производство во многих отраслях промышленности, используя газ для технологических целей, широко газифицировать как городские, так и сельские поселения, а также передавать в другие экономические районы страны большое количество природного газа. Были построены крупные тепловые и гидравлические электростанции с организацией на их базе энергоемких производств и машинного орошения [Павленко, 1980]. Ныне здесь формируются мощные межотраслевые комплексы — энергопромышленный, хлопково-промышленный и животноводческо-промышленный, растут

новые промышленные города, горнопромышленные поселки и городки гидроэнергетиков. Отметим попутно, что опыт развития таких межотраслевых комплексов в процессе промышленного освоения районов пустынь и полупустынь весьма интересен для многих регионов аридной и семиаридной зон.

На базе Нурекского гидроузла, Яванского электрохимического завода и других промышленных предприятий развивается Южно-Таджикский территориально-производственный комплекс (ТПК). Наряду со своей ведущей функцией поляризованного развития промышленного района он выполняет и сельскохозяйственную функцию — обеспечивает водой для орошения крупных земельных массивов.

Пуск атомной опреснительной установки в г. Шевченко, на Каспийском море, открыл путь к комплексному развитию производительных сил района Мангышлака в Западном Казахстане. Топливно-энергетические и минерально-сырьевые ресурсы Восточного Казахстана стали основой формирования и дальнейшего развития Павлодар-Экибастузского ТПК. В непосредственной связи со строительством горнометаллургического комбината в Кызылкумах создан город-сад Навои, один из ярких примеров новых промышленных городов среди пустыни.

Стратегия создания ТПК, разработанная в СССР, позволяет получить значительный экономический эффект как на этапе реализации проектов группового размещения предприятий, так и на последующих этапах их функционирования. ТПК способствуют также более широкому внедрению достижений научно-технического прогресса, предотвращению нанесения ущерба природной среде, в частности опустыниванием. При этом одни и те же формы освоения пустынь сопровождаются различными средствами защиты от промышленного воздействия. Для закрепления песков, например, используют в одних местах фитомелиорацию, в других — механические средства, в третьих — химические, а в некоторых случаях комбинированные [Бабаев, Фрейкин, 1977].

О возрастающей роли промышленных ресурсов и их использования в развитии производительных сил различных аридных и семиаридных стран Азии и Африки, обеих Америк и Австралии свидетельствует их многообразный практический опыт, особенно последних десятилетий. В Австралии — на самом аридном из материков долгое время утверждалось, что около 1/3 всей его территории является бесполезным, экономически бесперспективным. Однако освоение на этой территории крупных месторождений железной руды, бокситов, каменного угля, урана и других полезных ископаемых позволило Австралии занять ныне одно из первых мест в мире по запасам минеральных ресурсов, создать условия для быстрого развития тяжелой промышленности и расширить свой экспорт.

Почти все развивающиеся страны аридных и семиаридных регионов до своего освобождения не имели собственной индустрии и были вынуждены экспортировать всю или почти всю продукцию горнодобывающей промышленности. Поэтому, начиная с 1960-х гг., после выхода на мировую арену многих освободившихся государств Азии и Африки, проблема индустриализации развивающихся стран приобрела большую актуальность и международное значение. В индустриализации эти страны увидели возможность покончить с колониальным наследием, когда их рассматривали в качестве сырьевых придатков колониальных держав, поскольку их однобокая аграрно-сырьевая специализация означала слабость или даже отсутствие как добывающей, так и особенно обрабатывающей промышленности. Они стремились в той или иной мере избавиться от структурной „недостаточности" своего молодого социально-экономического организма. Чтобы он мог самостоятельно функционировать и развиваться, необходимо было построить новые или достроить старые промышленные производства, создать взаимосвязанные группы предприятий, а в дальнейшем и целые отрасли промышленности.

Многие развивающиеся страны, располагавшие минерально-сырьевыми или энергетическими ресурсами, обычно уже имели те или иные добывающие производства. Те же из них, которые не имели таких производств, создавали их в первую очередь, как например, Ливия, Мавритания, Саудовская Аравия. При этом основной упор в ходе индустриализации делался на организацию производств по переработке местного сырья. Они нужны были молодой стране и для обеспечения внутренних потребностей в промышленной продукции (в порядке замещения импорта) и для облагораживания и расширения ее экспорта, состоящего в основном из сырьевых товаров, и для создания новых рабочих мест с целью смягчения безработицы.

Развивающиеся страны, вставшие на путь индустриализации, различаются между собой во многих отношениях. Но все они или почти все обладают относительно крупными и разнообразными важными для хозяйственного развития природными ресурсами. Промышленное освоение этих ресурсов — существенная черта современного этапа их индустриализации. Из этого, конечно, не следует, что страны, не обладающие такими ресурсами не развиваются или что наличие природных богатств — достаточное условие успешной индустриализации и решения других социально-экономических проблем. Справедливо утверждают советские географы: ресурсная база сама по себе не является гарантией создания и быстрого развития многоотраслевой экономики, в том числе и „форсированной индустриализации" [Современные проблемы..., 1979].

Индустриализация требует всестороннего учета и умелого использования разнообразных внутренних и внешних факторов развития в рамках общей национальной политики и стратегии социально-экономического прогресса в данной развивающейся стране. Важное значение имеют укрепление государственного сектора, разработка научно обоснованных и взаимоувязанных национальных планов и программ регионального развития, политика ограничения иностранных монополий (корпораций) и транснациональных компаний, расширение внешнеэкономических связей и сотрудничества, наличие необходимой природно-ресурсной базы промышленного развития, установление государственного контроля над природными ресурсами и т. п.

В этом отношении достаточно представительным примером от этой группы аридных и семиаридных стран может служить Алжир (площадь — 2,38 млн. км^2, население — около 20 млн. человек в 1981 г.), 9/10 территории которого занимают пустыни и полупустыни, где находятся его главные минеральные богатства — залежи нефти и природного газа

мирового значения, а также месторождения многих руд, нерудного сырья, подземных вод и т. д.

Промышленная эксплуатация нефтегазовых ресурсов была начата еще в колониальный период французскими компаниями. После завоевания независимости в 1962 г. Алжир стал на путь коренных социально-экономических преобразований и последовательной индустриализации. Ныне одно из ведущих мест в национальной экономике занимает горнодобывающая промышленность, находящаяся под контролем государства. После национализации в 1971 г. иностранного капитала в нефтегазовой промышленности государство контролирует более 80% добычи нефти (всего 57 млн. т в 1977 г.), 90% нефтеперерабатывающей и 100% газовой промышленности и нефтепроводного транспорта. Наряду с легкой и пищевой отраслями в обрабатывающей промышленности представлены современные заводы машиностроения, металлургии, электротехники и т. п. Страна уже накопила немалый опыт промышленного освоения пустыни, чему способствуют значительные средства, поступающие от эксплуатации ее ресурсов. Свыше 90% валютных поступлений Алжиру дает экспорт нефти и газа (85% всей добычи). „Нефтяные деньги" используются для финансирования строительства новых предприятий и образцовых поселков, школ, больниц, стадионов и т. д. Развитие южных районов страны, в том числе Сахары — одна из задач 5-летнего плана на 1980—1984 гг. В оазисах создаются промышленные предприятия (трубопрокатный завод в г. Гардая, механический завод и швейная фабрика в г. Бешар).

Вместе с тем Алжир располагает, согласно последним данным алжирских авторов, всего 7,6 млн. га обрабатываемых земель (без паров), что составляет около 3% общей площади страны и доля эта ежегодно сокращается в результате опустынивания и эрозии почв. Для получения тепла и приготовления пищи только жители полупустынных (степных) районов страны (около 1 млн. человек) ежегодно сжигают примерно 170 тыс. т растительного топлива, оголяя в среднем 70 тыс. га. К этому добавляются негативные последствия от перевыпаса скота и распашки земель, непригодных для возделывания зерновых культур. В результате ливневые дожди и наводнения ежегодно смывают слой почвы толщиной в среднем от 1 до 4 мм. Это приводит к потере около 40 тыс. га пахотных земель в год [Baghdad Ould Henia, 1979]. Поэтому „наступление пустыни" — здесь реальное явление.

Понятно, что проекты, региональные схемы и рекомендации в области комплексного развития и борьбы с опустыниванием, разработанные специально для Алжира, будут иметь эффект в других аридных странах только с учетом особенностей и социально-экономических задач последних.

Определенный интерес имеет опыт Мавритании (площадь — 1,03 млн. км^2, население — 1,6 млн. человек в 1981), сахаро-сахельской страны, более 9/10 территории которой занято пустыней. В ней особо ощущаются последствия катастрофической 1969—1973 гг. и последующих засух, поскольку ее основное кочевое и полукочевое население лишилось почти половины всего поголовья скота и наводнило мелкие административные центры, небольшие города в долине Сенегала и столицу Нуакшот. Современная крупная промышленность Мавритании представлена мощными железорудными разработками в северном пустынном районе, связанном с морским портом Нуадибу железнодорожной магистралью, по которой руда почти полностью вывозится на экспорт. Обрабатывающая промышленность развита слабо. Здесь значительно более ограничены средства и варианты промышленного освоения аридных и семиаридных территорий, комплексного развития по сравнению с Алжиром и потому схема борьбы с опустыниванием будет, по-видимому, иной. Но странами Сахеля уже накоплен полезный коллективный опыт в рамках Межправительственной комиссии по борьбе с засухой в этой зоне.

Для этой группы стран могут быть полезными рекомендации о развитии прежде всего не столько капиталоемких, сколько трудоемких производств, особенно кустарно-ремесленных предприятий [Меншинг, 1981]. Их целесообразно размещать как в новых, так и в традиционных поселениях с тем, чтобы обеспечить работой незанятых местных жителей из районов, подверженных опустыниванию. Эти предприятия могли бы использовать местное животноводческое и растительное сырье и другие материалы. Но при создании таких предприятий следует учитывать трудности, связанные с процессом оседания кочевых народов, с приобретением ими новых трудовых навыков.

Различия в ходе и уровне индустриализации развивающихся стран, имеющих значительные территории пустынь и полупустынь, показывают, во-первых, что промышленное освоение таких территорий находится в определенной зависимости и даже взаимозависимости от характера и уровня развития промышленного производства и, во-вторых, что практическая реализация стратегии промышленного развития, в частности, создание современных промышленных производств и даже отдельных предприятий в аридной развивающейся стране — комплексная задача. Она включает разработку и осуществление как отдельных промышленных проектов, так и общей промышленной политики. Важная составная часть этой задачи — рациональное размещение промышленности в пределах того или иного города или района с тем, чтобы обеспечить экономическую эффективность производства, удовлетворить местные социальные нужды и одновременно способствовать преодолению или смягчению наиболее резких территориальных диспропорций в структуре национальной (региональной) экономики.

В свете этой общей задачи, которая принимает на практике чрезвычайно разнообразные формы в зависимости от особенностей той или иной страны, рациональное размещение добывающих и перерабатывающих производств в ходе промышленного освоения аридных и семиаридных территорий приобретает не только важное социально-экономическое, но и экологическое значение.

Развитие тех или иных промышленных производств в ресурсных ареалах пустынь или полупустынь, хотя на первых этапах освоения нередко вызывает неизбежные нарушения природной среды, позволяет вместе с тем в дальнейшем использовать современные разнообразные и мощные технические средства и научные методы для эффективной борьбы с опустыниванием, чего не в состоянии обеспечить одно сельскохозяйственное производство.

Создание нефтепромыслов, строительство шахт, рудников и электростанций, прокладка шоссейных

дорог и трубопроводов, сооружение новых городских и сельских поселений в рамках региональных программ комплексного освоения с учетом экологических принципов — все это призвано стать базой для более полного использования местных трудовых ресурсов, развития и обеспечения водоснабжения населенных пунктов и производств, использования новых источников энергии для уменьшения отрицательных последствий промышленного освоения этих районов. Так, в СССР и в некоторых других нефтедобывающих странах ведется интенсивная разработка комплексных мер борьбы с нефтяным загрязнением, возникающим в районах нефтяных промыслов и промышленных городов и поселков, включая и аридные территории. Нефть и нефтепродукты включают широкий набор углеводородных соединений, содержащих различные токсиканты. Выброс их в атмосферу, особенно в аварийных ситуациях, может привести к серьезному отравлению жителей нефтепромышленных центров.

Важным направлением промышленного освоения аридных и семиаридных районов может стать более широкое использование новых возобновимых источников энергии. Об этом подробно говорится в предыдущей главе. Здесь же мы остановимся лишь на весьма примечательном алжирском проекте „солнечного интегрального поселка", который предлагается осуществить в рамках национальной программы аграрной революции [Baghdad Ould-Henia. 1979]. Разработка проекта обусловлена прежде всего тем, что ресурсы ископаемых видов энергии, по общепринятой оценке, будут исчерпаны через 2—3 десятилетия. Кроме того, нефть и природный газ представляют ценное сырье для национальной нефтехимической промышленности и оно ничем не заменимо. Вместе с тем, Алжир, как и другие сахарские страны, располагает огромным потенциалом новых энергетических источников, в том числе лучистой энергией Солнца. Число солнечных дней в году здесь в среднем составляет 300, т. е. 3,5 тыс. часов. Энергия солнечной радиации за день (при среднегодичном расчете) колеблется от 4,5 до 7,5 кВт· ч/м^2/Дж, т. е. эквивалентна 1600—2700 Дж/см^2. Например, в г. Уаргла или в г. Бени-Аббес инсоляция в наиболее жаркие часы дня дает приток лучистой энергии в среднем около 3600 кДж/м^2/ч, что равно по предварительной оценке установленной мощности крупной АЭС, которая бы заняла значительно большую площадь.

Проект „интегрального солнечного поселка" призван экспериментально объединить все научные и технические достижения в области гелиотехники, чтобы обеспечить в конечном счете энергией трудовые и бытовые потребности жителей поселка нового типа. В нем должны быть объединены результаты междисциплинарных научных исследований и разработок, полученные в различных центрах и институтах Национальной организации научных исследований Алжира. Осуществление проекта будет иметь не только технико-экономическое, но и важное социальное значение с точки зрения создания современной системы сельского расселения в аридных районах страны. Для того, чтобы выбрать место будущего поселка было намечено четыре территории. Изучение их водохозяйственных, социально-экономических и энергетических потенций показало, что в большей степени, чем другие удовлетворяет установленным критериям место Эль-Ходна в вилайе Мсила (центральная часть Сахарского Атласа).

Развитие солнечной, ветровой, геотермической и биохимической энергетики — важная составляющая в перспективном комплексном освоении территории алжирских степей и пустынь с их редким населением. Поэтому использование в этих условиях солнечной энергии может оказаться дешевле, чем строительство ЛЭП или распределительной сети газопроводов на сотни километров. Использование этого энергетического источника откроет, в свою очередь, новые возможности для более широкого и эффективного промышленного и сельскохозяйственного освоения подземных вод Сахары, об уникальных запасах которых свидетельствуют как зарубежные, так и советские гидрологи [Кунин, Амборджи, 1968].

Для многих развивающихся стран, имеющих значительные территории пустынь и полупустынь, успешная борьба с опустыниванием может, как правило, сочетаться с промышленным развитием этих территорий на основе более комплексного освоения их природных ресурсов. Многоплановый процесс индустриализации не может, как практиковалось ранее, основываться на одноцелевом использовании территории, того или иного природного ресурса, даже значительного по своим запасам и на создании для его эксплуатации единичных промышленных предприятий. При этом специфические особенности каждой из развивающихся стран предопределяют конкретные пути, методы и этапы решения этих задач [Куприянов, Уткин, 1981].

Отмечая важное, порой пионерное воздействие единичных промышленных объектов на формирование отраслевой и в меньшей мере территориальной структуры хозяйства развивающейся страны, представляется, что заметно больший эффект достигается в случае, когда такого рода предприятие создается в рамках производственных комплексов. Таким образом, речь идет о том, что предпочтительнее сочетание предприятий, объединяемых выполнением определенной народнохозяйственной функции и связанных между собой устойчивыми производственными связями. Такие производственные комплексы имеют и определенное районообразующее значение, что способствует территориальной интеграции хозяйства. Это дает импульс для преодоления социально-экономической отсталости периферийных, маргинальных территорий, которыми и оказываются часто аридные и семиаридные районы. Приоритетность комплексного подхода к промышленному освоению природных ресурсов создает предпосылки для развития технологически более глубоких стадий переработки добываемых энергетических и минеральных ресурсов, для перехода к созданию современных предприятий обрабатывающей промышленности.

Глава VII

РОЛЬ БАЗОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В КОМПЛЕКСНОМ РАЗВИТИИ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

С. Б. Шлихтер (СССР)

Инфраструктура — эта такая подсистема народного хозяйства, результатом деятельности которой является создание общих условий, в равной степени необходимых для деятельности всех сфер общественного производства и жизни населения.

Без определенного уровня развития инфраструктуры невозможен или очень затруднен подъем производительных сил, прямое и всестороннее хозяйственное освоение и заселение необжитых территорий. С другой стороны, экономически развитая инфраструктура создает эффект обратной связи, привлекая на данную территорию новые предприятия, расширяя пределы рентабельной эксплуатации природных ресурсов и развития обрабатывающей промышленности.

Именно оптимально развитая инфраструктура, как производственная, так и социальная, позволяет оценивать многие аридные и семиаридные районы не как узко сырьевые, ресурсные территории, а как развивающиеся индустриальные многоотраслевые комплексы с постоянно живущим населением.

До недавнего времени роль инфраструктуры (особенно — социальной) в формировании территориальной структуры хозяйства регионов нового освоения недооценивалась, ей отводилась пассивная роль, а уровень ее развития ставился в полную зависимость от масштабов производственного потенциала. Это приводило к территориальным диспропорциям и значительным народнохозяйственным потерям.

Стихийное развитие промышленности, транспорта, нерегулируемый процесс урбанизации часто приводят к развитию процессов антропогенного опустынивания в засушливой зоне. В то же время в СССР и в ряде других стран, где государственный сектор играет ведущую или значительную роль в экономике, накоплен положительный опыт разработки и реализации комплексных программ индустриального освоения аридных территорий. Эти программы, основанные на разумных социологических и экологических принципах, как правило, предусматривают создание энергетической базы, инфраструктурное обустройство территории, формирование системы новых городов и поселков, развитие горнодобывающей и горнообрабатывающей промышленности и т. д.

Реализация таких программ становится базой для полного использования трудовых ресурсов и резкого повышения производительности общественного труда; водоснабжения городов, промышленности и сельского хозяйства; развития интенсивного научно обоснованного и вооруженного новейшей техникой животноводства и земледелия; резкого повышения материального и культурного уровня жизни населения; накопления финансовых и материальных средств, необходимых для развития хозяйственного потенциала района.

Важнейшим условием комплексного развития района, особенно аридного — с усеченной, как правило, территориально-производственной структурой хозяйства, является опережающее развитие производственной инфраструктуры — группы отраслей, предназначенных для обслуживания и обеспечения деятельности базисных отраслей материального производства и населения. В состав производственной инфраструктуры включаются следующие основные подсистемы:

— транспорт всех видов, включающий ЛЭП и другие устройства, связанные с передачей и распределением электроэнергии;

— информационно-коммуникационная система;

— система обеспечения производства материальными ресурсами: материально-техническое снабжение, заготовки, водоснабжение;

— инженерная инфраструктура, включая все виды инженерного обеспечения и городской транспорт;

— деловой „сервис": наладка и управление;

— природоохранная инфраструктура;

— рекреационная инфраструктура.

Все эти подсистемы объединяются несколькими общими специфическими свойствами, вытекающими из задач инфраструктуры — создания общих условий производства и жизнедеятельности населения:

— высокая фондо- и капиталоемкость объектов инфраструктуры, длительные сроки их создания и функционирования;

— проявление основного экономического эффекта (на 90%) от функционирования инфраструктуры не в ней, не в ее отраслях, а в базисных отраслях (отсюда распространенное мнение о „невыгодности" вложений в производственную инфраструктуру);

— неотделимость процессов производства и процессов потребления продукции инфраструктуры;

— значительная сезонная, месячная и суточная неравномерность загрузки элементов инфраструктуры и неравномерность потребления ее продукции;

— пространственная региональная невзаимозаменяемость объектов производственной инфраструктуры;

— преобладание пространственно-сетевой структуры;

— инерционность (эластичность) функционирования, связанная с дискретностью развития, что часто ведет к недооценке необходимости новых капиталовложений для усиления объектов и сетей инфраструктуры;

— функциональная взаимозаменяемость элементов производственной инфраструктуры: видов тран-

спорта, транспорта и складов, транспорта и связи и т. д. [Шлихтер, 1981].

Производственная инфраструктура интегрирует хозяйственное пространство, выступая связующе-организующим началом территориальной структуры хозяйства. Производственная инфраструктура должна рассматриваться как функционально-единый межотраслевой комплекс, требующий соответственно комплексного межотраслевого управления.

В аридных зонах, где особо ценятся освоенные земли, особенно важна и возможность сосредоточения совместимых линейных объектов инфраструктуры в специальных коридорах коммуникаций, что позволяет достигнуть экономии территории не менее чем на 10%.

Особую роль в засушливых районах играет одна из подсистем инфраструктуры — **водоснабжение.** Основные фонды этой подсистемы оцениваются в СССР в сумме 70 млрд. руб., т. е. около 8% всех основных производственных фондов. Она охватывает функции накопления, транспортировки и распределения водных ресурсов и топографически представлена тремя типами — линейным, точечным и площадным. Водохозяйственные комплексы, включающие ирригационные системы с водозаборными сооружениями, магистральные каналы, регулирующие водохранилища и подводящие каналы, являются решающим фактором борьбы с опустыниванием и хозяйственного освоения аридных территорий.

К основным источникам и методам водоснабжения в районах засушливого климата относят:

— устройство шахтных колодцев и буровых скважин;

— подземные водосборные галереи;

— сбор атмосферных осадков;

— устройство подземных коллекторов пресных вод;

— магистральные водопроводы;

— переброска воды открытыми каналами;

— очистка сбросовых вод;

— опреснение, главным образом, морской воды (солнечные и атомные опреснители).

Среди крупных зарубежных проектов водоснабжения аридной зоны выделяется сооружение в Тунисе магистрального канала Моджерда-Кап-Бон, по которому будет передаваться более 160 млн. $м^3$ воды из водохранилища Сиди-Салем для снабжения (Большого) Туниса и ирригации 11 тыс. га земель в районе Кап-Бон.

С целью организации современного водоснабжения Багдада в 40 км на р. Тигр проектируется водохозяйственный комплекс, включающий строительство водозаборной станции, насосной станции, водоочистительных сооружений. Для водоснабжения Эр-Рияда, население которого в 1983 г. должно достигнуть 1,5 млн., в 1980 г. начато строительство одного из самых протяженных в мире магистральных водопроводов длиной 466 км, по которому будет перекачиваться 830 тыс. $м^3$ воды в сутки от опреснительных установок в Эль-Джубайе на берегу Персидского залива. Хорошо известна первая в СССР атомная установка по опреснению морской воды в г. Шевченко на п-ове Мангышлак.

Большое народнохозяйственное значение приобрел канал Иртыш-Караганда протяженностью 458 км, который проходит по сухим степям Павлодарской и Карагандинской областей. Канал этот комплексно решает проблемы водоснабжения, развития промышленности, процесс урбанизации, развития поливного земледелия, сельского расселения и развития пастбищного животноводства на площади свыше 3,4 млн. га. Канал оказывает воздействие на территорию с населением, превышающим 1 млн. человек [Боровский, 1981].

Одна из крупнейших в мире оросительных систем аридной зоны создана в Туркменской ССР на базе Каракумского канала им. В. И. Ленина. Его длина — 1100 км, максимальный головной водозабор превышает 500 $м^3/с$, а орошаемая площадь — 550 тыс. га. Ежегодно в канал перебрасывается из Аму-Дарьи 10 $км^3$ воды. По окончании строительства канал будет судоходен от головного сооружения до Ашхабада (800 км). Вдоль канала в зоне 10—30 км создалась своеобразная экологическая обстановка с высокими показателями биологической продуктивности. Введенный в строй 300-километровый отводный водовод Ашхабад — Ербенд, питающийся из канала, ликвидировал зависимость животноводства от колодезного водоснабжения и позволил подкормить естественные пастбища посевных трав. Таким образом, магистральный Каракумский канал как крупное ирригационное сооружение является мощным средством борьбы с опустыниванием [Граве М. К., Граве Л. М., 1981].

В инфраструктуру водоснабжения входят сети и сооружения по подаче, кондиционированию, многократному использованию воды и по отведению и очистке отработавшей воды. Важнейшей задачей является повышение эффективности функционирования этой подсистемы производственной инфраструктуры путем ее совершенствования и вовлечения резервов водопользования: улучшения использования орошаемых земель, борьбы с потерями на фильтрацию, увеличением оборотного водоснабжения в промышленности, уменьшением объема водоотведения благодаря внедрению оборотных и замкнутых циклов, безводных и малоотходных технологий, снижению потери воды в сетях.

Для природоохранной инфраструктуры характерны высокие темпы развития и быстрый рост ее капиталоемкости. В экстремальных природных условиях засушливой зоны наряду с развитием технических методов очистки выбросов особое значение приобретает развитие средств предотвращения экологически опасных выбросов в среду — и в первую очередь технологических схем безотходных и малоотходных производств, а также развитие систем экологического мониторинга с целью определения индустриальных и бытовых нагрузок на среду.

Одной из главных подсистем производственной инфраструктуры является **транспорт**, который в условиях засушливой зоны выполняет важную роль в первичном освоении территории, выступая при этом как основной фактор ее хозяйственной организации и пространственного хода урбанизации и расселения вообще. Трассы новых железных дорог формируют систему транспортных поселков в своей зоне. Это позволяет выделить особый тип освоения территории на базе транспортного строительства [Назаревский, 1981] со значительным локальным преобразованием ландшафта антропогенными факторами и малым изменением на основном пространстве природного ландшафта.

Без относительно развитой транспортной системы невозможно решение таких жизненно важных проблем как углубление географического разделения труда и районной специализации, формирование рынка, освоение природных ресурсов, изменение характера внешних и межрайонных экономических связей. Крупные социальные преобразования, повышение жизненного уровня и качества жизни ведут к значительному росту подвижности населения, которая сдерживается, однако, недостаточным развитием транспортной сети.

Во многих засушливых ареалах мира транспортная система, обеспечивающая потребность населения и хозяйства, находится на низкой стадии развития и продолжает оставаться одной из наиболее уязвимых отраслей хозяйства. При планировании сооружения транспортных объектов в аридной зоне еще недостаточно учитываются огромные порайонные различия потребностей в транспортном обслуживании хозяйства и населения, недостаточно внимания уделяется вопросам стадийности, этапности развития транспортных сетей, экономическому обоснованию соотношения между магистральной и местной транспортной сетью, между новым строительством и усилением и реконструкцией существующей сети. Имеется известный произвол и в определении экономически оправданного технического уровня объекта, необходимых капиталовложений, количества рабочей силы и объема материальных средств. За мерило зачастую принимается уровень транспортного строительства в промышленно развитых странах и районах.

При планировании развития транспортной сети в условиях дефицита финансовых и материальных средств особенно важно, чтобы обычно проводимым расчетам экономичности того или иного проекта предшествовал определенный этап экономико-географических исследований. Речь идет о разработке и применении количественных критериев (комплексных показателей) оценки порайонных различий: 1) обеспеченность транспортной сетью, 2) потребность в транспортном обслуживании, 3) соответствие обеспеченности транспортной сетью транспортным потребностям района. Пренебрежение этими принципами ведет, с одной стороны, к недооценке роли транспорта в развитии экономики и преобразовании территориальной структуры хозяйства, с другой стороны, к ошибочным решениям в области распределения капиталовложений, людских и материальных ресурсов, к отсутствию комплексного подхода при отборе проектов, к осуществлению ряда экономически необоснованных, «престижных» проектов.

В литературе, посвященной экономическим проблемам развивающихся стран, транспорт часто рассматривается как „панацея от всех бед", как ключ к проблемам развития. Применение научно обоснованных критериев при планировании развития транспорта необходимо для определения как общего объема транспортного строительства, так и его порайонного распределения. Следует отметить, что в весьма многочисленных транспортных обследованиях, технико-экономических изысканиях, проводимых иностранными фирмами в развивающихся странах, даже не предпринимается попытка определить уровень обеспеченности транспортной сетью как в целом по стране, так и в районном разрезе.

Между тем, разработка объективных критериев транспортной обеспеченности особенно важна при планировании транспорта именно в развивающихся странах, где на выбор и очередность осуществления проектов часто влияют, с одной стороны, интересы стран-„доноров", финансирующих и разрабатывающих проект, с другой стороны — местнические, племенные тенденции некоторых политических деятелей в самих развивающихся странах, от которых зависит судьба того или иного проекта.

Определение уровня обслуживания путями сообщения определенной территории с ее населением и определенным экономическим потенциалом, является важнейшей и еще далеко нерешенной проблемой географии транспорта. Для количественной оценки обеспеченности транспортной сетью широко применяются показатели густоты сети относительно территории и населения, а также относительно веса отправленных грузов. Недостатки этих критериев очевидны.

Все более широкое применение получает в последнее время для этих целей модифицированный коэффициент Успенского — комбинированный показатель, представляющий отношение сети к среднему геометрическому из произведения площади территории, численности населения и суммарного веса произведенной продукции. Б. Х. Краснопольский предложил распространить использование этого коэффициента на всю инфраструктуру, характеризуя обеспеченность ее объектами данной территории в стоимостном виде [Краснопольский, 1980]. В этом случае коэффициент обеспеченности рассчитывается по основным фондам инфраструктуры.

$$K = \frac{\Phi}{\sqrt{P \cdot S \cdot Q}},$$

где Ф — основные фонды инфраструктуры, млн. руб. (дол.); P — численность населения; S — площадь экономически активной территории района, тыс. км^2; Q — валовая продукция производственных предприятий, произведенная на данной территории, млн. руб. (дол.).

По определению, Q должна, видимо, включать как промышленную, так и сельскохозяйственную продукцию. Однако, при разработке указанных показателей для планирования развития транспортной сети в аридных районах развивающихся стран возникают трудно преодолимые проблемы из-за отсутствия и неадекватности первичного статистического материала в разрезе районов. В первую очередь это касается объема производства и вынуждает исследователей пойти по несколько иному пути: уровень развития сети автодорог соотнести с осредненными данными по интенсивности движения автомобилей и с плотностью населения как отражением степени экономического развития. При этом исходят из необходимости осуществления двух первостепенных задач: стимулирования развития некоторых видов сельскохозяйственного производства (диверсификация с целью ослабления зависимости от монокультур) и освоения новых районов.

Для определения порайонных различий в обслуживании автодорожной сетью должна быть учтена вся статистически охваченная сеть, включая и низовую сеть так называемых фидерных дорог,

обеспечивающих вывоз сельскохозяйственной продукции из крестьянских хозяйств. Роль низовой сети дорог особенно велика в странах, где преобладает дисперсный тип сельского расселения. Эта суммарная протяженность сети относится с корнем кубическим из площади территории и квадрата численности населения:

$$d = \frac{\sqrt[3]{P^2 \cdot S}}{L},$$

где d — величина, отражающая уровень потребности района в развитии дорожной сети; P — численность населения; S — площадь территории, тыс. км^2, L — длина существующей дорожной сети, км.

Чтобы увязать оценку потребности в дорожной сети с показателями транспортной обслуженности, используются статистически обработанные данные учета густоты движения автомобилей. Эти первичные данные обычно представляют собой число автомобилей, проходящих через учетный пункт в течение суток. Переход к показателю средней густоты движения по данному району в целом производится по формуле:

$$T_d = \frac{T_i}{L_i},$$

где T_d — средняя суточная густота движения по дорожной сети района d, маш./сут.; T_i — средняя суточная интенсивность движения через учетный пункт i, маш./сут.; L_i — протяженность участка автодороги по обе стороны от учетного пункта i, км; в пределах этого участка интенсивность движения принимается постоянной и равной T_i. Границы участков определяются по среднемасштабным картам. Строго говоря, по указанной формуле определяется среднестатистическая густота движения по дорогам района, на которых расположены учетные пункты. Распространение полученных данных на всю дорожную сеть скорее всего снижает абсолютные размеры полученных результатов, однако место данного района в стране по показателю густоты движения не изменится. Наконец, показатель порайонной густоты движения может быть использован для определения относительного уровня экономического развития района (C_d). Общий пробег автомобилей (в км) по дорожной сети района соотносится с численностью населения:

$$C_d = \frac{T_i L_i}{P_d},$$

где P_d — численность населения района. При этом исходят из следующих соображений: хозяйственная деятельность населения, его подвижность, товарность хозяйства — все это факторы, в той или иной мере генерирующие автомобильное движение, которое количественно зависит и от численности населения, если исключить транзитные потоки. При элиминировании фактора численности населения на передний план выступают факторы экономического и социального порядка. В какой-то степени на величине показателя отражается и состояние самой дорожной сети, однако степень этого влияния различна в разных районах. Дополнительно к этому, по данным учета движения определяется состав транспортного потока в районном разрезе с выделением доли (по пробегу) легковых автомобилей, грузовиков и автобусов.

Таким образом, исследование порайонных различий в обеспеченности дорожной сетью может быть сведено к расчету: 1) уровня потребности в развитии дорожной сети (величина, обратная густоте сети), 2) средней густоты движения на дорожной сети района, 3) душевого показателя работы транспорта [Шлихтер, 1975].

Функционирование и развитие инфраструктурных и, в частности, транспортных систем в аридных и семиаридных районах сопряжено со значительными дополнительными финансовыми, материальными и трудовыми затратами. Это вызвано тем, что линейные элементы инфраструктуры находятся здесь под постоянной угрозой песчаных заносов и выдувания грунта земляного полотна.

В результате происходят перебои движения, замедляется перевозка грузов. Особенно сильные песчаные заносы происходят в районах распространения барханов.

Песчаные бури, вызывая запыленность воздуха, осложняют организацию движения, вызывают отказы систем питания, электрооборудования и смазки, ускоряют износ отдельных блоков и узлов. Так, при концентрации пыли в воздухе больше 10 мг/м^3 срок работы автомобильных двигателей сокращается примерно в 8—10 раз.

По мере роста интенсивности и скоростей движения влияние песчаных заносов делается все ощутимее. Поэтому при изыскании, проектировании, строительстве и эксплуатации крупных инфраструктурных объектов в районах с подвижными песками необходим анализ и учет опасности песчаных заносов. В этих условиях вопрос о типе дорожного покрытия должен решаться, исходя не только из ожидаемой интенсивности автомобильного движения, но из преобладающей запыленности атмосферы. По некоторым данным, вызванная движением запыленность прилегающих к дороге территорий, составляет в среднем 32 кг/га в месяц. Методы защиты дорог от песчаных заносов предусматривают трассирование с учетом рельефа и динамики движения песков, биологическую защиту — лесопосадки и посев трав, устройство преград, обработку песчаной поверхности и запрет или ограничение хозяйственного использования придорожной полосы. Биологическая защита от песчаных заносов является, по мнению специалистов, наиболее эффективной [Закиров, 1980]. Ее применение способствует охране окружающей среды и воспроизводству природных ресурсов.

В СССР разработаны принципы комплексной защиты инфраструктурных сооружений от заносов песком, которые предусматривают организацию основных работ в местах дефляции песка и его переноса, а не его аккумуляции. Это значительно удешевляет борьбу с песком. Комплексную защиту железных дорог от заносов можно осуществить только на основе механизации работ по закреплению песков. Это позволило в зоне Среднеазиатской железной дороги разместить пескозащитные насаждения протяженностью более 600 км на площади 14,5 тыс. га, сохранить естественные насаждения протяженностью более 300 км на площади 125 тыс. га; на больших площадях в придорожных зонах канавокопателями были вырыты пескозадерживающие траншеи.

При защите населенных мест хорошие результаты получены в результате сочетания зеленых насаждений с механической защитой и малыми архитектурными формами — решетчатыми вертикальными и горизонтальными экранами. Специфические условия засушливых зон — высокая температура воздуха, интенсивная солнечная радиация, повышенная запыленность нижних слоев атмосферы, засоленность грунтов — все это вызывает также необходимость специальной модификации транспортных средств для повышения их эксплуатационной надежности.

Мировой опыт показывает, что в освоении новых районов (в том числе и аридных) все большую роль начинает играть рекреационная инфраструктура. Некоторые объективные факторы, характеризующие засушливые территории, могут при известных условиях стать притягательными для туристов и создают основу для формирования крупных туристских комплексов. Это, в свою очередь, предусматривает сооружение удобных подъездных путей, торговых и коммунальных объектов, коммуникационных, электрических, водопроводных и канализационных сетей. Само развитие индустрии туризма ведет к строительству и модернизации аэродромов, автодорог, гостиниц, способствует благоустройству городов, требует дополнительных природоохранных мер.

Таким образом, индустрия туризма оказывает существенное воздействие на развитие новых районов. Она дает возможность привлечь денежные средства, накопленные населением наиболее экономически развитых районов; таким образом происходит международное перераспределение определенной части национального дохода, что содействует общему распространению сферы обслуживания, повышению культурного уровня местного населения, дает толчок развитию местной промышленности.

Научно-технический прогресс в транспортной и некоторых других видах инфраструктуры вызвал значительные изменения в тенденциях размещения рекреационных комплексов. Если еще недавно они концентрировались в обжитых ареалах, а также в прибрежных зонах, то в последнее время наметилась тенденция к созданию системы глубинных зон отдыха, лечения и туризма, удаленных от основных центров на значительные расстояния. Создание таких глубинных зон позволяет сохранить уникальные экосистемы и рассредоточить в пространстве рекреационные функции, что, в свою очередь, улучшает качество отдыха и повышает эффективность лечения. Так, на Мангышлаке в настоящее время ведется разработка проекта использования минеральных термальных вод для лечебных целей, проводится реконструкция санатория Тушибек для лечения больных на основе использования лечебных свойств шубата. Здесь осуществляется целый комплекс мер, направленных на повышение приживаемости населения. Существующий контраст между ростом его потребности в инфраструктуре и ее развитием наиболее ощутим именно в районах нового освоения, где особо остро стоит вопрос закрепления рабочей силы. Адаптация и приживаемость населения в этих районах, а также повышение уровня жизни могут быть реализованы при развитии именно инфраструктуры, которая обеспечивает сокращение времени передвижения и повышение комфортности.

Для районов нового освоения характерны относительно высокие темпы автомобилизации. Установлено, что владельцы автомобилей в целом проживают в районах нового освоения дольше, чем прочие переселенцы. Причем в отличие от средней полосы — личный транспорт используется в значительной степени в рекреационных целях. Это требует обеспечения транспортных связей с местными зонами отдыха.

Производственная инфраструктура, развивающаяся с учетом „фактора аридности", оставаясь важнейшим условием комплексного хозяйственного освоения засушливых территорий, является и важнейшим орудием в целенаправленной борьбе с опустыниванием.

Глава VIII

ПРОБЛЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ В АРИДНЫХ И СЕМИАРИДНЫХ РАЙОНАХ МИРА

С. И. Брук, В. В. Покшишевский (СССР)

На протяжении тысячелетий человечество довольно активно использовало засушливые земли, простирающиеся широкой полосой от западного побережья Африки до Монголии и Китая.

Способы использования засушливых земель были различными как во времени, так и в пространстве, но общими для них (начиная от примитивного собирательства до разведения различных видов скота и попыток „сухого" земледелия) был низкий выход полезной продукции с единицы площади. Лишь ирригация — там, где она оказывалась возможной — могла как бы преодолеть отрицательные стороны климатической засушливости. Только в нашем столетии успехи изучения недр пустынь и полупустынь позволили уже в довольно многих случаях создать в их пределах очаги или даже отдельные центры высокопроизводительного хозяйства по добыче нефти и газа, реже — некоторых других полезных ископаемых (фосфориты, уголь, сера и т. д.).

Исторически сложившаяся низкая хозяйственная отдача засушливых земель определила и невысокую

абсолютную их емкость для расселения. На протяжении веков способы ведения хозяйства здесь мало изменялись и практически оставались за рамками прогресса в развитии производительных сил. Здесь мы отвлекаемся от событий послевоенных десятилетий, когда в хозяйственный оборот в ряде пустынных и полупустынных ареалов все более широко входили минеральные ресурсы недр, а в социалистических странах успешно осуществлялись комплексные программы перестройки всей экономики засушливых территорий. Однако, отдача хозяйства аридных зон мира, взятых в целом, все же определялась в основном продукцией, доставляемой выпасаемым здесь скотом. Поголовье же последнего регулировалось естественной кормовой базой, и изменения ее чаще всего сводились к ухудшению под влиянием перевыпаса скота и других антропогенных воздействий.

При этом, при стагнации и даже сокращении селитебной емкости аридных земель их относительная роль в расселении человечества исторически заметно уменьшалась, так как за пределами этих земель все время происходило развитие производительных сил, обуславливавших и рост численности населения. В настоящее время налицо такие соотношения (в % от итога по всей Земле):

	Площадь	Население
аридные территории	20	3
семиаридные территории	15	12
Всего	35	15

Таким образом, более чем на 1/3 всей суши Земли сейчас живет только $^1/_7$—$^1/_6$ человечества, причем особенно малонаселенными являются, естественно, наиболее засушливые земли [Брук, Покшишевский, 1981]. Всего в аридных и семиаридных районах мира живет около 650 млн. человек (в первых — лишь 100 млн.), в том числе около 400 млн.— в Азии, свыше 200 млн.— в Африке (что составляет 45% всего населения этого региона).

Приведенные цифры наглядно показывают, что при изучении проблем населенности засушливых районов, при оценке этих районов как возможных резервов для расселения человечества важно подразделение их на аридные и семиаридные. При известной условности этого разделения (первые часто как бы „плавно" переходят во вторые), различия между ними очень существенны. Плотность сельского населения на аридных землях, как правило, не превышает 0,1 чел./км^2, на семиаридных нередко поднимается до 5—10 чел./км^2. При этом на аридных землях редки и, как правило, малозначимы города (позже мы еще вернемся к проблеме „городов пустынь", так как она имеет свою специфику), в то время как в семиаридной полосе городская жизнь развита значительно больше. На аридных землях все еще распространено кочевое и полукочевое животноводство, оседлая жизнь сосредоточена только в оазисах — естественных или созданных искусственно (например, около центров добычи полезных ископаемых). На семиаридных же землях преобладает оседлость; тут возможно богарное земледелие, полукочевое скотоводство играет обычную меньшую роль, а функции городов не сводятся лишь к обслуживанию кочевников и полукочевников, но часто имеют и существенное самостоятельное производственное значение.

Кроме различий, касающихся степени аридности, очень важны и различия в современном социально-экономическом лице ареалов. Одни из них имеют давнее коренное население с традиционными формами хозяйства и лишь кое-где в них вкраплены (не разрушая аграрно-кочевого фона в целом) оснащенные по-современному центры добычи полезных ископаемых; в других все население сформировалось только недавно, оно вооружено новейшей техникой и ведет современное, обычно крупное хозяйство. Первый тип представлен, например, на Аравийском полуострове, второй — в пустынях США и Австралии (в последней, правда, сохраняется еще кое-где отсталое традиционное хозяйство немногочисленных аборигенов). Высокая механизированность экономики ареалов второго типа, ставших и важными новыми „ресурсными рубежами", обычно позволяет вести хозяйство с помощью малого числа занятых, что оставляет их территорию малонаселенной.

В последующем изложении основное внимание будет уделено ареалам первого типа, хотя опыт ведения хозяйства с использованием достижений современной техники представляет большой интерес.

К оценке этого опыта (как в социалистических, так и в капиталистических странах) и к применимости его для модернизации экономики развивающихся стран мы вернемся в заключительной части главы. Сейчас же кратко охарактеризуем то население аридных и семиаридных районов мира, где активизация процессов опустынивания предельно обострила все социальные и экономические проблемы для проживающих там людей.

Население аридных и семиаридных территорий мира делится, как известно, на городское, оседлое сельское, полуоседлое, полукочевое и кочевое. Соотношение всех этих групп непрерывно меняется, особенно быстро в послевоенное время. Так, доля городского населения в рассматриваемых зонах с 1950 по 1980 гг. выросла с 15 до 35%. В то же время удельный вес кочевников и полукочевников сократился вдвое, сейчас они образуют менее 1/10 части населения семиаридной и аридной зон (и более чем на 90% они сосредоточены в последней). Лишь в Сахаре и аравийских пустынях число кочевников и полукочевников превышает 1/4 всего населения.

Из общего числа кочевников и полукочевников, определяемого в 65 млн. человек, около половины их сосредоточено в Африке и несколько менее 30 млн.— в Зарубежной Азии: в Пакистане, Саудовской Аравии и Китае — по 5 млн., в Судане — 4 млн., Эфиопии — 3,5 млн., в Иране, Афганистане и Сомали — по 3 млн., в Нигерии и Алжире — по 2 млн., в Марокко и Турции — более чем по 1 млн.

Для всего населения аридных и семиаридных зон характерны сравнительно высокие показатели естественного прироста (2—2,5% в год), правда колеблющиеся по годам в значительно больших пределах, чем в других регионах Земли. Эти колебания объясняются быстро меняющейся экологической ситуацией (так, многолетняя засуха в зоне Сахеля привела к резкому возрастанию смертности населения и снижению рождаемости, что вызвало уменьшение естественного прироста более чем вдвое по сравнению со среднегодовыми показателями за послевоенное время). Не наблюдается больших различий в естественном движении между сельскими

жителями и теми, кто осели в городах или заняты в добывающей промышленности. Следует подчеркнуть, что показатели естественного прироста кочевников и полукочевников, по крайней мере, на одну треть ниже, чем у оседлого населения.

На динамику численности населения аридных и семиаридных территорий в ряде ареалов оказывает заметное влияние отрицательное сальдо миграций. Население из аридных зон обычно переселяется в семиаридные, а из последних — в соседние районы с достаточным увлажнением, в приморские города и т. д. Наглядный пример — устойчивое сокращение населения Сахары (как ее оазисов, так и пустынно-пастбищных ареалов, где обитают лишь кочевники) в результате оттока в прибрежные районы стран Магриба [Андрианов, Мурзаев, 1964].

Подавляющее большинство населения аридных и семиаридных стран исповедует ислам. В языковом отношении оно относится к четырем группам семито-хамитской семьи (семитской, кушитской, берберской и чадской) и к части народов групп: нигеро-кордофанской, сахарской, сонган, тюркской, монгольской, иранской и др. Наиболее крупные народы, расселенные в этих зонах: арабские и берберские, хауса, фульбе, туареги, амхара, тиграи, сомали, оромо, тубу, загава, беджа, турки, луры, бахтиары, курды, белуджи, пуштуны, различные монгольские и т. д.

Этногенез народов, заселяющих аридные пространства, происходил в условиях господства специфического хозяйственно-культурного типа, получившего в советской науке название „скотоводы-кочевники степей и пустынь". Этому типу свойственны: сосредоточение материальных средств существования, главным образом в скоте (разного видового состава), невысокая продуктивность стравливаемых этим скотом пастбищ, высокая подвижность людей, следующих за стадами, наличие транспортных животных (лошадей или верблюдов), переносные жилища, высокая роль в пищевом рационе продуктов животноводства (молока, мяса) и ряд других этнографических черт.

Уже было отмечено, что численность народов данного типа на ранних стадиях их этнического развития как бы контролируется (через поголовье скота) продуктивностью естественных пастбищ. При высокой подвижности населения падение этой продуктивности вызывало массовые миграции, в том числе завоевательного характера. Но и помимо подобных, отошедших в далекое прошлое набегов-переселений, и современная высокая подвижность населения способствует формированию больших, растянутых на значительных пространствах этнических общностей, либо метаэтнических общностей из близкородственных народов (например, арабской), характеризуемых сходством исторических судеб, а часто и языковым взаимопониманием, единством бытового уклада, религии и т. п.

Относительно невысокий уровень производительных сил, характерный для хозяйственно-культурного типа скотоводов-кочевников аридных местностей, тормозил социальное развитие принадлежащих к этому типу народов, консервировал существование у них таких пережиточных форм их общественного устройства, как племенное деление (в настоящее время пережитки родоплеменного деления характерны практически только для кочевых и полукочевых народов) или черты феодальных отношений. Эта печать социальной отсталости особенно заметна там, где население, ведущее традиционное кочевое или полукочевое хозяйство, оказывается в непосредственном соседстве с современными индустриальными центрами.

Узловой вопрос, на конструктивном решении которого замыкается все изучение населения аридных регионов,— трансформация кочевого уклада жизни в оседлый и территориальная организация расселения в его будущих, в основном рационально-оседлых формах.

Заметим сразу же, что даже при полном господстве кочевого уклада хозяйства и быта, наличие центров оседлости являлось социально-обязательным — по крайней мере с момента появления в жизни кочевых обществ зачатков товарно-рыночных отношений. Стационарные пункты обмена продуктов животноводства на товары, производимые фермерами и ремесленниками или привозимые купцами из-за пределов самих аридно-кочевых ареалов, очень рано стали необходимостью. К этому добавилась и роль городов в пустыне как административно-военных и религиозных центров. Уже сама социальная организация „кочевых этносов", выступавших (и желавших выступать) как военно-политическая сила, противопоставляющая себя соседним оседло-земледельческим народам (или соседним этносам, кочевавшим на смежных пастбищах), стимулировала создание городов.

В новейшее время центры оседлости — „города пустынь" и города, стоящие вокруг пустынь, из которых иные насчитывают века и даже тысячелетия своего существования, получают подчас мировое значение как политические, религиозные, а иногда и экономические центры. Они становятся также транспортными узлами, скрещением дорог (чаще всего автомобильных, заменивших прежние караванные пути).

Социальная потребность кочевых обществ в таких базах исторически все более возрастает. Аридные ареалы окаймляются городами, среди функций которых немалую роль продолжают играть многоплановые связи с кочевым миром, растут города и в середине самих аридных ареалов. Кочевые общества все более приспосабливают свой образ жизни к сопряжению его с существующими рядом городскими центрами оседлости.

Для „городов пустынь" — в том виде, как они складывались в прошлом — была характерна высокая компактность застройки. Это обусловлено прежде всего ценностью земель в тех оазисах, в которых обычно находились эти города. Население здесь стремится использовать каждый клочок достаточно увлажненной земли под пальмарии или другие сельскохозяйственные угодья. Малая протяженность занятой застройкой городской территории оставляет в радиусе пешеходной доступности источники водоснабжения. Дома, имеющие обычно несколько этажей и небольшие дворики, поставлены тесно, разделяющие их извилистые улицы узки; это создает в городе обилие затененных пространств, что субъективно улучшает микроклимат. В прошлом такая скученная планировка типа „касбы" или „медины" имела и оборонное значение.

Селитебная емкость „городов пустынь" невысокая и в прежние исторические эпохи при лимитировании ее только естественными источниками водоснабжения мало повысилась и в наши дни, ког-

да для жизнеобеспечения стали привлекать также ресурсы артезианских вод. Это определяется узостью градообразующей экономической базы, заключающейся в основном в посредничестве „кочевого мира" с внешними рынками. Некоторое исключение составляют города — религиозные центры, в которых благодаря паломничеству скапливаются подчас значительные богатства. Сказанное относится к „классическим" городам пустынь, насчитывающим иногда многие столетия своей истории.

Иной является планировка и застройка новых центров обитания в аридных районах, которые вызваны к жизни добычей полезных ископаемых. В большинстве развивающихся стран это — часто скопления бараков, застройка, типичная для „бидонвилей", с отдельными более благоустроенными участками, занятыми коттеджами европейских специалистов. В социалистических странах (к городам которых мы еще вернемся) господствует создаваемая одновременно с производственными предприятиями благоустроенная, обычно многоэтажная застройка. Планировка улиц свободная; улучшение микроклимата достигается благодаря обильному озеленению, фонтанам, бассейнам и т. п.

Говоря о городских формах расселения в аридных (а частично и в семиаридных) районах мира, надо иметь в виду еще и то влияние, которое эти формы оказывают на сами социальные процессы в кочевом мире, связанные с ходом опустынивания.

В борьбе с опустыниванием важное значение имеет развитие малых и средних городских поселений. Такие центры необязательно должны быть созданы заново, но могут возникать в процессе развития уже существующих традиционных центральных мест кочевых скотоводов и оседлых земледельцев. Так, например, маргинальные зоны Сахары имеют целый ряд подобных центральных мест, в которых проживает в среднем приблизительно по 20 тыс. жителей. Эти поселения когда-то играли важную роль в транспортной и коммерческой деятельности, связанной с обслуживанием караванов, но теперь, видимо, приобретают новые функции. Преимущества развития подобных центральных мест заключаются в следующем:

а) децентрализация администрации;

б) улучшение обучения в области методов передового хозяйствования;

в) создание нового стимула для кочевого хозяйства вследствие активизации прежних транспортных функций;

г) снижение уровня миграции молодых рабочих в крупные города;

д) изучение и борьба с опустыниванием в пострадавших районах своими силами благодаря наличию технических департаментов на местах.

В рамках всестороннего плана действий по борьбе с опустыниванием предлагаемые центральные места в поясах опустынивания, таких как Сахельская зона *, должны выполнять следующие функции:

1. **Улучшение торговли скотом в зоне, затронутой опустыниванием.** Наиболее важной задачей, стоящей перед предлагаемыми центрами или станциями, является превращение скотоводства в данной зоне в коммерческую отрасль. Основной предпосылкой этого будет преодоление традиционного отношения к скоту как к постоянной собственности, содержащейся и хранимой в качестве символа богатства и власти. В Сахельской зоне сегодня насчитывается более 75 млн. голов скота, который, однако, играет лишь незначительную роль в рыночной экономике соответствующих стран. Производство мяса чрезвычайно мало. Например, Эфиопия в 1975 г. имела более 25 млн. голов скота, но производила лишь 187 тыс. т мяса **.

Недостаток планирования и организации рыночной торговли приводит к значительным колебаниям цен в течение месяца, при этом кочевникам часто недоплачивают. Эта ненадежность рынка частично объясняет вышеуказанное традиционное отношение „пассивного" владения стадами скота; только когда продажа скота на рынке станет прибыльным делом, такое консервативное отношение начнет изменяться.

Кроме того, предпочтение количества (численности животных) качеству (производству мяса) постепенно исчезнет, если торговцы скотом будут предпочитать качество. Вместе с тем животные в особо хорошем состоянии смогут поступать на рынок лишь тогда, когда будет лучше развита транспортная система. Показателен пример расточительных перегонов скота протяженностью в 1,7 тыс. км по трассам, связывающим Чад с Омдурманом в Судане; такие перегоны, занимая до трех месяцев, приводят к огромной потере в весе скота.

2. **Улучшение транспортных средств, соединяющих центральные места с крупными рынками и центрами снабжения.** Данная мера тесно связана с проблемой рыночной продажи скота. Услуги, оказываемые на транспортных станциях, должны интересовать как торговцев скотом, так и его владельцев. Для достижения успеха здесь следует избегать негативных мер, например, обложения налогами или установления высоких цен на воду и корма.

Необходимо также обеспечить инфраструктуру, чтобы зерновые и различные продукты питания достигали центральных мест и затем направлялись дальше к изолированным поселениям. В труднодоступных деревнях цены на зерновые часто вдвое выше установленных в доступных районах той же страны.

3. **Обработка продуктов животноводства.** Переработка мяса и молока на самих центральных станциях имеет даже большее значение, чем транспортировка скота. Посредством организации простых мясоконсервных заводов в этих городах можно достигнуть довольно равномерного спроса, что приведет к желаемой стабилизации цен на продукты животноводства. Однако, гораздо важнее удовлетворить местные потребности в мясе. К сожалению, даже в городах, расположенных в центре животноводческих районов, цена одного килограмма мяса соответствует однодневному заработку рабочего.

При планировании улучшения переработки молока следует ожидать много трудностей. С одной стороны, удойность коров в засушливых районах весьма невелика (в среднем 500 г в день). С дру-

---

* Последующие страницы представляют собой изложение доклада проф. Хэрста Меншинга, сделанного на симпозиуме в Ташкенте в октябре 1981 г.

** Во Франции приблизительно такое же поголовье дало в 1975 г. 1745 тыс. т мяса.

гой стороны, она ненадежна, т. к. подвержена значительным колебаниям. Пока производство молока едва удовлетворяет потребности сахельского населения.

Некоторый успех достигнут в отношении обработки шкур, предназначенных для внутреннего рынка. Качество этого ремесла должно быть улучшено для придания ему надрегионального значения и обеспечения источника дохода для большего числа ремесленников.

4. **Ветеринарное обслуживание.** В центральных местах следует организовать пункты по борьбе с заболеваниями скота путем вакцинаций и других методов.

5. **Улучшение водоснабжения.** Величина запаса питьевой воды должна учитывать потребности не только самого центрального места, но и окружающих поселений, а также скота, проходящего данный район во время сезонной миграции. Однако, увеличение запаса питьевой воды должно сопровождаться развитием района в целом с тем, чтобы экологический баланс не был нарушен из-за обилия питьевой воды во время выпаса при недостатке других, в частности пастбищных, ресурсов.

6. **Контроль за землепользованием и апробирование новых его систем.** Контролировать выпас, земледелие и ведение лесного хозяйства следует непосредственно из центральных мест. Для избежания перегрузки на имеющихся пастбищах следует производить контроль над численностью животных. Благодаря соблюдению очередности в использовании воднонасосных станций можно достигнуть равномерности в выпасе скота. Точные наблюдения за постоянно меняющимися пастбищными ресурсами в различных районах позволят центральным местам обеспечивать кочевников полезной информацией о наиболее благоприятных для выпаса маршрутах в то или иное время, избегая чрезмерного выпаса в одних районах и недогрузки в других.

Контроль за методами ведения лесного хозяйства должен быть также сконцентрирован в этих центральных местах. В их окрестностях следует осуществлять демонстрацию передовых методов землепользования, которые более пригодны для местных условий, с целью привлечения населения к освоению этих новых методов. Методы ведения лесного хозяйства должны разрабатываться, имея в виду удовлетворение местных потребностей в строительных материалах и древесном топливе.

7. **Медицинское обслуживание.** В районах, подверженных опустыниванию, программы помощи продуктами питания и программы аграрного развития не будут иметь продолжительного эффекта, если там не ведется действенная борьба с болезнями, поражающими большие группы населения, особенно с такими, которые становятся хроническими. Число врачей и медсестер надо увеличивать в той мере, в какой это необходимо для надлежащего медицинского обслуживания.

8. **Исследования и обучение.** Преимущество ведения исследований на местах состоит в том, что проблемы опустынивания, имеющие в каждом районе свою специфику, будут конкретнее изучены, и решение их будет вестись на реалистичной основе. Перенос опыта, полученного в других районах, с отличными от данного условиями, часто приводил проекты развития к неудачам. Необходимо организовать эффективное обучение кадров способам борьбы с опустыниванием. Эти кадры должны уметь работать в области управления ресурсами, контроля землепользования и обучения. Через исследовательские станции в более крупных центрах (таких как столицы провинций) должен осуществляться дистанционный контроль за продвижением пустыни.

9. **Организация трудоемких отраслей промышленности.** По мере деградации земельных ресурсов, вызванной развитием опустынивания, происходит постоянное высвобождение рабочей силы. Работники, связанные с землей, мигрируют в города, усугубляя безработицу в них. Поэтому национальное значение будет иметь создание в центральных местах трудоемких отраслей промышленности и кустарных ремесел, с тем чтобы занять часть рабочих, приходящих из опустыненных районов. Эти производства должны базироваться, в первую очередь, на переработке аграрного и животного сырья, имеющегося в районе, например, зерновых, арахиса, кунжута, гуммиарабика, древесины, а также мяса, молока, шкур и шерсти.

10. **Организация просветительных кампаний.** Никакие планируемые меры по борьбе с опустыниванием не принесут желаемых результатов, если они не будут выполняться и поддерживаться всем населением района. Переход к системам землепользования, лучше приспособленным к данным природным условиям, требует изменения традиционного поведения людей, складывавшегося столетиями. Поэтому необходимо периодически разъяснять населению содержание и смысл рациональных методов землепользования, конкретных форм борьбы с опустыниванием.

Для успешного проведения таких информационных кампаний совершенно необходима координационная работа. В каждом центральном месте должен собираться совет, включающий местных экспертов различных служб пропаганды и управления землепользованием, таких как врачи, ветеринары, учителя, лесники, скотоводы, земледельцы, климатологи, гидрогеологи, почвоведы, географы, сотрудники по охране дикой природы и т. д., разрабатывающий планы и методы работы по борьбе с опустыниванием в данном конкретном районе с его специфическими ландшафтными особенностями.

Общественно-политические аспекты. Уместно рассмотреть, как решаются проблемы расселения на засушливых территориях в различных общественно-политических условиях.

В социалистических странах (здесь имеется в виду в основном опыт СССР) осуществление комплексного подъема хозяйства аридных и семиаридных районов складывается из трех главных звеньев:

1. Проведение комплексных ирригационных работ, призванное „подавить" сам феномен климатической аридности. Работы эти включают, с одной стороны, подведение воды из поверхностных водотоков (крупномасштабное перераспределение стока больших и малых рек), с другой — мобилизацию ресурсов подземных вод. Резко повышая селитебную емкость, это направление реконструкции создает предпосылки для образования в „бывших" пустынях земледельческих форм расселения. Такие формы, в частности, уже сложились в Голодной

степи в Узбекской ССР или вдоль Каракумского канала в Туркменской ССР.

2. Постепенная перестройка традиционных практик коренного кочевого населения пустынных областей в прогрессивную форму отгонного животноводства. Здесь при сохранении отраслевой специфики, при возможности использовать вековой опыт животноводов-обитателей пустынь и полупустынь, создаются условия для оседлости большей части населения, в то время как со стадами передвигаются лишь бригады чабанов и зоотехники. Появляется возможность значительно повысить производительную емкость самих пастбищ с помощью фитомелиорации, рационализации сети пунктов водопоя, обеспечения перегоняемого скота резервными запасами кормов (в том числе и путем создания местных, хотя бы небольших очагов земледелия), а также разработка научно обоснованных приемов ведения отгонного хозяйства, организации ветеринарной службы и т. п. Численность занятого в таком „модернизированном" животноводстве населения не может ощутимо возрасти (несмотря на рост поголовья скота); но создаются заново центры оседлости, где живут семьи животноводов, кадры занятых в их обслуживании и в переработке продукции животноводства.

3. Создание хорошо оснащенных современной техникой урбанистических образований „ресурсных городов пустыни" (на базе добычи полезных ископаемых, а иногда и строительства гидроэлектростанций). Экономический профиль новых городов в СССР, таких как Навои, Шевченко, Мубарек, Газли, Гаурдак, (или Эрден в МНР и т. д.) иногда может быть расширен за счет первичной переработки добываемого ископаемого. В этом случае численность населения таких „ресурсных городов", несмотря на специфические трудности их благоустройства, озеленения и других элементов обеспечения комфорта, может измеряться десятками тысяч человек. Вообще же городообразующая „сила" здесь во многом зависит от характера самих ископаемых ресурсов, от трудоемкости их добычи [Салиев, 1980]. Вместе новые города создают на аридных землях как бы иной, лучший „социальный климат", обеспечивая повышенную инфраструктурную ситуацию и для тяготеющих к ним сельских поселений. О новых „городах в пустыне" не раз писалось в специальной литературе [см., например, Васильченко, Белоусов, 1979].

Заметим, что сочетание всех трех перечисленных звеньев комплексного развития аридных земель в социалистических странах дает, так сказать, не сумму, а, выражаясь метафорически, скорее произведение в повышении хозяйственной отдачи и селитебной емкости этих земель.

Однако, если опыт социалистических стран дает уже ряд положительных решений проблем городского расселения на засушливых землях, то для сельского расселения дело обстоит сложнее; а ведь рациональное сельскохозяйственное использование таких земель — все еще основной путь повышения их селитебной емкости, что является важной задачей для большинства засушливых районов мира, особенно лишенных минеральных ресурсов.

Сельское расселение при переходе от кочевых его форм к формам, связанным с отгонным животноводством, как показывает опыт СССР, имеет тенденцию оставаться более мелконаселенным, чем это желательно с точки зрения условий социально-культурного развития и благоустройства. Практика СССР (например, при реорганизации расселения на пустынно-пастбищных территориях Самаркандской и Бухарской областей) показывает [Ковалев и др., 1962], что оптимален комбинированный путь, заключающийся в создании поселков разного ранга:

1) сравнительно крупных центральных поселков животноводческих хозяйств (обычно на базе наиболее удачно расположенных уже существующих небольших поселений, значительно укрупняемых; иногда — закладываемых заново). В обоих случаях необходимо обеспечить высокий уровень благоустройства, поселок должен стать местным центром культуры, производственной и социальной инфраструктуры;

2) небольших (иногда с использованием малых оазисов и других источников воды), но также достаточно благоустроенных поселков, обеспечивающих расселение семей животноводов, производственное обслуживание окружающих пастбищ и некоторые виды первичной переработки продукции животноводства.

Людность поселений первого типа желательна не ниже 1,0—1,2 тыс. чел. (они могут вобрать в себя большую часть сельского населения аридной зоны); второго — не менее 0,3—0,5 тыс. чел. [Ата-Мирзаев, 1979].

В высокоразвитых капиталистических странах освоение пустынных и полупустынных территорий ведется, с одной стороны, для извлечения из недр ценных ископаемых (руд цветных металлов, урановых руд и др.), с другой — для создания крупного и высокоспециализированного сельского хозяйства. В западной засушливой части США для обеспечения таких районов водой широко применяются переброски стока; эти переброски с устройством крупных водохранилищ облегчены гористостью прилегающих местностей, что позволяет строить высокие плотины. Известно, например, водохранилище Мид на р. Колорадо, гидроузел Оровилл у почти 300-метровой плотины в горах Сьерра-Невада, подающий воду для орошения Большой Калифорнийской долины [Половицкая, 1974]. Кроме орошаемого земледелия в засушливых районах США ведется и животноводство. Крупные ранчо обычно довольствуются грунтовыми водами (их поднимают ветряками или бензиновыми насосами). Характерная черта этих ранчо — специализация, в одних случаях — на выращивании молодняка, в других — на откорме скота и т. п.

Механизированность как горных, так и сельскохозяйственных работ, очень высока, что определяет низкую численность занятого в аридных районах населения (на плантациях для сезонных работ привлекаются временные иммигранты, в том числе много мексиканцев).

Опыт США (сходный, с некоторыми отличиями, и с австралийским, где и горнопромышленные центры и фермы вынуждены использовать, как правило, грунтовые воды) полезен в той его части, где он касается различных инженерно-технических решений. Это относится, например, к переброске стока рек, к ирригации (хотя по некоторым данным до 50% орошенных земель в Горных штатах засоляется [Дмитриевский, Лавров, 1978], к подъему грунтовых вод; заслуживает серьезного внимания и

осуществление высокой специализации в животноводстве и широкое распространение кондиционирования воздуха в жилищах и производственных помещениях, что заметно облегчает привлечение населения в районы нового освоения. Но использование опыта США и Австралии в развивающихся странах основано на „интродукции" в аридные районы нового населения, что требует больших финансовых инвестиций, высокой технической подготовленности. Опыт этот может оказаться полезным лишь в частных случаях при решении отдельных технических задач. Для решения же специфических проблем расселения в аридных ареалах он почти ничего дать не может.

В высшей степени интересны и поучительны примеры организации борьбы с опустыниванием во многих развивающихся странах. Успех проводимых в этой области мер, как уже говорилось, в значительной степени зависит от планомерности и комплексности осуществления задуманных программ, от обеспеченности их выполнения проводимыми одновременно социально-экономическими реформами и от законодательного закрепления этих программ, а также от размеров выделяемых для этих мер средств.

Пример крупномасштабного, хотя и простого по замыслу мероприятия можно наблюдать в Алжире, где идут грандиозные по размаху лесопосадки по южным склонам Сахарского Атласа. Они призваны воспрепятствовать проникновению пустыни на степные плато, где 1/6 населения Алжира ведет преимущественно полукочевое хозяйство (главным образом овцеводство). Но это — только оборонительная мера, которая лишь закрепит, остановит современный рубеж пустыни, но не повысит хозяйственную и селитебную емкость самих атласских степей.

В Перу правительство проводит работы по рассредоточению населения аридных равнин на побережье, ограничивает рубку лесов, реконструирует мелкие оросительные системы в семиаридных районах Анд. Однако, меры эти вряд ли решат все сложные проблемы остановки опустынивания, не говоря уже о повышении селитебной емкости аридных районов.

Борьба с дефицитом влаги в пустынных районах Йемена в основном ведется путем использования грунтовых вод. Но работы по бурению скважин и водоподъему производят здесь десятками отдельных фирм (нередко с использованием иностранного капитала). Работы эти чрезвычайно распылены и слабо координируются; даже в оборудовании скважин велик разнобой.

Арабский центр по изучению аридных зон и засушливых земель (АКСАД) представил на симпозиум „Борьба с опустыниванием путем комплексного развития" материалы, показывающие как характерные процессы опустынивания, так и первые успехи по борьбе с ними в Сирии, Ираке, Ливии и других арабских странах [Баркуда, 1981; Осман, 1981].

В Нигерии созданный в 1974 г. Координационный комитет по среде выделяет в наименее благополучной части страны — в зоне саванн, действие двух главных факторов ухудшения среды: экстенсивное пастбищное животноводство, неконтролируемые масштабы которого ведут к опустыниванию саванны, и горную промышленность; они существенно нарушили экологическое равновесие на плато Джос [Дмитриевский, Лавров, 1978].

Наиболее крупные в развивающихся странах работы по рациональному освоению аридных территорий проводятся в Индии. Однако при всем значении уже проводимых здесь преобразований и все возрастающем объеме исследований, в частности, вопросов, связанных с населением и поселениями, полное решение проблем, требующее и существенных социально-экономических сдвигов, пока труднодостижимо. Тем большее значение для Индии получает использование успешного опыта СССР.

Таким образом, в развивающихся странах перед нами разворачивается широкий спектр различных подходов к решению проблем подъема засушливых районов. Обращает на себя внимание то, что, хотя почти во всех развивающихся странах ясно осознаны антропогенные причины опустынивания, в программах, предлагаемых для борьбы с ним, обычно отсутствуют рекомендации по перестройке форм расселения на аридных землях, в то время как задача повышения хозяйственно-селитебной емкости этих земель всегда или прямо провозглашается или молчаливо подразумевается.

В этой связи уместно рассмотреть вопрос о том, можно ли ожидать, что неблагоприятные экологические последствия обитания людей на засушливых территориях хотя бы ослабнут (и тем самым возрастет и селитебная емкость этих территорий) в случае повышения диверсифицированности занятий этих обитателей?

Отвлечение части населения от традиционной занятости в кочевом и полукочевом хозяйстве (скотоводстве) может, пожалуй, сократить число самих скотоводов и в известной степени снизить нагрузку на среду; но эта нагрузка в основном определяется количеством выпасаемого скота, и если последнее, в свою очередь, не сократится, эффект будет незначительным. А количество скота, как известно, находится в зависимости от численности самих кочевников. Точнее, количество скота определяет максимальную численность кочевников, которые могут прокормиться его продукцией; но какое-либо данное число кочевников может содержать либо прокормочный минимум, либо много больше скота — тут его поголовье лимитируется емкостью кормовой базы, а не трудовыми ресурсами.

Население аридных и семиаридных районов — субъект происходящих в этих районах экологических процессов. Сейчас процессы эти, протекающие на большей части засушливых территорий мира, как правило, стихийно ведут к нарушению экологического равновесия и приводят к негативным результатам; человек оказывается там „врагом природы". Исключение составляют главным образом страны с плановой социалистической экономикой, где хозяйство ведется на научных основах. Чтобы человек при освоении засушливых территорий стал „союзником природы" есть два главных пути:

1. Помощь естественным процессам в борьбе против опустынивания, например, фитомелиорация — улучшение растительного покрова, дополнительное увлажнение подземными водами или подведением поверхностных вод из других районов. Путь этот требует упорядочения и часто ограничения хозяйственной деятельности в пустынях — пастьба скота, использование растительных ресур-

сов на топливо и в качестве сырья должны строго регламентироваться в соответствии с научно-допустимыми нормами. Тем самым путь этот позволяет рассчитывать лишь на сравнительно медленное повышение селитебной емкости аридных земель — по мере реального прогресса борьбы с опустыниванием.

Весь процесс должен свестись к постепенному преобразованию периферии аридных земель в категорию семиаридных, к расширению площади последних. Следует отдать себе отчет в том, что рассматриваемый путь не только долог, но и дорог. Средства, необходимые для его реализации, вряд ли могут быть получены от населения самих засушливых земель, потребуется финансирование за счет более благополучных районов, чем в значительной степени определялись и быстрые успехи в освоении пустынных земель в СССР.

2. Освоение ранее вовсе неиспользовавшихся ресурсов пустынных районов. При исследовании солнечной энергии в крупных масштабах пустыня сама дает средства, необходимые для активной мелиорации. Однако, мобилизация этих новых местных ресурсов может создать (и обычно создает) дополнительные экологические угрозы: возрастает населенность, что приводит к усилению нагрузки на среду; горнопромышленные работы вместе с необходимыми для них дорогами, нефтепроводами, линиями ЛЭП нарушают почвенный покров, последний „обезжизнивается" также разливами нефти и проч. Поэтому на первых порах при осуществлении второго пути борьбы с опустыниванием необходимо решать задачи „консервирования экологического равновесия", а уже затем можно обращать средства, доставляемые новыми отраслями хозяйства, на активную мелиорацию. Возможности здесь, очевидно, богаче: можно пойти на форсированное улучшение почв с помощью удобрений, на более совершенные способы орошения (например, дождевание) — все это создаст и дополнительные местные продовольственные ресурсы; население может воспользоваться прогрессивными типами застройки, шире применять кондиционирование, что улучшит медико-географическую обстановку и т. п.

В целом второй путь, который предполагает наличие специфических ресурсов и пока не везде применим, допускает и значительное расширение селитебной емкости засушливых территорий.

С медико-географической точки зрения аридные территории всегда будут в целом малоблагоприятными для расселения. Даже коренное их население, имеющее как бы „генетическую акклиматизированность", испытывает здесь многие неудобства (ограниченность водных источников, песчаные бури, однообразие ландшафта и проч.); для новопоселенцев адаптация к условиям высокой аридности и вовсе тягостна. Поэтому для них (но в конечном счете и для коренных обитателей пустынь) огромное значение имеет оснащение населенных мест техническими средствами, например, кондиционированием воздуха в помещениях, усиленным водоснабжением, нейтрализующими (или ослабляющими) эти негативные черты.

Засушливые территории — один из важных резервов человечества для расселения и развития хозяйственной деятельности. Устанавливать какие-нибудь лимиты селитебной емкости этих территорий на перспективу было бы ошибочным.

Литература

Примечание. Редакторы монографии стремились составить наиболее полный и единообразный список использованной литературы, что, к сожалению, удалось сделать не в полной мере. Это объясняется причинами организационного порядка и сложностями, неизбежными при подготовке подобного международного, межотраслевого издания.

Тем не менее, составители надеются, что это не вызовет значительных затруднений при работе с данной монографией.

Абу Ораби Г. В. Опустынивание и проблема сельскохозяйственных ресурсов в Иордании.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 94—96.

Александров А. П. Атомная энергетика и научно-технический прогресс. М.: Наука, 1978.

Андрианов Б. В., Мурзаев Э. М. Некоторые проблемы этнографии аридной зоны.— Советская Этнография, 1964; № 4, с. 81—101.

Антонова К. Г. Динамика растительности в связи с выпасом.— В кн.: Продуктивность растительности Центральных Каракумов в связи с различным режимом использования. М.: Наука, 1979, с. 91—156.

Ата-Мирзаев О. Б. Региональное прогнозирование расселения и управление процессом урбанизации. Ташкент, 1979.

Ахмед Ф. Х. Программа по борьбе с опустыниванием в Судане.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 86—88.

Бабаев А. Г. Оазисные пески Туркмении и пути их освоения. Ашхабад. Ылым, 1973.

Бабаев А. Г., Фрейкин З. Г. Пустыни СССР — вчера, сегодня, завтра. М.: Мысль, 1977.

Байрамов Р., Сейткурбанов С. Опреснение воды с помощью солнечной энергии. Ашхабад: Ылым, 1977.

Баркуда Ю. С. Влияние технологии на развитие опустынивания в арабских странах.— В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 96—98.

Боровский В. М. Канал Иртыш — Караганда и его роль в агроиндустриальном развитии Казахстана.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981. с. 63—66.

Бринкворт Б. Дж. Солнечная энергия для человека. М., Мир, 1976.

Брук С. И., Покшишевский В. В. Население аридных и семиаридных районов мира. В сб. „Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного научного симпозиума, Ташкент, 1981.", 1981, с. 34—39.

Васильченко В. А., Белоусов В. Н. Город-оазис.— Архитектура, 1979, № 22. Гидроэнергетические установки, Л.: Энергоиздат, 1981.

Граве М. К., Граве Л. М. Крупные ирригационные сооружения и процессы опустынивания.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., с. 66—70.

Джаппеисов Р., Джамалбеков Е. У. Вопросы охраны почв в Казахстане.— Проблемы освоения пустынь. 1978, № 4, с. 63—69.

Дмитревский Ю. Д., Лавров С. Б. Экономико-экологические проблемы капиталистических и развивающихся стран. М., Мысль, 1978.

Дрегне Г. Е. Масштабы и характеристики опустынивания в аридных районах мира.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпознума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 19—20.

Зайчиков В. Т. Юго-Западная Азия: природные ресурсы и развитие сельского хозяйства. И.: Наука, 1974.

Закиров Р. С. Железные дороги в песчаных пустынях. М.: Транспорт, 1980.

Зонн И. С., Мрост А. Ю. Влияние орошения на окружающую среду. М., 1976.

Зонн И. С., Носенко И. П. Современный уровень и перспективы развития мелиорации земель в странах мира.— Гидротехника и мелиорация, № 1, 1981.

Капица П. Следуя законам физики. Грозит ли нам энергетический кризис.— Правда, 28 ноября 1981 г.

Ковалев С., Ташбеков Э., Валиева Р. География сельского населения и сельских населенных пунктов Самаркандской и Бухарской областей. Ташкент, 1962.

Колодин М. В. Вода и пустыни. М., Мысль, 1981.

Кочубей М. И. Роль почвенных изысканий и организации территории в борьбе с опустыниванием.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 163—166.

Краснопольский Б. Х. Инфраструктура в системе регионально-хозяйственного комплекса. М.: Наука, 1980.

Кузнецов Н. Т. Проблемы гидрологии Центральной Азии.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1964, № 1, с. 5—13.

Кунин В. Н., Амброджи Р. Вода под Сахарой.— Проблемы освоения пустынь. 1968, № 3, с. 87—92.

Куприянов А. Б., Уткин Г. Н. Индустриализация в системе комплексного регионального развития аридных и полуаридных территорий.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 218—222.

Лисичкин С. М. Энергетические ресурсы мира. М.: Недра, 1977, 327 с.

Львович М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее.— Гидротехника и мелиорация. 1971, № 6.

Львович М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974.

Маринов Н. А., Рубейкин В. З., Ткаченко Р. И. О формировании и распределении естественных ресурсов пресных подземных вод Азиатского материка.— Бюл. МОИП, отд. геол., 1972, т. 47, вып. 1, с. 108—120.

Мейгс П. Распределение на земном шаре аридных и полуаридных гомоклиматов.— В кн.: Гидрогеология и гидрология аридной зоны земного шара. М., 1956, с. 337—351.

Меншинг Х. Развитие малых и средних поселений как мера борьбы с опустыниванием.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 40—41.

Мировой водный баланс и водные ресурсы земли. Л., 1974, 638 с.

Назаревский О. Р. Население и трудовые ресурсы.— В кн.: Средняя Азия. Экономико-географическая характеристика и проблемы развития хозяйства. М.: Мысль, 1969.

Назаревский О. Р. Типы хозяйственного освоения аридных и семиаридных районов Казахстана.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 70—75.

Назирова Б. Т., Пуляркин В. А. Сельскохозяйственное использование земель в засушливых районах Азербайджанской ССР.— В кн.: Географические проблемы регионального развития и государственное планирование. Тезисы докладов советских участников Советско-Индийского симпозиума. Тбилиси — Баку, 1978 г., Тбилиси, 1978.

Неидзе В. Е., Дореули Н. В., Зоненашвили Ж. Г., Цагарели Г. К. Развитие системы сельского расселения Закавказья в усло-

виях интенсификации сельскохозяйственного производства.— В кн.: Географические проблемы регионального развития и государственное планирование. Тезисы докладов советских участников советско-индийского симпозиума. Тбилиси — Баку, октябрь 1978 г. Тбилиси, 1978.

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. Задачи исследований в связи с использованием экосистемы пустынь СССР в пастбищном животноводстве.— Проблемы освоения пустынь, 1977, № 2

Нечаева Н. Т. Влияние режима использования на продуктивность растительности Каракумов.— Проблемы освоения пустынь. 1979, № 6, с. 8—18.

Нечаева Н. Т. Проблема разработки индикаторов опустынивания.— Проблемы освоения пустынь. № 4, 1979, с. 18—24.

Номан С. А. Гидрологические особенности Йеменской Арабской Республики.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 99—104.

Осман А. Мелиорация аридных земель в арабских странах.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 98—99.

Павленко В. Ф. Межотраслевые комплексы Средней Азии. М.: Мысль, 1980.

Пантелеев И. Я., Голубев С. М. Подземные воды Алжира. М.: Недра, 1978.

Петров М. П. Причины, препятствующие освоению пустынь и полупустынь, и охрана их природы.— Проблемы освоения пустынь, 1976, № 3—4

Погорельский П. В. Оседание кочевников и развитие животноводства, Алма-Ата, 1949

Подземный сток на территории СССР. Под ред. Кудесина. Изд. МГУ, 1966, с. 303

Половицкая М. Е. Экономико-географические аспекты современного использования водных ресурсов США.— Изв. АН СССР, сер. геогр., 1974, № 6.

Розанов Б. Г. Проблемы деградации засушливых земель мира и международное сотрудничество по борьбе с опустыниванием.— Почвоведение, 1977, № 8, с. 5—11.

Салиев А. Города Средней Азии. Ташкент, 1980. Современные проблемы географии развивающихся стран. Итоги науки. Серия География зарубежных стран, т. 7, ВИНИТИ, М., 1979.

Средняя Азия. Экономико-географическая характеристика и проблемы развития хозяйства. ИГ АН СССР. М.: Мысль, 1969.

Стырикович М. А., Шпильрайн Э. Э. Энергетика. Проблемы и перспективы. М.: Энергия, 1981.

Тельдеши Ю., Лесны Ю. Мир ищет энергию. М.: Мир, 1981, 439 с.

Уилкинсон М. Дж., Спис М. Проблемы окружающей среды и развитие аридных земель; обзор проекта „Человек и биосфера".— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 29—32.

Фрейкин З. Г. Сельскохозяйственные производственно-территориальные комплексы и их развитие (опыт исследований Западного Туркменистана). Ашхабад: „Ылым", 1977.

Харин Н. Г., Каленов Г. С. Изучение антропогенного опустынивания по космическим снимкам.— Проблемы освоения пустынь. 1978, № 4, с. 25—28.

Шефтер Я. И. Использование нетрадиционных энергоресурсов.— Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1981, № 7, с. 1—7.

Шлихтер С. Б. О некоторых количественных методах исследования в географии транспорта развивающихся стран.— ВИНИТИ, Географический сборник № 5, М., 1975.

Шлихтер С. Б. Роль производственной инфраструктуры в хозяйственном освоении аридных территорий.— В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 222—227.

Эренфельд Э. Природа и люди. М.: Мир, 1973.

Albareda J. M. Influence des changements de la végétation dans les sols arides. In: Plant Ecology, Arid Zone Research, UNESCO, Paris, 1955, pp. 84—88.

Ambroggi R. P. Water under the Sahara.— Scient. American, 1966, vol. 214, n 5, pp. 21—29.

Aubreville A. Climats, forets, et désertification de l'Afrique Tropicale. Societé des Editions Géographiques, Maritime et Coloniales, 1949, Paris, 255 p.

Baghdad Ould-Henia. Village Solaire integre. Cahiers de la recherche, 1979, N 3, pp. 97—119. Banco do Nordeste do Brasil. O Nordeste e as Lavouras Zerofilas. Banco do Nordeste do Brasil, S. A. Departamento de Estudos Economicos do Nordeste, Fortaleza, Ceara, 1964, 238 p.

Barbour G. B. The loess of China.— Smithsonian Institution Annual Report, Publication 2879, 1926, pp. 279—296.

Barth F. Ecological relationships of ethnic groups in Swat, North Pakistan.— American Anthropologist, 1956, vol. 58, № 6.

Bowonder B. Forests and development. Mazingira., vol 5, No 2, 1981, pp. 62—71.

Burdon D. J., Caporera D. A., Hrabovsky I. P. The role of ground water in social and economic development: an example in FAO's Near East regional activities on ground water development and use.— In: The Role of Hydrology and Meteorology in the Economic Development of Africa. Tech. Papers presented to the ECA/WMO Conf., Addis-Ababa, Sept. 1971, N 301, pp. 264—279.

Cloudsley-Thompson J. L. The expanding Sahara.— Environmental Conservation, 1974, 1, pp. 5—13.

Cooke R., Reeves R. W. Arroyos and environmental change in the American South-West. Clarendon Press, Oxford, England, 1976, 213 p.

De Aroz J. The impact of irrigation and drainage on rural health and sanitation, 1970, p. 15.

Delwaulle J. C. La situation forestiere dans le Sahel. Bois et Forets des Tropiques, 1977, 173, pp. 3—22.

Desertification. An overview (A/Conf/74/1). Background document. UN Conference on Desertification, 1977.

Dregne H. E. Desertification: man's abuse of the land.— Journal of Soil and Water Conservation, 1978, 33, pp. 11—14. FAO Production Yearbook. 1977, v. 31, Rome, 1978.

Fauck R. Les sols des climats secs, leurs potentialités spécifiques pour la production alimentaire et les contraintes climatiques primondiales.— In: 11th International Congress of Soil Science. Canada, 1978, vol. 2.

Glantz M. H. and Krenz M. E. Are solutions to desertification in the West African Sahel known but not applied? "Desertification Control Bulletin", UNEP, 1981, December.

Glantz M. H. and Orlovsky N. S. Desertification: a review of the concept. "Desertification Control Bulletin", UNEP, 1983, Dec.

Jacobsen T., Adams R. M. Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture.— Science, 1958, 128, pp. 1251—1258.

Kuo L. T. C. Agriculture in the People's Republic of China. Praeger Publishers, New York 1976, 288 p.

Le Houerou H. N. Recherches ecologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie Méridionale. Algr. Inst. Rch. Sols Universite, 1959, 510 p.

Le Houerou H. N. La desertisation des régions arides.— Recherene, 1979, N 99.

Martinez B. J. Drainage and reclamation of salt-affected soils in the Bardenas area, Spain.— International Institute for Land Reclamation and Improvement. Publication No. 24, Wageningen. The Netherlands, 1978, 321 p.

Matlock W. G. Realistic planning for arid lands. Natural Resource Limitations to Agricultural Development. New York, 1981.

Meinel M. and A., *Karpiscak M.* Potential use of Russian thistle (Salsola Kali L.) and other weeds as an energy resource, Arid Lands Newsletter, 1980, No. 11, Tuscon, USA.

Mikesell W. The deforestation of Mount Lebanon.— Geographical Review, 1969, 59, pp. 1—28.

Moumouni A. Prospects of solar power.— Ambio, 1973, 2, pp. 203—213.

Naveh Z., Dan J. The human degradation of Mediterranean Landscapes in Israel.— In: F. di Castri and H. A. Mooney (editors), Mediterranean Type Ecosystems. Springer-Verlag, Berlin, 1973, pp. 373—390.

Newbold C. Herbicides in aquatic systems — Biol. Conserv., 1975 v. 7, N 2, pp. 97—118.

Office of Environmental Planning and Coordination. Country Report: India. Department of Science and Technology, Government of India, New Delhi, 1977, 71.

Pearse C. K. Grazing in the Middle East: past, present and future. Journal of Range Management, 1971, 24, pp. 13—16. The present status of and future prospects for solar energy utilization in Africa. E/CN.14/NRSTD/E312, Akkra, 1976. Proceedings of the First International Congress on Rangelands, 1978.

Psomopoulos P. Desertification and human settlements. EKISTICS 1977, v. 43, N 258.

Rapp A. A review of desertization in Africa — Water, vegetation and man. Secretariat for International Ecology, SIES Report No. 1., Stockholm, Sweden, 1974, 77 p.

Rogers J. A. Selected dryland areas of the world.— Arid Lands Newsletter, July 1981, N 14, pp. 24—25.

Ruddle K., Manshard W. Renewable natural resources and the environment. Pub. lim. Dublin, Natural Resources and Environment Series. Tycooly Internat. Vol. 2, 1981.

SIPRI. World Armaments and Disarmaments, SIPRI Yearbook, 1979, London.

Smith N. Wood: an ancient fuel with now future.— Worldwatch Paper. 1981, 42 Jan.

Stebbing E. P. The threat of the Sahara.— Journal of the Royal African Society, 1937, 36 (Supplement), pp. 3—35. UN Conference on Desertification. Desertification: An Overview. Background document (A/Conf/74/1). Nairobi: UNEP.

UNEP. Biogas fertilizer system.— UNEP Report and Proceedings Series, 2, 1981.

UNESCO. Development of arid and semi-arid lands: obstacles and prospects. MAB Technical Notes 6. UNESCO, Paris, 1977.

Vander Pluym, Hank S. A. Extent, causes and control of dryland saline seepage in the northern Great Plains region of North America. In: H.S.A. Vander Pluym (Editor), Dryland-Saline-Seep Control, Agriculture Centre, Lethbridge, Alberta, 1, 1978, pp. 48—58.

Weaver J. E., Albertson F. W. Deterioration of midwestern ranges.— Ecology, 21, 1940, pp. 216—236.

Weinhart J. Science and Technology, 1978, Jan., pp. 4—18.

Westing A. H. Warfare in a fragile world: military impact on the human environment. SIPRI, 1980.

Wisha R. Energia und biogas. Unsere Omwelt, s. a. 6, No 32, 1979. Widstrand C. The rationale of nomad economy. Ambio, 4, 1975, pp. 146—153.

Часть вторая

МИРОВОЙ ОПЫТ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ

Глава IX

НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ В АФРИКЕ

М. Б. Горнунг (СССР)

Проблема опустынивания стала одной из центральных тем книги Ж. П. Гарруа — „Африка — умирающая земля" уже более 30 лет назад [Harroy, 1949]. Этой теме были посвящены специальные исследования географов, ботаников и других ученых уже в первые послевоенные годы [Aubreville, 1949; Барков, 1951; Stebbing, 1953].

Начиная с 1950-х гг. ЮНЕСКО осуществила обширную международную научную программу исследования аридной зоны, завершившуюся многочисленными фундаментальными публикациями, в которых был обобщен максимум известных к тому времени данных об аридных землях, включая процессы деградации, такие как опустынивание, в частности и для всей засушливой части Африки [Arid lands..., 1966].

К середине 1970-х гг. число публикаций по проблеме опустынивания в Африке сильно возросло в результате увеличения воздействия негативных факторов на окружающую среду и человека.

Среди этих многочисленных публикаций, касающихся преимущественно частных аспектов и локальных проявлений опустынивания в Африке, лишь некоторые имели принципиальное значение для разработки научных подходов организации борьбы с опустыниванием в африканских условиях комплексными методами. Эти работы способствовали укреплению идеи о необходимости равноценного внимания как к естественным предпосылкам опустынивания, так и к социально-экономическим факторам его развития.

Африка в социально-экономическом отношении — один из наименее развитых регионов мира. Об этом, в частности, свидетельствует низкий уровень промышленного производства. Недавно мы были свидетелями ухудшения продовольственного положения на континенте, выразившемся в усилении разрыва между производством продовольствия и его душевым потреблением. Это, разумеется, одна из самых главных экономических и социальных проблем развития многих стран Африки.

В наибольших масштабах и особенно интенсивно опустынивание проявляется в районах, где наиболее ограничены национальные и местные финансовые, научно-технические и другие ресурсы, необходимые для борьбы с опустыниванием. Преодоление этих ограничений является задачей для текущих планов развития, направленных прежде всего на выведение африканских стран из состояния общей социально-экономической отсталости. Социально-экономическая отсталость и процессы опустынивания в Африке создают как бы замкнутый круг, выраженный с одной стороны, в усилении опустынивания, и с другой — в создании препятствий на пути изучения путей преодоления важных проблем окружающей среды.

Опустынивание усиливается в результате действия сильно изменяющегося режима осадков. Формы и методы землепользования, сложившиеся в условиях большего ежегодного увлажнения, ведут к обострению процессов опустынивания. В новой климатической обстановке отрицательная роль антропогенного фактора еще больше усиливается, когда при сохранении неадекватных форм и методов землепользования происходит к тому же и бурный демографический рост. Это характерно для Африки не меньше, чем для засушливых областей других регионов развивающихся стран.

В Сахельской зоне Африки разрушение растительного покрова и снижение биологической продуктивности почв в этой зоне под воздействием продолжающегося перевыпаса, порубок и игнорирование агрономических границ в земледелии зашло так далеко, что во многих районах вряд ли какая-либо система севооборота (даже если на продолжительное время оставлять земли под паром) сможет обеспечить восстановление плодородия почв.

Космические и аэрофотосъемки этой зоны [Меншинг, 1981] выявляют повсеместно в районах традиционного выращивания сельскохозяйственных культур пятна опустыненных площадей. Наряду с потерями площадей для сельскохозяйственного производства наблюдается и резкое сокращение урожайности, которая снизилась, например, в районах богарного земледелия в Судане уже на 50%. В числе мер, необходимых для реорганизации сельского хозяйства в Сахельской зоне, указывается необходимость специального районирования территорий, пораженных опустыниванием.

Ряд методических принципов составления региональной схемы интегрального (комплексного) развития территорий, затронутых опустыниванием, разработан в республике Нигер [Абубакар, 1981]. Эти принципы в Нигере основываются на учете как природно-ресурсных и экологических, так и социально-экономических факторов, но схема рассматривается в общенациональном масштабе без упора на пространственную дифференциацию проявления опустынивания и его последствий.

По мнению суданских ученых [Ахмед, 1981], опустынивание в Судане вызвано деятельностью человека, но наступление пустыни в этой стране может быть остановлено, а его последствия ликвидированы. Для осуществления этой концепции в Судане разработана программа (ДЕКАРП), включающая весь комплекс известных мер по борьбе с опустыниванием — от реорганизации землепользования и водопользования, облесения, закрепления дюн и т. п. до развития городских поселений.

В разработке научных подходов к исследованию опустынивания и практических мер борьбы с ним заметно проявляется внимание к необходимости усиления дифференцированного подхода к пространственным различиям в проявлениях опустынивания. В качестве одного из практических выводов предлагается „создание региональных стандартов районов и ме-

ханизмов процесса опустынивания", по которым можно оценивать проблемы опустынивания, возникающие в аналогичных ситуациях в разных местах, с соответствующей „передачей опыта между районами" [Маббут, 1981].

Этот вывод вполне согласуется с предложением о проведении специального районирования засушливых областей Африки, которое способствовало бы ускорению оптимального социально-экономического развития в разных районах, но с учетом соответствующих необходимых мер по борьбе с опустыниванием [Горнунг, 1981].

Исходя из объективных оценок африканской действительности, можно предполагать, что наиболее перспективными направлениями борьбы с опустыниванием в большинстве семиаридных и некоторых аридных районах Африки будут в ближайшие годы комплексные природоохранные мероприятия, ориентированные на восстановление, сохранение и расширение возобновимых ресурсов для сельскохозяйственного производства. Существенно важно в этой связи повсеместно в Африке и особенно в ее засушливых областях прекратить или хотя бы сильно сократить расходование растительности на топливо. Это — одна из ведущих предпосылок уменьшения опустынивания на континенте.

Комплекс таких мероприятий должен сочетаться с мерами по оптимизации социально-экономического развития в районах опустынивания. Проекты индустриального характера могут и должны в отдельных случаях найти место в соответствующих программах развития. Можно думать, правда, что эти проекты в Африке (как, видимо, и в других засушливых областях в мире) скорее всего окажутся оправданными для тех районов, где опустынивание делает уже невозможным осуществление проектов сельскохозяйственной направленности, с точки зрения экономики или экологии.

Изложенное приводит к выводу, что для укрепления научных основ планомерной, долгосрочной и действенной борьбы с опустыниванием путем комплексного развития необходимо и практически возможно **проведение комплексного географического районирования засушливых областей Африки** конструктивного характера (наряду с другими проводимыми и намечающимися исследованиями). Такое районирование должно быть основано на учете природных особенностей, в частности естественных ресурсов этих территорий, и на учете степени восстановимости нарушенных экосистем. Оно помогло бы более объективно определять перспективные направления и методы борьбы с опустыниванием, формы преодоления его последствий и характер социально-экономического развития для каждого конкретного „очага опустынивания" в отдельных ее природных зонах и в границах каждой из стран, сталкивающихся с проблемой опустынивания.

Как нам представляется, предполагаемая работа по специальному районированию всех засушливых областей Африки — удобная форма обобщения (организации) имеющихся и новых данных для выработки действенных мер борьбы с опустыниванием на всех уровнях — от национального и межнационального до локального. Многочисленные материалы по различным аспектам опустынивания в Африке, накопленные за последние 10 лет как в ходе изучения отдельных стран, затронутых опустыниванием, так и при подготовке и осуществлении разных проектов ЮНЕСКО, ЮНЕП, ФАО и т. д., дают возможность достаточно быстро приступить к такому районированию, разработка которого лишь в отдельных случаях может потребовать дополнительных полевых изысканий, анкет или проверки имеющихся данных.

Особо следует подчеркнуть в этой связи ценность таких материалов, как опубликованные в 1979 г. сводки Бюро по Сахелю ООН (ЮНСО) по большинству из 15 стран Судано-Сахельской зоны. Эта серия публикаций, нацеленная на реализацию плана действий ЮНЕП по борьбе с опустыниванием, уже включает немало исходных материалов для предлагаемого районирования в пределах одной из наиболее угрожаемой в отношении опустынивания части Африки.

Осуществление такого районирования — от согласования его принципов на междисциплинарной основе и до передачи его окончательных результатов (например, в картографической форме) региональным проектировщикам в африканских странах — прямо соответствует рекомендации 18 Плана действий, принятого в 1977 г. на конференции по опустыниванию в Найроби. Разработка группой ученых такого районирования могла бы стать плодотворной формой международного сотрудничества под эгидой ЮНЕП и с активным участием в этой работе специалистов из развивающихся стран.

На базе интегрального географического районирования конструктивного характера более своевременно смогут оцениваться новые предложения и проекты по борьбе с опустыниванием для разных районов Африки. Это весьма важно, так как подобные проекты нередко выдвигались и выдвигаются узко отраслевыми специалистами, к тому же не всегда представляющими особенности локальных проявлений африканской действительности в разных планах.

Методические принципы такого специального районирования территорий, охваченных опустыниванием (или которым оно угрожает), будут, конечно, применимы не только для Африки, но и для развивающихся стран других континентов.

Глава X

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ДЕГРАДАЦИЮ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В СТРАНАХ МАГРИБА

Ж. Дреш (Франция)

Мы не можем в точности проследить эволюцию палеорастительности и палеофауны на территории стран Магриба со времени плиоцена, но то, что известно, позволяет судить о постоянстве здесь фауны саванны [Kamps, 1974]. В течение всего периода плейстоцена в районе Магриба водились буйволы и гиппопотамы, исчезнувшие лишь в неолите; слоны дожили до римской эпохи; антилопы, бубал, орикс, газели, львы и гиены исчезли лишь в XIX в., а страусы — в XX в.

Что касается флоры горных районов, то она включала дубы, ивы и орешники. В целом, лесная растительность была сравнима с нынешним Провансом. Однако в верхнем плейстоцене растительность, включавшая каменные дубы и горные кедры (что свидетельствует о более влажных климатических условиях по сравнению с современными), уступает место более сухой флоре. Вместе с тем, в высокогорных районах Магриба климат был все же достаточно влажным и холодным, чтобы там сохранялись ледники, а по всему региону во множестве водились палеоарктические млекопитающие, пришедшие туда в холодный период (медведи, носороги и олени). В начале голоцена северная Сахара окончательно превратилась в пустыню, но в Магрибе и в позднеледниковый период и позже — во времена иберо-мавританской цивилизации — сохранялись леса из тех же деревьев, что и встречаются сегодня. Это — лиственные породы, такие как дубы (каменный и др.), ясень, фисташковые деревья, ольха, вяз; хвойные — такие как сосна (алепская и др.), кедр, красный можжевельник и кипарис.

После V тысячелетия климат Магриба становится засушливее; установлено, что до нынешнего исторического периода там чередовались климатические фазы, различавшиеся по температурным условиям и количеству осадков. Тем не менее только климатический фактор не только не мог обусловить гибели лесов, но даже существенно изменить характер лесной растительности. На юге Магриба в связи с растущей аридностью лес становился все разреженней, однако каменный дуб, алепская сосна, красный можжевельник и другие виды сохранялись в более увлажненных убежищах — в горных долинах, как это можно видеть даже сейчас на примере горного массива Улед-Най.

В настоящее время никто не отрицает, что современные экосистемы Магриба обязаны своей сильной деградацией не климатическому, а антропогенному фактору, хотя на Среднем Востоке, за исключением отдельных горных массивов, это чувствуется сильнее, чем в Магрибе. Ответственность „человека средиземноморского" за тяжелые последствия его хозяйственной деятельности, связанные с разрушением природы, хорошо известна и не подлежит сомнению. Следует признать, что именно в семиаридной полосе Средиземноморья человек начал преобразовывать свою среду обитания, и первой жертвой его деятельности стал разреженный лес, дававший приют многочисленной и разнообразной саванно-бореальной фауне. Охотники и собиратели, обитавшие на Среднем Востоке, начиная с XV тысячелетия до н. э. начали строить постоянные жилища, вести оседлый образ жизни, затем одомашнили козу и овцу, к VII—VI тысячелетию — осла и крупный рогатый скот, а к середине IV тысячелетия — лошадь и верблюда. Там же были „одомашнены" первые злаковые культуры, а в начале VI тысячелетия изобретена соха; там же, в Месопотамии и Египте, зародилась техника орошения.

Можно установить связь между этой техникой, требовавшей коллективной организации труда, и развитием первых крупных государств. Роль Магриба в этой неолитической революции была более скромной, однако археологические раскопки последнего времени позволили отодвинуть в глубь веков начало здесь отгонного скотоводства (до VII тысячелетия до н. э.).

Таким образом, вот уже несколько тысячелетий подряд человек Средиземноморья держит овец и коз на пастбищах, распахивает почву, рубит лес для отопления жилища и бытовых нужд. Формы деградации средиземноморских экосистем и степень ответственности человека за это менялись от века к веку. Историки, связанные с изучением городских цивилизаций, долгое время обвиняли кочевников и полукочевников, занимавшихся отгонным скотоводством, в том, что их деятельность привела к опустыниванию: овцы вырывали пучки злаковых растений, а козы вообще повинны во всех смертных грехах настолько, что после второй мировой войны их разведение было запрещено или ограничено во многих странах. Однако разве в течение тысячелетий, что была одомашнена коза, кто-нибудь занимался заготовкой для нее корма? Нет. А между тем коза дает молоко, шерсть, кожу и даже мясо, за что ее недаром называли „коровой бедняков"; неудивительно, что наложенные на козоводство ограничения быстро были сняты.

Как бы то ни было, дурная молва держится стойко, и репутация кочевников в этом отношении не исключение. Даже Ибн-Халдун сравнивал набеги арабских племен с XI по XIV вв. с вторжением туч саранчи, которые якобы систематически вырубали фруктовые деревья и сжигали жилища оседлого населения; утверждается, что обедуинивание изменило как ход истории, так и весь лик Магриба. Мы не собираемся ни снимать ответственность с овец и коз, чья численность порой превосходит совокупные ресурсы биомассы, ни оправдывать пастухов, обламывающих зеленые побеги для корма животных. Но для нас очевидно, что вина оседлого населения — крестьянского и городского — значительно больше.

Крестьяне держат в своем хозяйстве коз и овец, дающих молоко, шерсть, кожу и мясо. Потребление баранины освящено традицией настолько, что перед крупными мусульманскими праздниками страны Магриба вынуждены импортировать ее, поскольку численность населения и его потребности растут безостановочно. Лесной выгон практикуется здесь издревле. Если стравливание лесных пастбищ происходит интенсивно, оно мешает их восстановлению. В разумных пределах оно, напротив, поддерживает равновесие лесных экосистем.

К сожалению, одновременно растет потребление древесины — как на топливо, так и, в случае каменного дуба, на древесный уголь, поделочную и плотницкую древесину. Поэтому, вне зависимости от политического строя в стране, лесной обходчик остается самым ненавистным представителем администрации для сельских жителей. Крестьянин тысячелетиями сводит лес, выжигает гаригу и маки для расширения пастбищ и особенно площадей под зерновые культуры. Периоды процветания, политической и экономической стабильности, демографического роста всегда пагубно отражались на лесе.

Не меньше повинен в этом и горожанин. В течение долгого времени он отапливал свои дома дровами и, особенно, древесным углем. Он унаследовал от римлян привычку мыться горячей водой, а паровая баня (хаммам) — сейчас непременная принадлежность каждого городского квартала. Эта, в принципе, похвальная привычка вкупе с урбанизацией, оседлостью, сельскохозяйственной колонизацией и распространением культур возлагает на период римского мира тяжелую ответственность.

Блистательные периоды мусульманства оставили не менее отрицательное наследие природе. Происходило отступление лесов, в особенности в горах, а остепнение долин было гораздо более выраженным на Среднем Востоке, чем в Магрибе. Самым ярким примером безусловно может служить история лесов ливанского кедра, одно время сохранявшегося лишь в Кедровом цирке; в долинах сейчас с трудом можно отыскать последние дубы тех рощ, что некогда покрывали эти долины целиком.

Когда 150 лет назад французы пришли в Алжир, лес там был в относительно лучшей сохранности. Население вряд ли превышало 3 млн. человек, да и во всем Магрибе насчитывалось не более 7—8 млн., учитывая высокую смертность от частого голода и эпидемий. К тому же способы производства приводили к деградации экосистем медленно и неповсеместно. Кочевничество и полукочевничество были еще широко распространены на равнинах и в предгорных степях, где плотность населения была низкой; отгонное скотоводство, особенно в Марокко, беспрепятственно развивалось в предгорных районах; кочевники и оседлые жители не вели друг с другом непрерывных войн, как гласит легенда, а обменивались продуктами труда во время сезонных миграций. Стада скота, перегоняемые кочевниками летом, а пастухами-горцами зимой на пастбища, обеспечивали крестьянские поля и пары навозом; кочевники приходили помогать оседлым земледельцам во время жатвы и уходили с зерном — таким образом, им не было нужды распахивать степь, если только почвенные условия или обильное орошение, например, в результате разливов вади, не оказывались особо благоприятными. Нередко на прогонных участках, позже названных коллективными землями, община (племенная джемаа) выделяла каждую осень главам семьи пригодные к обработке участки, в зависимости от числа мужчин, способных держать соху... или ружье.

Зерновые культуры распределялись в пространстве и времени. Так, полынная и ковыльная степи столетие назад представляли следующую картину: растительное сообщество было, хотя и нарушено, но все же давало от 1000 до 2500 кг зеленой массы на гектар. В районах телля (название, принятое в Алжире и Тунисе для площадей, где возможно богарное земледелие) чистый пар оставляли как правило через год и туда пускали пастись овец. Кроме того, повсеместно использовался легкий сельскохозяйственный инвентарь. Ведь соха — это не плуг; она состояла из двух-трех переносимых на плече частей и ее легко тянула пара ослов, если у крестьянина не было более мощного тягла. Соха не переворачивала пласт, по сути она лишь скребла почву на достаточную для прорастания зерна глубину. Она была достаточно легка, чтобы ее можно было поднять и обойти камни, кусты ююбы и пальмы дум.

Таким образом, природные экосистемы лесостепи или леса полностью не уничтожались, а оставленные какое-то продолжительное время под залежью, могли восстанавливаться. В отличие от Среднего Востока, в аридных, семиаридных или семигумидных зонах Магриба коровий навоз не стал основным видом топлива из-за отсутствия древесины.

Внедрение новой техники, рост народонаселения и социально-экономические потрясения резко ускорили в XIX и XX вв. медленную и нерегулярную деградацию магрибских экосистем. Французские колонисты привезли с собой в Северную Африку тяжелый сельскохозяйственный инвентарь, использовавшийся во Франции в XIX в. Брабантский плуг, оборудованный передком, лемехом, сошником и отвалом, врезался в пласт на глубину в два раза бóльшую, чем соха и переворачивал этот пласт; следовавшее за вспашкой боронование и прочее, измельчали комья, полностью меняя структуру почвы, очищали поле от сорняков и от кустарников.

Часто делается упор на разнице между двумя сельскими ландшафтами. Поле, вспаханное сохой, считается „грязным", границы его нечетко обозначены, однако природные экосистемы способны там со временем к восстановлению. Поле, обработанное плугом — „чистое", оно представляет собой геометрическую картину, где природные экосистемы полностью и безвозвратно уничтожены.

Разрушение почвенных структур еще более усилилось с внедрением американской техники богарного земледелия и механизации полевых работ. Чистый пар был заменен обработанным: почвенные пласты переворачивались и измельчались многолемешными и многодисковыми плугами, разрыхлялись боронами, причем по полю проходились механизмами несколько раз. Естественно, что в результате такой обработки почва не столько аэрировалась, сколько приводилась в состояние, когда в нее легко проникала влага и уменьшалось физическое испарение. Засуха и ветры делали такую почву особенно чувствительной к ветровой эрозии. Превращаясь в пыль, она уносилась прочь, гумус не мог восстановиться, необходимыми стали минеральные удобрения.

Внедрение механизации и богарного земледелия французскими поселенцами совпало с ускоренным

ростом коренного населения Магриба и расшатыванием традиционных социальных систем. Согнанные в результате колонизации с плодородных земель в долинах, составлявших примерно треть пригодных к обработке площадей в Алжире и Тунисе, феллахи начали распахивать склоны холмов и предгорий, раньше служивших пастбищами. В начале XX в. посевные площади увеличились в четыре раза, а богарные злаковые культуры продвинулись по степи до крайнего климатического предела (количество осадков около 250 мм). Практика богарного земледелия в долинах лишила пастухов ежегодных сезонных пастбищ: кочевники Юга не могли больше пользоваться ими летом, горцы — зимой. Распространение посевных культур в ущерб естественной лесной растительности, сокращение чистого пара привело к опасной перегрузке пастбищ. Разрушение природных экосистем усугублялось различными формами эрозии, обвалами и обрушениями, оползнями, поверхностным смывом.

Таким образом, появление нового типа ландшафта и новой геодинамики взамен прежних было прямым результатом колонизации Магриба, которая вызвала не только социально-экономический кризис сельской общины, но и кризис окружающей среды. Этот аспект часто упускался из виду, а между тем он имел катастрофические последствия.

Дело в том, что такая ситуация не изменилась с концом колонизации. Механизация сельского хозяйства, прогрессивно внедрявшаяся в период между двумя мировыми войнами в европейских хозяйствах и крупных „туземных" фермах, практически распространилась сейчас по всей территории Магриба, за исключением горных районов, вне зависимости от общественно-политического строя в каждой стране. Европейской техникой пользуются даже мелкие фермеры, одалживая механизмы, арендуя их и доставая иным способом — в зависимости от страны и особенностей района.

К сожалению, несмотря на проведенные в трех странах Магриба мероприятия по защите леса и лесопосадки, порой дающие впечатляющие результаты, в целом телльский лес продолжает отступать. Такова судьба тепло-средиземноморских жестколистых растений — от оливковых деревьев до цератонии, жестколистых и пробковых дубов; сильно поредел Могодский лес в Тунисе и Маморский лес под Рабатом в Марокко — он сократился более чем наполовину за два последних десятилетия. Редеют леса алеппской сосны в Атласских горах алжирской Сахары и в тунисской части хребта. Угроза нависла и над другими горными хвойными породами: черная мавританская сосна почти исчезла в Марокко и Алжире, также как рифская ель (Abies maroccana) и нумидийская ель, росшая в районе Бабора. Кедровники Бу-Талеба и Шелиаха в Алжире сократились наполовину с начала века. В Марокко они чувствуют себя лучше, но почти полностью исчезли в восточной части Большого Атласского хребта. Ладановый можжевельник центральной части Большого атласского хребта все больше и больше становится жертвой овец, лишившихся отгонных зимних пастбищ в долине, из-за чего им приходится искать корм на месте.

В настоящее время, быть может, наиболее серьезной проблемой становится будущее полынно-ковыльной степи. Несмотря на деградацию, она и в наши дни обеспечивает кормами основную часть овечьего стада всего Магриба. Степные пастбища стали низкопродуктивными: от 200 до 900 кг сухой массы на 1 га, в зависимости от почв. Это позволяет содержать одну овцу на 2—5 га, в зависимости от условий, а одна овца на 1 га — это редко достигаемый максимум.

Следует подчеркнуть, что степь можно восстановить, если начать охранять ее и помогать растительности с помощью современных методов. Однако легко понять, с какими проблемами сталкивается администрация и пастухи, когда пытаются одновременно увеличить поголовье животных и проводить природоохранные мероприятия в степи; перегрузки пастбищ, увы, не редкость. Этим объясняются трудности третьей фазы алжирской аграрной революции.

Желание расширить посевные площади приводит к тому, что трактор проникает все глубже и глубже в степь, туда, где количество осадков не достигает 250, а то и 200 мм; это происходит несмотря на административные запреты. Между тем, когда полынно-ковыльный покров сокращается ниже 30 %, эрозия, в особенности ветровая, делает восстановление его весьма длительным и трудоемким. Трактор и многодисковый плуг разрушают степную экосистему, не оставляя ей возможности для восстановления и не заменяя ее никакой другой. Поэтому есть все законные основания говорить здесь об опустынивании.

Глава XI

ОПУСТЫНИВАНИЕ В САХЕЛЬСКОЙ ЗОНЕ

Х. Г. Меншинг (ФРГ)

Последствия опустошительной засухи, охватившей в 1968—1973 гг. Сахельскую зону, ощущаются до сих пор и привлекают внимание во всем мире разрушительным воздействием на экосистему стран Сахеля. В этой зоне, простирающейся от Атлантического океана до Индийского, процесс опустынивания за последнее время охватил большие площади зоны саванн. Природным ресурсам пастбищ и районов богарного земледелия был нанесен существенный ущерб. В результате засухи погибали урожаи, скудели пастбища, что привело к сильной миграции населения, особенно в направлении южного пояса саванн. После засухи населению не удалось приспособиться к изменившимся условиям.

АРИДНЫЙ КЛИМАТ САХЕЛЬСКОЙ ЗОНЫ

Для Сахельской зоны характерны все особенности перехода от саванны к аридному климату Сахары. Это проявляется и в характере растительности, и в водном балансе, и в морфодинамических процессах, преобладающих в этой зоне. Однако, оценивая различные региональные и местные особенности Сахельской зоны и степень их подверженности воздействию человека, необходимо рассматривать соотношение „природа — человек" в аспекте новейшей истории.

Основным признаком сахельского климата является существенное от года к году различие в количестве осадков. Поэтому среднегодовое количество осадков ни как показатель влажности, ни как критерий для выбора формы землепользования не может служить надежным ориентиром. В Сахельской зоне среднее расхождение в ежегодном количестве атмосферных осадков составляет до 30 %. Таким образом, колебания между средними показателями дождливых и засушливых лет могут достигать 60 %.

На станциях, находящихся в маргинальных частях Сахары, таких как Таманрассет и Бильма, эти колебания соответственно составляют 118 и 134 %. К сильным колебаниям среднегодового количества осадков добавляется местная изменчивость климата и значительные вариации распределения осадков в сезон дождей. Таким образом, среднегодовые данные о количестве осадков дают лишь самое общее представление об агроэкологической обстановке.

Климатически контролируемые границы богарного земледелия Сахельской зоны. Границы богарного земледелия в Сахельской зоне меняются из года в год и от влажных лет к засушливым. Поэтому с помощью средних многолетних данных можно лишь ориентировочно определить эти границы. Граница находится примерно на отметке 500 мм среднегодового количества осадков и 3—4 влажных месяцев. Эти данные весьма условны, т. к. фактически граница богарного земледелия лежит дальше на север (рис. 6). Причина такого положения заключается в давлении большой численности населения в Сахельской зоне. Районы старых закрепленных дюн начали возделываться, особенно во время последнего влажного периода в 1950—1960-х гг. К началу последовавшей за ним опустошительной засухи в конце 60-х и начале 70-х гг. мелкие землевладельцы оказались не в состоянии перебраться в более влажные южные районы, поскольку они уже прочно обосновались в этой опасной с экологической точки зрения части Сахельской зоны из-за постоянной племенной розни между северными и южными группами населения.

Как показали наблюдения, проводившиеся в Сахельской зоне в целом, эта территория, с ее менее чем 4 влажными месяцами и среднегодовым количеством осадков, составляющим менее 600 мм, относится к зоне повышенной опасности для земледелия. Только применяя гибкие методы землепользования с учетом сильной изменчивости количества атмосферных осадков, можно добиться рационального использования земель этой зоны. Однако в настоящее время, несмотря на ограниченность природных ресурсов, оседлые крестьяне, содержащие значительное поголовье скота, продолжают бессистемно расширять посадки проса.

Проблема нерационального использования природных ресурсов. Как уже отмечалось, чрезмерное использование земель, особенно в районах старых дюн, имеющих весьма хрупкие экосистемы, наносит сильнейший урон природным сельскохозяйственным ресурсам Сахельской зоны. Вторая причина деградации земель — чрезмерный выпас скота. Во время относительно влажного периода, продолжавшегося около двух десятилетий перед последней опустошительной засухой (1968—1973), неизмеримо выросло его поголовье. В то же время резко расширились посадки проса. Борьба за землю привела в конце концов к уменьшению площади пастбищ, так как самые лучшие из них находятся в районах старых неподвижных дюн, которые в то же время наиболее пригодны для возделывания проса. Скотоводы оказались оттесненными в менее благоприятные районы, поэтому все бóльшие площади стали страдать от перевыпаса. Переход на новые пастбища с тем, чтобы прежние смогли восстановиться, оказался невозможным. Таким образом, повседневная борьба за существование в Сахельской зоне приводит к безрассудной эксплуатации ресурсов. Еще хуже обстоит дело с населением, ведущим полуоседлый образ жизни. Эти люди занимаются и земледелием, и животноводством. За последние десятилетия они стали менее мобильными, их странствия в поисках пастбищ ограничиваются несколькими районами, что вызывает крайнее истощение земли.

Проблема водоснабжения является в Сахельской зоне главенствующей не только потому, что воды мало. Более важно установить равновесие между снабжением и распределением воды. Во многих районах достаточно питьевой воды и для людей, и для животных, но пастбища там, тем не менее, скудны. Встречаются и обратные примеры. Идеальным представляется положение, когда богатые пастбища обеспечены водными ресурсами, а на пастбищах, исто-

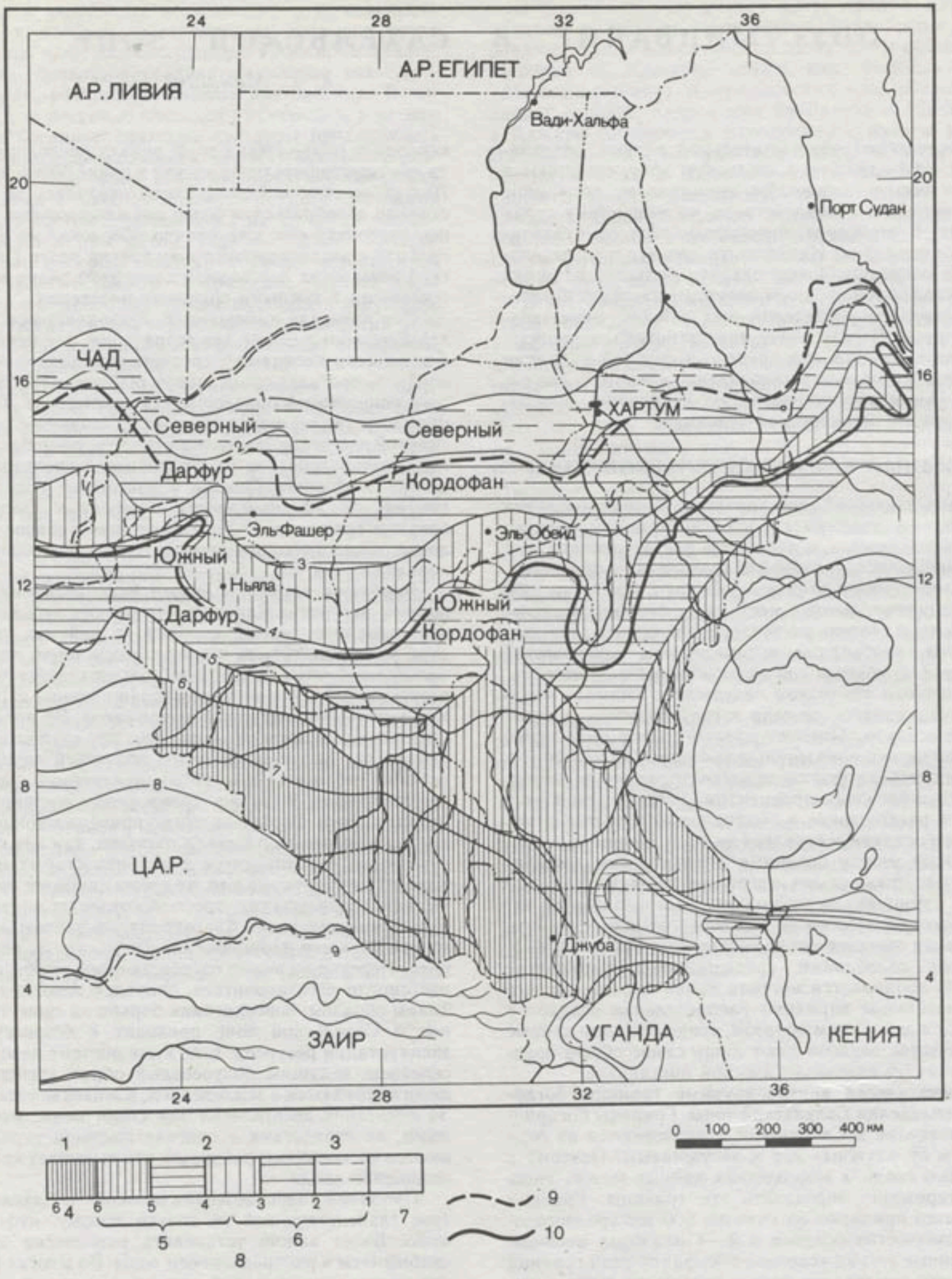


Рис. 6. Климатические зоны и границы богарного земледелия в Судане (по F. N. Ibrahim):
1 — субгумидная; *2* — семиаридная; *3* — аридная; *4* — влажные месяцы (по Martonne) в течение года; *5* — сухая саванна; *6* — колючекустарниковая саванна; *7* — пустыня; *8* — Сахельская зона; *9* — продвигающаяся северная граница богарного земледелия (250 мм); *10* — южная граница богарного земледелия (около 600 мм)

щенных вследствие опустынивания, воды меньше. Примерно так же стоит вопрос о создании поселений вокруг водоемов. Поэтому рытье новых колодцев следует вести в соответствии с планом развития всего района, иначе, даже найдя новый источник питьевой воды, можно принести больше вреда, чем пользы.

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В САХЕЛЬСКОЙ ЗОНЕ

Вода в Сахельской зоне является важнейшим природным ресурсом для жизни и человека, и животных, и растительности.

1. Поверхностные воды и потенциал их использования. Климатические и гидрологические элементы

Круглогодичный поверхностный сток здесь имеют лишь три реки: Сенегал, Нигер и Нил. Большие вади наполняются водой только в период летних дождей, т. е. 3 раза в течение года, если год маловодный, и 7—8 раз — в год хорошей водообеспеченности. Расход воды в эти периоды очень высок, и уровень в руслах начинает падать уже на второй день после ливня. Таков результат чрезвычайного непостоянства осадков, периодичность которых предугадать невозможно. В разные годы могут случаться положительные или отрицательные отклонения от среднего уровня. Однако эта изменчивость иногда выражается в виде повторяющихся нескольких маловодных или многоводных лет. Во время засух поверхностный сток может отсутствовать вообще.

Несмотря на то, что сток вади удается использовать очень непродолжительное время, или совсем не удается, он имеет огромное значение для пополнения запасов подземных вод. Поэтому при планировании расхода водных ресурсов необходимо учитывать оба эти аспекта.

Использование поверхностных вод. В Сахельской зоне поверхностные воды используются человеком и животными главным образом в естественных понижениях рельефа и в вади. Здесь очень важно зарегулировать сток малыми плотинами, например, земляными, при этом зеркало образующегося водохранилища не должно быть большим для уменьшения потерь на испарение. Лучше, разумеется, когда водохранилище имеет глубокую чашу. Если водохранилища предназначаются не только для водопоя скота, то тогда около них могут создаваться новые поселения. Водохранилища в большом количестве имеются в Буркина Фасо (Верхней Вольте); в Республике Нигер они особенно часто встречаются в водосборных бассейнах даллолей. В Судане такие водохранилища известны под названием „хафир" и часто представляют собой старые традиционные сооружения неинженерного типа. Затем следует назвать „рахад" и „фулу" — естественные понижения, служащие для сбора воды — сооружения очень удобные, но нуждающиеся в техническом усовершенствовании.

Было бы интересно рассмотреть опыт эксплуатации таких сооружений и как они вписываются в планы водохозяйственного строительства различных стран.

В Сахеле большое значение имеет устройство водохранилищ для сезонного полива при выращивании томатов и бахчевых. Но целесообразность или нецелесообразность в каждом данном случае строительства таких сооружений зависит от того, возможно ли и удобно ли вывозить сельскохозяйственную продукцию.

Большое значение имеют гидрогеологические условия расположения таких сооружений в пределах всей водосборной площади вади. Благодаря этим, сравнительно простым сооружениям можно регулировать сток на значительной территории. Учитывая климатические и гидрологические условия Сахеля, это обстоятельство играет особенно важную роль. Поэтому размещение водохранилищ на водосборной площади вади требует тщательного планирования и координации. Это единственный путь равномерного распределения стока и достижения сбалансированного водопользования.

2. Подземные воды и возможности их использования в Сахеле

Происхождение и возраст подземных вод Сахельской зоны. В Сахельской зоне подземные воды, как правило, связаны с водоносными горизонтами нубийских песчаников ("Continental Intercalaire", "Continental Terminal") в депрессиях и бассейнах.

Запасы воды в кристаллическом фундаменте очень незначительны. Во многих случаях подземные воды Сахельской зоны следует рассматривать как „ископаемые", так как они сформировались на протяжении длительного геологического периода, возможно, в условиях более влажного климата. Для эксплуатации таких ресурсов важно знать, как быстро происходит их пополнение благодаря просачиванию в руслах вади и в понижениях. Поэтому при планировании использования ресурсов подземных вод нужно учитывать не только наличные запасы, но также изучать потенциальные возможности водосборной площади.

Использование близкозалегающих подземных вод с помощью колодцев. Колодцы представляют собой наиболее широко распространенную форму использования подземных вод. Близкое размещение колодцев один от другого приводит к быстрому понижению уровня подземных вод, что часто наблюдалось на протяжении последних десятилетий. До сих пор нет единой концепции размещения и сооружения таких колодцев в Сахеле. В этой связи часто возникают соперничество и разногласия.

Обычно глубина колодцев здесь составляет 8—20 м. Уровень воды в них значительно изменяется в зависимости от спроса на воду: максимальным он бывает в период летних дождей. В период засух происходит резкое понижение уровня подземных вод.

В целом, рациональная эксплуатация традиционных колодцев основывается на равновесии между запасами воды и спросом на нее; колодцы быстро реагируют на чрезмерно большой водозабор. Поэтому риск развития процессов опустынивания в этих районах сравнительно невысок в отличие от ситуации, наблюдаемой в местах, прилегающих к глубоким колодцам.

Строительство глубоких колодцев. Их значение и возможная отрицательная роль. Благодаря современной технике бурения стало возможным добывать подземные воды с глубины от нескольких сот до тысячи метров. После обнаружения на большой глубине подземных вод в засушливых районах было пробурено большое количество глубоких скважин. Во многих случаях нам пока неизвестны запасы и условия пополнения этих вод. Известно, что это пополнение

часто протекает медленно. Факт этот имеет большое значение для управления ресурсами таких вод и требует строгих регламентаций, что до настоящего времени игнорируется. В связи с этим, в результате чрезмерной откачки уровень воды во многих скважинах уже значительно понизился.

Если бы сток из южных районов, где выпадает больше осадков, поступал в водоносные горизонты питания колодцев Сахеля, тогда пополнение запасов подземных вод было бы нормальным. К сожалению, это — большая редкость, т. к. преобладает уклон рельефа с севера на юг. Исключение составляют некоторые горные районы, например Джебель-Марра. В настоящее время изучается возможность пополнения подземных вод предгорья за счет стока с гор, что имеет большое значение для оросительной системы Саг Эн-Наам, расположенной в восточной части предгорья Джебель-Марра.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ САХЕЛЬСКОЙ ЗОНЫ

1. **Разработка детальных планов землепользования в крупных регионах.** В основе этого должно лежать глубокое знание природных агроэкологических ресурсов различных районов региона. Экологические единицы Сахельской зоны могут стать основой агроэкологической дифференциации. Для руководства и контроля за использованием пастбищ и других угодий, а также для создания постоянных поселений в определенном районе необходимо провести оценку его начальной производительности и рассмотреть возможности максимального использования таких экологических единиц. Планы должны быть реальными и учитывать различные социальные аспекты, как положительные, так и отрицательные.

2. **Улучшение пастбищ и животноводство.** Цель этих мероприятий состоит в том, чтобы восстановить регенерационную способность растительного покрова, без чего невозможно ведение рационального животноводства. Ниже приводятся некоторые меры, направленные на достижение этой цели:

а) проведение переписи фактического поголовья скота и определение кормовой продуктивности существующих пастбищ;

б) регулирование выпаса путем смены пастбищ и мест водопоя, доставка воды в нужные районы и консервация истощенных земель;

в) проведение подсева трав на истощенных пастбищах;

г) повышение качества скота;

д) совершенствование рынка сбыта скота;

е) улучшение производства продуктов животноводства.

3. **Проведение контроля за богарным земледелием и увеличение производства сельскохозяйственной продукции в благоприятных условиях.** Необходимо принять меры, чтобы вернуть богарное земледелие в агрономически приемлемые границы. Это требует разумного планирования расселения людей. Хорошей альтернативой представляется увеличение производства сельскохозяйственной продукции путем:

а) совершенствования агротехнических приемов, использования семян более высокого качества, более совершенных орудий труда, удобрений, севооборота, а также улучшения контроля за разведением скота крестьянами;

б) улучшения использования поверхностных и грунтовых вод;

в) усиления технической помощи, предоставления займов фермерам, расширения рынков сбыта, обеспечения производственного оборудования;

г) строительства ирригационных сооружений в соответстующих районах для удовлетворения потребностей местного населения в сельскохозяйственной продукции в засушливые годы посредством консервирования и хранения продуктов.

4. **Охрана, защита и восстановление растительности с помощью лесомелиорации.** Эти мероприятия направлены на то, чтобы избежать экологических потрясений, сохранить продуктивность почв, обеспечить сельское население топливом и древесиной. Охрана растительности способствует также улучшению водного баланса и закреплению дюн. Ниже приведены некоторые меры в области лесоводства:

а) совместное выращивание деревьев и зерновых культур, например, Acacia albida и сорго, и чередование посадок сенегальской акации, проса и кормовых культур;

б) увеличение производства кормов путем выращивания специальных деревьев и кустарников;

в) выращивание древесных культур для обеспечения населения дровами, древесным углем и древесиной для строительства жилья, устройства и изготовления орудий труда;

г) производство других видов продукции, например, гуммиарабика, фруктов, перевязочных материалов, семян, волокна и т. д.

д) облесение с помощью древесных пород, пригодных для местного населения;

е) использование наиболее экономичных способов рубки, транспортировки, сбыта дров и древесного угля;

ж) экономичное расходование дров и древесного угля благодаря созданию более совершенных печей;

з) использование других видов энергии, например, солнечной, ветровой и т. д.

5. **Развитие центров для целенаправленного использования, охраны и восстановления природных ресурсов.** Цель этих мероприятий состоит не в создании новых поселений, а в развитии существующих традиционных центров, находящихся в зоне товарообмена между скотоводами-кочевниками и оседлыми мелкими арендаторами. Отсюда должны направляться все усилия по реорганизации системы землепользования, борьбе с опустыниванием, охране земель, защите и более рациональному использованию природных ресурсов, а также по экономическому развитию. Здесь же необходимо проводить различные просветительские кампании, с тем чтобы местное население осознало опасность ущерба, наносимого окружающей среде, и получило знания по борьбе с опустыниванием.

Глава XII.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АРИДНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТАНЗАНИИ

М. Б. Даркох (Кения)

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ПРОБЛЕМЫ ЭРОЗИИ ПОЧВ И ОПУСТЫНИВАНИЯ

В Танзании аридными и семиаридными считаются районы со средним количеством осадков от 200 до 800 мм (рис. 7). Это маргинальные земли, имеющие низкую производительность. Большая часть осадков, выпадающих в виде непродолжительных ливней теряется вследствие быстрого стока, сильного испарения и транспирации. В табл. 25 показаны среднемесячные данные о количестве осадков, испарении и температуре воздуха по двум районам, Мпвапва и Додома, расположенным в центре пояса аридных и семиаридных земель.

Сухой сезон длится здесь с мая по ноябрь, количество осадков при этом не превышает 50 мм. Сезон дождей — с декабря по апрель. Расхождения по общим годовым количествам осадков весьма значительны. На рис. 8 показано распределение осадков в районе Додома за последние 45 лет. Средняя годовая величина, по многолетним данным, равна 570 мм. Рассчитанные по Пенману величины месячной испаряемости свидетельствуют, что эта норма превышает количество осадков, выпадающее в течение года, в то время как потенциальное испарение и нехватка воды достигают максимума в октябре, составляя 229 и 224 мм соответственно.

Аридные и семиаридные земли занимают от 45 до 75 % всей площади Танзании, составляющей около 884 тыс. км^2. Бóльшая часть этих земель сосредоточена в центральной части страны, включая районы, прилегающие к новой столице Додомы, бассейн озера Виктория (Сукумаленд), а также территорию Масай, простирающуюся к северу по направлению к границе с Кенией.

На аридных землях проживает почти 3 млн. чел. Они живут за счет земледелия и животноводства. Из-за трудностей, вызванных малым и нестабильным количеством осадков, а также наличием мухи це-це, обрабатывается менее половины аридных и семиаридных земель, более значительные площади отведены под пастбища. Основные продукты растениеводства для внутреннего потребления — маис, просо, маниок и земляной орех. Хлопок и табак выращивают в основном на продажу. Кое-где вдоль центральной железнодорожной линии, в районах Килоса и Морогоро, выращивают сизаль, идущий на экспорт. В этих районах добывают золото и алмазы. Золото добывают в трех местах: в районе озера, вблизи Сингиды в центральной провинции и на шахтах Лупа, зажатых между горами Ливингстона и озером Руква. Алмазы добывают в Мвадуи около Шиньянги.

На всех аридных и семиаридных землях хорошо заметны признаки опустынивания. В центральном аридном поясе, окружающем Додому, они проявляются в образовании лощин на склонах гор и наличии плоскостной эрозии равнинных земель, вызванных снятием верхнего слоя почвы и интенсивным стоком. В северо-западной части страны, в том числе в районах Сингида, Мванза и Западного озера, опустынивание проявляется в образовании каменистых или скалистых поверхностей, вызванных оголением почвы вследствие дефляции и плоскостного смыва.

Наиболее сильно разрушенные почвы находятся в овальном корридоре между Мпвапвой и Бабати. В частности, в районе Кондоа-Иранги, в 150 км к северу от Додомы, эрозия сделала землю совершенно бесплодной. Сейчас там начинают их новое освоение. Для этой местности характерно бесчисленное количество глубоких оврагов и занесенных песком рек, пересекающих возделываемые поля.

Район Додомы стал местом проведения целого ряда экспериментов для определения видов и скорости эрозии. Еще в колониальное время на ветеринарной исследовательской станции в Мпвапве проводились опыты, ставившие целью определить процент стока и объем почвы, снятой с растительных слоев различных типов. У подножья склонов в земле были устроены бетонные резервуары для сбора воды и осадков. Результаты экспериментов приведены в табл. 26. Они подтверждают наличие очень высокой степени эрозии, вызываемой стоком с оголенных склонов, в то время как на обрабатываемых землях она весьма умеренна. В 1968—1972 гг. Скандинавские специалисты (группа BRALUP) проводили исследования с использованием опытно-промышленных установок. Их цель заключалась в определении степени эрозии и отложения осадков в четырех водоемах в районе Додома (Мсалату, Имаги, Матумбулу и Икова). Проводя периодические планировки дна водоемов, ученые определили, что скорость образования осадков составила в среднем 195, 406, 601 и 729 м^3/км^2 соответственно. Члены группы отметили также, что вследствие высокой скорости отложения твердого стока ожидаемый срок службы двух водоемов, Икова и Матумбулу, очень короток и не превышает 30 лет, в то время как срок эксплуатации будет еще короче. Наблюдения и карты типов эрозии в этих бассейнах показали, что она особенно интенсивно проходит вдоль лощин и ручьев на участках, расположенных ближе к вершинам склонов. Установлено, что плоскостная эрозия происходит на больших площадях ближе к подножьям возвышенностей. Как полагают, она является основным фактором, способствующим образованию осадков в водоемах. Последние исследования, проводившиеся в этом районе [Cook, 1974, 1975], позволили составить карту типов эрозии. При этом применяли методы фотомозаики и получения изображения с помощью спутника ЕРТС.

В районе Сингида эрозию почвы изучали в двух бассейнах [Christiansson, 1973] с помощью аэрофотосъемки. Отмечалось, что на значительных площадях в восточной части страны эрозия превратилась

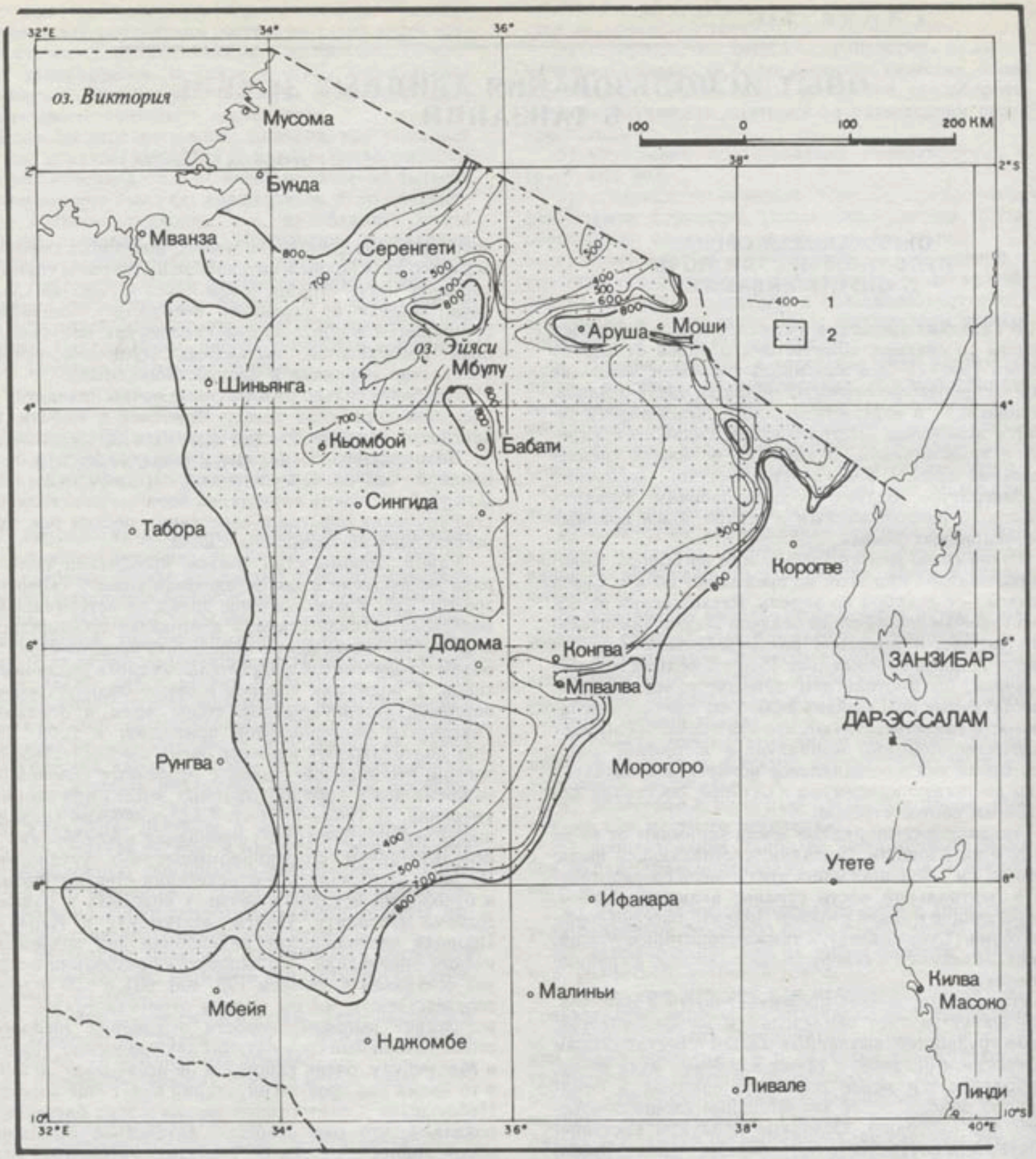


Рис. 7. Аридные и семиаридные зоны Танзании:

1 — изогиета среднегодового количества осадков (мм); *2* — районы, подверженные опустыниванию

в огромную проблему. В районах, где местность слегка волниста, преобладает плоскостная эрозия, а там, где склоны более круты, например, на педиментных склонах, под островными горами образуются овраги. Поскольку в течение сухого сезона преобладают сильные ветры, на открытых участках сильно сказывается влияние ветровой эрозии. Образуются песчаные дюны. Отмечены случаи, когда движущиеся пески засыпали возделываемые поля, делая дальнейшую обработку невозможной.

Исследования, проведенные Мюррей-Растом [Murray-Rust, 1973] показали, что плоскостная эрозия наблюдается на 14 % площади бассейна, в то время как в местах интенсивного выпаса и вдоль скотопрогонов встречаются многочисленные овраги. Как показали замеры твердого стока в водоеме Кисонго, емкость уменьшилась с 121000 м^3 в 1960 г. до 83600 м^3 в 1969 г. и 71700 м^3 в 1971 г. Общий среднегодовой уровень осадконакопления составил, по оценке специалистов, 446 м^3/км^2 в период с 1960 по 1969 г. и

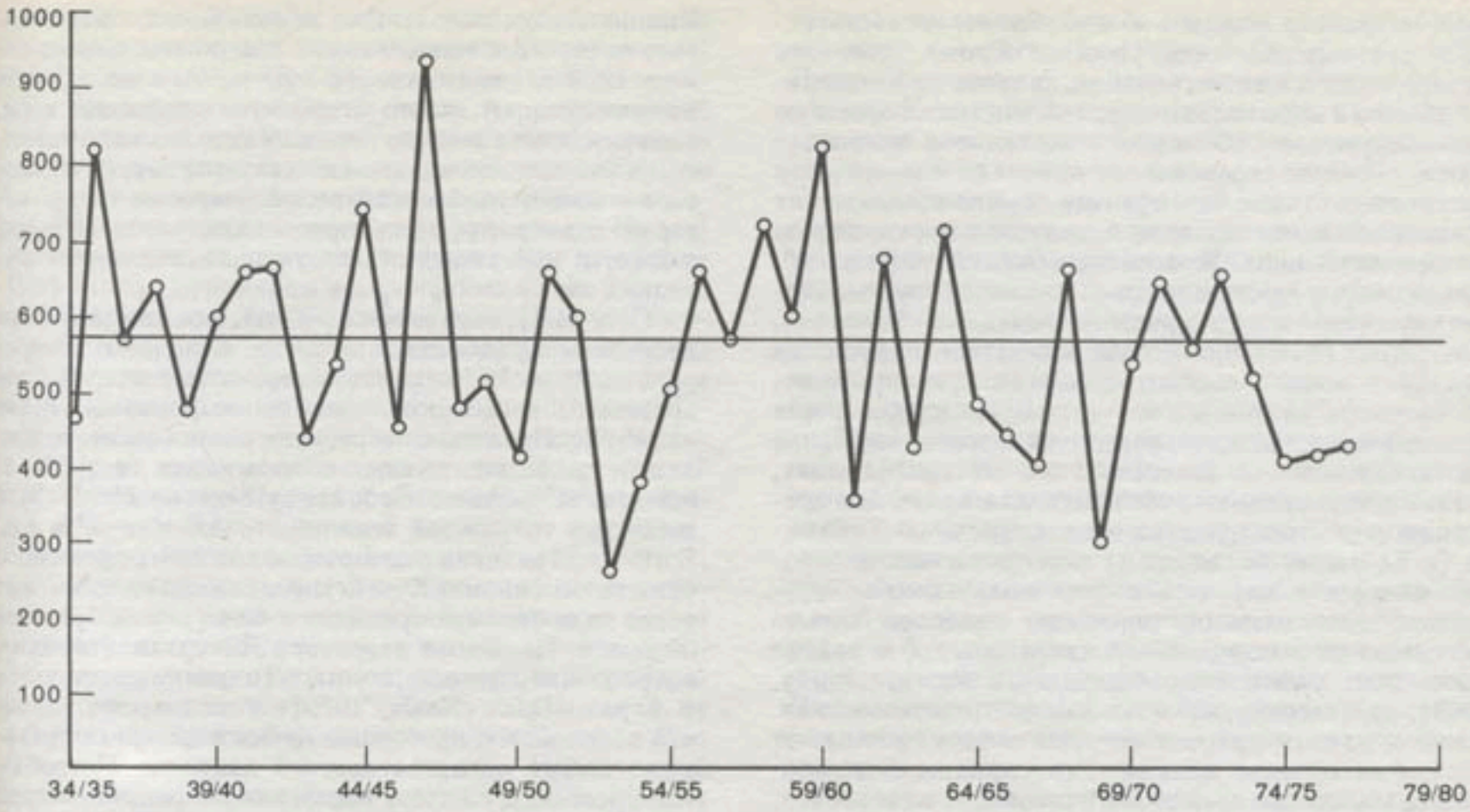


Рис. 8. Атмосферные осадки в Додоме. Годовое выпадение осадков по сезонам (с сентября по август):

1 — осадки, мм; *2* — сезоны выпадения осадков; *3* — долгосрочная норма

Таблица 25

Климатические характеристики (исследовательская станция Мпвапва)

Климатические характеристики	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм	151	138	145	81	28	2	1	0	1	4	28	109	688
Испарение, мм	167	153	160	149	160	150	160	188	210	229	208	188	2123
Температура, °С	23,8	23,7	23,5	23,1	22,1	20,5	19,8	20,5	22,1	23,5	24,8	24,6	22,7

Таблица 26

Доля поверхностного стока (в % от нормы атмосферных осадков) и эрозия почв ($м^3$/га) по данным Ветеринарной исследовательской станции в Мпвапве

Характер поверхности	Доли поверхностного стока	Эрозия почв
Необрабатываемые участки, лишенные растительного покрова *	50,4	97,8
Участки под посевами проса или сорго *	26,0	52,0
Участки под сельскохозяйственными культурами с узкими полосами луговой растительности **	15,5	19,6
Участки, на 50% занятые сельскохозяйственными культурами и на 50% луговой растительностью **	11,6	2,1
Участки под луговой растительностью **	4,9	0,5
Участки под листопадными лесами *	0,5	0

* По данным Staples, 1933, 1935
** По данным Van Rensburg, 1955

640 $м^3/км^2$ в последующие два года. Установлено, что срок эксплуатации этого водоема не превысит 15 лет. Ряд других исследований был посвящен эрозии почвы в более влажных горных районах. Эти исследования вели Темпл и Рапп [Temple, Rapp, 1973], изучавшие оползни в районе Мгета в горах Улугуру на западе страны, и Уотсон [Watson, 1973] в г. Усамбарас, а также Лундгрен и Лундгрен [Lundgren, Lundgren, 1973] в горах Меру. Другие исследователи, например, Темпл и Сандборг [Temple, Sundborg, 1973] занимались бассейнами основных рек.

Хотя эти и подобные исследования помогают нам постепенно расширять свои познания об эрозии почв в семиаридных районах и в более влажных зонах, мы еще весьма далеки от получения достаточной и систематической информации относительно типов, масштабов, причин и скорости опустынивания в Танзании в целом. Действительно, отсутствие основных данных в значительной мере осложняет задачу выработки комплексного национального подхода к вопросу борьбы с опустыниванием.

Причины эрозии почвы и опустынивания. Имеется много факторов, определяющих эрозию почв и опустынивание как серьезную проблему для аридных и семиаридных районов Танзании. Как отмечалось вы-

ше, количество осадков порой бывает недостаточным для выращивания урожая. Кроме того, они распределяются по месяцам неравномерно и выпадают обычно в виде сильных ливней, имеющих большую эрозионную силу. Основное население и поголовье скота сконцентрированы в районах, где имеется достаточно воды и нет мухи це-це, что вызывает их чрезмерное использование и приводит к нарушению землепользования. К основным видам нарушений, вызывающим эрозию и последующее опустынивание аридных и семиаридных земель в Танзании, относятся: истощение почвы вследствие нарушения правил ведения сельского хозяйства, чрезмерное использование пастбищ и вытаптывание их без учета условий окружающей среды, чрезмерное сжигание растительности на сенокосах и в лесных угодьях, а также неумеренная рубка леса для заготовки древесины для строительства и отопления.

В Танзании последствия перенаселенности, проявляющиеся в нарушении землепользования, чрезмерном использовании пастбищ, наиболее сильно сказываются в центральной части страны, в районе Гого. Этот район подробно описан Ригби [Rigby, 1969], характеризующим его как центр скотоводства. Однако, раньше район, в котором сейчас проживают Гого, был гораздо меньше. Его окраины использовались соседними племенами скотоводов-кочевников. Рост населения Вагого привел к увеличению числа скотоводов и поголовья скота, что отразилось на состоянии земель, ранее использовавшихся только кочевниками. Как известно, кочевники переезжают с места на место, поэтому опасность чрезмерного использования пастбищ невелика. Но рост населения и увеличение поголовья скота в этом районе привели к тому, что приемлемая когда-то практика животноводства оказалась непригодной. Традиционные методы скотоводства, дававшие определенный прирост поголовья, уступили место статичному, казалось бы, земледелию, для которого еще не разработана система устойчивого хозяйствования.

В некоторых частях района Додома положение внушает тревогу. Существовавшие здесь некогда леса исчезли, на их месте поселились люди, начавшие возделывать землю. В связи с резким ростом поголовья скота остро встала проблема пастбищ (особенно во время сухого сезона). Скот объедает листья, вытаптывает растительность. Согнанные с исчерпавших свои природные ресурсы равнин, крестьяне вынуждены теперь возделывать горные склоны и педименты. Непродолжительный период, в течение которого поля находятся под паром, привел к истощению почвы, а выпас скота уничтожал остатки растительности на ее поверхности. Другими районами, откуда поступают аналогичные сведения о перенаселенности (людьми и скотом), чреватой деградацией почв, являются Кондоа-Иранги [Gillman, 1930], Шиньянга и Мванза [Rounce, 1949], земли кочевников к западу от Аруши [Murray-Rust, 1973] и подножья гор Килиманджаро и Паре [United Republic of Tanzania, 1977].

Другие основные факторы, вызывающие опустынивание аридных и семиаридных районов Танзании — это чрезмерное сжигание растительности, деревьев и кустарников, а также массовые рубки с целью заготовки древесины для строительства, отопления и прочих бытовых и промышленных нужд. В некоторых частях Танзании пожары периодически уничтожают сенокосные угодья и прилегающие к ним леса. Как полагают, невольными виновниками этих пожаров, наносящих колоссальный ущерб (например, пожар 1979 г. уничтожил 10—20 тыс. га на склонах Килиманджаро), часто становятся сборщики меда, выкуривающие пчел из ульев. Чаще же местные пастухи умышленно поджигают сухую траву, с тем чтобы на почве, удобренной золой, выросла трава, которая станет лучшим кормом для скота. Иногда поджоги совершаются злоумышленниками, ворующими скот, чтобы скрыть следы.

Опасность, связанная с рубкой леса для заготовки древесины, приобретает широкие масштабы. В период с 1950 по 1970 г., например, общее потребление древесины в качестве топлива возросло в стране на 35 %. Предполагается, что потребление только лишь древесного угля, составлявшее в 1970 г. 0,5 млн. м^3 увеличится к концу века на 11—20 % и достигнет тревожной величины — 5,6 млн. м^3 в год. В 1972 г. Танзания экспортировала 188 т древесного угля (в основном в Кувейт). Как ожидается, экспорт этого вида топлива превысит в ближайшем будущем 30 тыс. т. По оценке директора Департамента лесов, потребление древесного угля в Танзании увеличилось в 5 раз [Daily News, 1979]. Установлено, также, что лесоповал в настоящее время в два раза превышает цифру пятидесятилетней давности. Потребление древесины на душу населения в качестве топлива составляет в 1980 г. в стране 0,7 м^3. Большая же часть его поступает из довольно редких естественных лесов, очень быстро приходящих в упадок [Mushalla, 1980]. Если учесть, что Танзания бедна лесами (лишь 13 млн. га или 15 % всей площади страны покрыто ими), приходится сделать вывод, что рубка деревьев для удовлетворения растущих потребностей в строительном материале и топливе (например, для сушки табака и выпечки хлеба) может скоро привести к исчезновению лесов. Потребность в топливе уже достигла критического состояния в семиаридных районах Масва, Бариади, Магу, Игундра, Табора, Додома, Куела, Мпвапва, Сингида, Маниони, Киомбой и Шиньянга. Как полагают, затраты времени на бесплодные поиски древесины для топлива составляют в этих районах 200—300 чел.-дней ежегодно [Mnzava, 1979]. Нехватка топлива также сильно сказывается на обширных районах с более влажным климатом, прилегающих к побережью, где производство древесного угля привело к исчезновению некоторых видов деревьев (Mashalla, 1979). Директор Департамента лесов Ф. М. Мнзава полагает, что для возделывания одного гектара табака требуется сжечь около 50 м^3 древесины ежегодно. Считается, что сельское население Танзании проживает примерно в 8 тыс. деревень. Для восстановления запасов древесины, потребляемой ежегодно в виде топлива, требуется 75 га леса в пересчете на каждую деревню. Эти цифры дают общее представление о масштабе задач, стоящих перед правительством и народом страны, которые пытаются остановить процесс вырубки лесов и разрешить задачу борьбы с опустыниванием и деградацией окружающей среды.

ПРОЕКТЫ ОХРАНЫ И РАЗВИТИЯ АРИДНЫХ И СЕМИАРИДНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТАНЗАНИИ

Мероприятия по охране до 1940 г. Необходимость борьбы с эрозией почв и опустыниванием и мелиорации аридных и семиаридных земель в Танзании

возникла еще в 1930-х годах, когда большинство местных органов власти ввело правила охраны земель, возделывавшихся африканцами. Охрана получила дальнейшее развитие после второй мировой войны, когда колониальное правительство начало вводить различные схемы мелиорации, основная цель которых заключалась в улучшении состояния земельных участков, принадлежавших африканцам. Из этого, конечно, не следует делать вывод, что до начала 1930-х годов африканцы не проявляли в этом вопросе никакой инициативы. Было отмечено [Berry, Townshend, 1973], что способы охраны аридных и семиаридных земель были известны в Танзании давно и применялись многими поколениями африканцев. Например, на расположенном на озере Виктория острове Укереве принимались меры по борьбе с эрозией (нарезка борозд и террасирование, ограждение оврагов и возделывание насыпей вдоль рек и ручьев). Племена ваматенго на юге Танзании и ирок (мбулу), загнанные агрессивными соседями в горные местности, были вынуждены приспосабливаться к новым условиям возделывания земли и создали своеобразную методику нарезки борозд, известную под названием „система ям матенго". Траву выращивали на участках квадратной формы со стороной около 3 м. В центре квадрата выкапывали яму. Извлеченный грунт укладывали по краям в виде гребней. На них сажали траву, и ямы заполняли водой. После сбора урожая ямы засыпали растительными отходами, и процесс повторялся. К другим способам охраны относятся обсаживание угодий кустарниками, устройство вокруг них насыпей и дамб, террасирование и борьба с оврагами.

Начиная с 1930 г., правительство и местные органы власти стали уделять вопросам охраны особое внимание. В 1929 г. по инициативе директора Департамента сельского хозяйства Э. Х. Харрисона в Додоме прошла конференция по борьбе с эрозией почв и был образован специальный консультативный комитет [Berry, Townshend, 1973]. В 1931 г. в Амани состоялось первое заседание комитета, на котором было принято обращение к правительству в связи с проблемой эрозии почв. В обращении подчеркивалась необходимость осуществления охраны в „перенаселенных" горных районах и местах „массового скопления скота" на равнинной местности и содержался призыв об организации образцово-показательных хозяйств, улучшении содержания пастбищ и выделении земель для увеличения лесных запасов.

В 1930-х годах в ряде горных районов вблизи Килиманджаро, Усамбара, Паре и Меру были созданы образцово-показательные участки и проводились мероприятия по охране природы. Ответственность за их проведение была возложена на местные органы власти. Предпринимались также попытки со стороны центрального и местного руководства дать толчок проведению исследований относительно влажности почвы, измерению стока и определению урожайности в хозяйствах разных типов. Бóльшая часть экспериментов проводилась на сельскохозяйственных исследовательских станциях, расположенных в различных районах страны, в частности в Мпвампва, Амани, Уктригуру и Льямунгу.

Мероприятия по охране природы, предложенные в 1930-х годах, не нашли поддержки населения. Настойчивые призывы со стороны правительственных чиновников и наказания виновных в нарушении правил землепользования привели к ряду нежелательных последствий [Fuggles-Couchman, 1964]. Лишь в нескольких районах, прилегающих к Чагге вблизи Килиманджаро, в результате многолетнего давления элементарные меры охраны природы были внедрены в практику землепользования. Но многие из предложенных мероприятий не получили поддержки крестьян, т. к. они не только шли вразрез с устоявшимися принципами ведения сельского хозяйства, но и находились в противоречии с культурными и социальными традициями народа. Осуществление этих мер в это время невозможно было также из-за нехватки квалифицированных специалистов и капризов погоды [Berry, Townshend, 1973].

Мероприятия по охране природы и развитии земель 1940—1960 гг. Вплоть до начала 1940-х годов охрана земель проводилась хаотично; координированная политика в целом по стране отсутствовала. Отношение центрального правительства к этому вопросу было весьма прохладным и дальше разговоров о необходимости охраны природы не шло. Финансирование большинства проектов осуществлялось местными органами власти из собственных источников. Лишь в немногих районах пояса аридных и семиаридных земель население понимало, насколько важны эти меры.

После второй мировой войны положение начало меняться. Центральное правительство понимало, что необходимо разработать комплексные широкомасштабные мероприятия для наиболее отсталых районов страны, оказать местным органам финансовую поддержку и обеспечить их квалифицированными кадрами. В 1944 г. был разработан подробный план послевоенного развития на период с 1947 по 1956 гг. Стоимость этого проекта оценивалась в 19 млн. фунтов стерлингов, из которых 1,25 млн. отводилось на мелкие сельскохозяйственные проекты, затрагивавшие интересы свыше 2 млн. человек [Fuggles-Couchman, 1964]. Главная цель плана состояла в том, чтобы поднять благосостояние африканских фермеров путем более полного использования и сохранения земельных угодий. Кроме того, каждому округу было предоставлено право проведения своих собственных мероприятий по мелиорации; их финансирование должно было осуществляться из фондов местных органов власти или за счет центрального правительства. Большое внимание уделялось проектам, связанным с механизацией процессов обработки земли африканцами. Средства для их реализации почти полностью поступали из местных источников за счет займов на развитие. По инициативе правительства особое внимание уделялось вопросам механизированного возделывания арахиса, риса и сорго. То была „эра арахиса", печально известного плана Британской корпорации по производству пищевых продуктов в заморских территориях, предусматривавшего широкомасштабное выращивание арахиса на семиаридном плато в центральных, западных и южных провинциях Танзании. План не удался из-за недопонимания роли природных и экологических факторов в этих районах. Эта трагикомическая история, метко названная „делом об арахисе", ярко описана Аланом Вудом [Wood, 1950].

В то время существовало два основных проекта охраны аридных и семиаридных земель — Проект переустройства Сукумаленда и Проект восстановления Коло. Первый затрагивал интересы 1 млн. чел., на которых приходилось 2 млн. голов крупного скота

и такое же количество овец и коз, и охватывал территорию в 2,3 млн. га интенсивно использовавшихся деградированных степных земель в районе Озера. Основные цели проекта заключались в том, чтобы научить людей правильным методам землепользования и переселить часть жителей вместе с их скотом в заранее подготовленные места. Что касается сельскохозяйственных аспектов, задача состояла в том, чтобы повысить культуру земледелия и степень использования земель, увеличить заготовку удобрений и растительных кормов на сухой сезон, организовать борьбу с оврагами и устроить живые изгороди, где это возможно. Специалисты по животноводству видели свою задачу в том, чтобы уменьшить плотность поголовья и начать организацию смешанных хозяйств. Одновременно велось изучение пустующих земель с целью создания на них организованных поселений. Второй проект не намного отличался от первого. Он предусматривал переселение части жителей в другие районы и принятие мер по борьбе с оврагами и мухой це-це в округе Кондоа.

Два других проекта рассматривали, в основном, последствия скопления чрезмерно большого поголовья скота в округе Мбулу и в Масайленде, расположенных на семиаридной равнине. В Мбулу проблема решалась путем планомерной вырубки кустарника, на котором обитает муха це-це, и обязательной страховки скота. Для расселения людей, прибывающих из районов с высокой плотностью населения, был предложен план небольшого обустройства местности. В Масайленде это сводилось к вырубке кустарника, на котором обитает муха це-це, и к улучшению водоснабжения для обеспечения более равномерного распределения поголовья скота и увеличения продолжительности выпаса в сезон дождей.

Три других проекта — Проект использования земель Улугуру, Проект мелиорации Усамбара и Проект мелиорации Паре — касались горных районов с высокой плотностью населения, для которых была характерна ускоренная эрозия, вследствие нарушения правил землепользования. Проекты предусматривали охрану всех пахотных земель, замену однолетних растений, культивируемых на очень крутых склонах, многолетними или деревьями, а также оказание поддержки желающим переселиться на необработанные земли на равнине.

Ко всем перечисленным проектам, большим и малым, прилагались внушительные перечни правил, определяющих районы земледелия и условия содержания скота на пастбищах и запрещавших сжигание растительности. Нарушителей штрафовали и заключали в тюрьму.

Большинство проектов охраны природы, предложенных в этот период, также не имело успеха. Как часто бывает при внедрении программ, связанных с обязательным выполнением планов и распоряжений, население начинает испытывать к ним политическую неприязнь. Как отмечают Берри и Таунсхенд, многие крупные проекты пришлось закрыть, после того как по стране прокатилась волна гражданского неповиновения. Правительство вынуждено было отменить обязательное соблюдение правил охраны земель. К 1958 г. большинство выполнявшихся проектов было окончательно заброшено, и люди „начали с усердием разрушать террасы и насыпи, с таким трудом сооруженные" [Berry, Townshend, 1973].

После провала крупных проектов колониальные власти предпринимали лишь робкие попытки вернуться к мерам по охране природы.

Мероприятия по охране природы и кампания по борьбе с эрозией почв и опустыниванием. В течение некоторого времени после получения независимости в 1961 г. казалось, что все планы охраны природы окончательно забыты и даже в архивных документах Министерства сельского хозяйства о них трудно найти упоминание. В сельскохозяйственном планировании охрана земель перестала быть ключевым вопросом. Эрозию почв больше не считали барьером на пути развития сельского хозяйства Танзании, хотя кое-где признавали опасность расчистки новых земель под пашню. На первых порах принципиально отвергались планы охраны природы, которые считались частью колониальной политики, и сотрудники службы сельскохозяйственной пропаганды испытывали трудности с распространением идей охраны среди людей, „которые своими руками осуществляли охрану природы, а потом, получив другие указания, разрушали то, что уже было сделано" [Berry, Townshend, 1973].

С провозглашением Арушской Декларации (1967 г.), принятием второго Пятилетнего плана развития страны (1969—1974 гг.) и Директив по сельскому хозяйству вновь возник интерес к охране земель. Два последних документа подчеркнули особую значимость проблем эрозии почв, в то время как Арушская Декларация заложила основы и указала пути развития сельского хозяйства как основы экономики Танзании. Возродился интерес к проблеме опустынивания и развития аридных и семиаридных районов в целом после проведения в 1977 г. Конференции ООН по проблемам опустынивания.

И все же до сих пор не разработан четкий, систематический и координированный подход к этой проблеме, способный дать толчок улучшению аридных и семиаридных земель Танзании. Предпринятые в последнее время усилия по борьбе с эрозией и опустыниванием засушливых земель были разрозненными и сводились, в основном, к посадке деревьев. Министерство животноводства и природных ресурсов организовало в различных частях страны питомники и отправило сотни тысяч саженцев различных пород деревьев для посадки в деревнях. Совместно с Институтом обучения взрослых министерство развернуло в восьми аридных и семиаридных районах широкую кампанию, ставящую целью подчеркнуть опасность эрозии и опустынивания и важность облесения. К этим районам относятся: Мара, Мванза, Шиньянга, Табора, Сингида, Додома, Аруша и Кигома. Начиная с 1973 г., министерство проводит обширную программу охраны природы в районе Додома. На сегодня в рамках этой программы благодаря высадке особых пород деревьев и террасированию в округах Кондоа, Мпвапва и Додома отвоевано около 7500 га заброшенных земель [Mushalla, 1980].

В семиаридной зоне сооружены гидроэлектростанция Кидату на реке Руаха и водохранилище в Кидату и Мтере. На станции, пущенной в 1975 г., установлено 2 энергоблока по 50 МВТ. Строительство плотины в Мтере завершено в 1980 г. Емкость водохранилища при максимальном заполнении составляет 3200 м^3. Пока рано еще давать окончательную оценку воздействия этих гидротехнических сооружений на окружающую среду и социально-экономиче-

скую обстановку в долине реки Руаха. Однако можно предположить, что благодаря большой мощности и высокому ирригационному потенциалу этот объект станет основой комплексного плана, в котором задачи индустриализации и урбанизации будут сочетаться с планами развития сельского хозяйства в соответствии с рекомендациями Конференции ООН по проблеме опустынивания и задачами проектов СССР/ЮНЕП по борьбе с опустыниванием Центра Международных проектов ГКНТ.

Танзанийский урок. В предшествующих разделах говорилось о мероприятиях и проектах колониальных властей и администрации независимой Танзании, направленных на борьбу с эрозией почв и опустыниванием, а также на улучшение состояния аридных и семиаридных земель в стране. Однако анализ был бы неполным без выявления их уязвимых мест и накопленного опыта, который может оказаться полезным другим развивающимся странам, вступающим в борьбу с пустынями.

Главный недостаток мероприятий, проводившихся колониальными властями, заключался в недооценке важности социальных и культурных традиций местного населения и в неспособности привести их в соответствие с социальной структурой страны. Колониальные власти рассматривали эти мероприятия лишь в плане увеличения выпуска сельскохозяйственной продукции [Berry, Townshend, 1973]. В меньшей степени их интересовало благосостояние народа. Поэтому они насаждали мероприятия, которые не только шли вразрез с жизненными устоями, но бросали открытый вызов и даже содержали угрозу экономическим и культурным достояниям народа. Например, скотоводы не хотели расставаться со скотом, потому что он олицетворял для них богатство и спокойствие. В искусственном уменьшении поголовья и выбраковке усматривали выгоду для администрации, поскольку продажа скота обеспечивала работой мясоперерабатывающие предприятия Дар-эс-Салама и Аруши [Cliffe, 1964]. Земледельцы также боролись за свою землю, потому что, по их мнению, при переселении они лишались родины.

Кроме навязывания непопулярных мероприятий, колониальная администрация почти ничего не предпринимала для развития местных потенциальных возможностей и привлечения населения к процессу планирования. Администрация не хотела понять, что несмотря на некоторые негативные обычаи и традиции, многие крестьяне приспособили свои методы ведения хозяйства к окружающим условиям и научились бороться с эрозией. Колониальная администрация не придавала большого значения накопленным местным населением знаниям и опыту.

Еще одним фактором, способствовавшим провалу колониальных проектов, было отсутствие правильного планирования. Несмотря на большие капиталовложения, даже крупные проекты были плохо спланированы [Berry, Townshend, 1973]. Ни одному из них не предшествовали детальные планировки, определение типов почв, подходящих способов охраны природы в соответствии с условиями окружающей среды и социальными и культурными традициями населения.

Даже после внедрения планов никто не контролировал их выполнение и эффективность. Отсутствие постоянного контроля затруднило своевременное выявление намечавшихся тенденций и внесение необходимых корректив. Кроме того, проекты были лишены гибкости, поэтому трудно было выявить возникающие проблемы и принимать безотлагательные меры.

Наконец (это относится и к текущим программам), планы развития аридных земель не имели долгосрочного и комплексного характера. Планирование было весьма небрежным, случайным, несогласованным и узким. В основе реализации планов лежала одна мера — посадка деревьев.

Хотя признавалась необходимость общенационального плана действий, направленных на борьбу с опустыниванием посредством переселения людей и проведения особой политики в области землепользования [United Republic of Tanzania, 1977], и даже был выработан ряд региональных планов, например, Комплексный региональный план Мванза [Claeson, Moore, 1976], пока не заметно, чтобы предпринимались серьезные усилия по их выполнению. Однако, вряд ли, можно в этом винить правительство. В связи с тем, что, начиная с 1974 г., расходы на импорт нефти возросли с 10 до 60 %, а цены на основную экспортную продукцию страны на мировом рынке упали, и война, в результате которой в Уганде была свергнута диктатура, обошлась этой стране примерно в 5 млрд. долл., Танзания после 1975 г. оказалась перед лицом серьезного экономического кризиса. Поэтому нет ничего удивительного в том, что правительству не удалось провести в жизнь целый ряд мелиоративных программ.

Из всего этого становится ясно, что прежде чем принять план охраны и мелиорации аридных и семиаридных земель и приступить к его реализации, необходимо взвесить многие факторы. Танзанийский урок сводится к следующему:

1) **Всякому проекту должен предшествовать этап подготовки и детального планирования.** В нашей памяти сохранится отрезвляющий пример того, как из-за незнания экологических факторов провалился так называемый проект „Арахис" — один из наиболее грандиозных планов, предпринятых в Танзании при содействии иностранных государств. Также непростительным было полное незнание или невнимание колониальных властей к племенным, социальным и культурным традициям коренного населения, в результате чего местные фермеры восприняли программы охраны земель с чувством недоверия и сильного негодования.

2) **Важной частью процесса планирования должно стать участие народа,** поскольку намечаемые планы призваны улучшить его жизнь. По всей видимости, при планировании целесообразно исходить из традиционных методов, приспособленных к новым условиям. Как отмечал Сандберг [Sandberg, 1974], „принятые в крестьянском обществе способы земледелия являются результатом длительного процесса адаптации путем проб и ошибок. Логическая структура этого исторического процесса подобна неподготовленному научному эксперименту, проведенному под давлением. На деле же, несмотря на отсутствие научных теорий и подходящих гипотез, результаты этих проб и даже ошибки чрезвычайно важны с точки зрения ученого. Есть много причин, по которым ученым и плановикам следует с уважением относиться к тем, кто издавна обрабатывал землю. С покорностью, а не высокомерием должны мы проявлять чувство благодарности ко многим поколениям крестьян, отчаянно боровшихся за существование, ибо все наши находки суть результата их тяжкого труда".

3) **Необходимо целенаправленно проводить кампании по ликвидации неграмотности среди взрослых.** Проектам по охране природы должна предшествовать широкомасштабная кампания по ликвидации неграмотности среди взрослых, если мы хотим изменить взгляды людей [Berry, Townshend, 1973]. Мероприятия по борьбе с эрозией, навязанные людям против их воли, не будут способствовать улучшению состояния почвы. Народ нужно убедить, что, применяя нерациональные методы земледелия или животноводства, они разрушают источник своего существования.

4) **Необходимо ввести долгосрочное планирование.** Любой стратегический план улучшения аридных и семиаридных районов должен иметь долгосрочную основу. Как отметил Бисвас [Biswas, 1979], существует серьезная опасность, что в попытке ускорить процесс развития мы можем избрать путь, ведущий к самоубийству. Необходимо избегать принятия краткосрочных временных программ.

5) **Необходимость комплексного подхода.** Важность этой проблемы нельзя переоценить. Любые технические или административные действия, направленные на борьбу с опустыниванием, должны составлять часть всеобъемлющей комплексной программы улучшения благосостояния и социальных условий жизни народа.

6) **Необходимость иностранной помощи и технического содействия.** Улучшение аридных земель и борьба с опустыниванием требуют помощи и технического содействия со стороны высокоразвитых в промышленном отношении стран.

Глава XIII

ПРОБЛЕМЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ

П. Бомон (Великобритания)

Ближний Восток имеет весьма контрастный рельеф. Высокогорья здесь часто соседствуют с низменностями. Еще одна черта — малое количество крупных рек. На западе протекает Нил; на востоке основными артериями, собирающими сток северных областей региона, являются Тигр и Евфрат. Ближний Восток отличается сильной сезонной или круглогодичной аридностью. Только на Крайнем Севере осадки выпадают круглый год, но и здесь по мере удаления на восток наблюдается их заметное уменьшение. В большинстве районов осадки выпадают в основном зимой. Сезон дождей начинается, как правило, в октябре и длится по апрель. Исключение составляют южная оконечность Аравийского полуострова и Судан, где вследствие муссонов дожди идут летом.

В течение летних месяцев для всех низменных равнин и предгорий региона характерны температуры свыше 30°С. В районе центрального плато Ирана даже на высоте более 1000 м температура достигает 40°С и выше. С другой стороны, в результате проникновения холодного воздуха из Сибири, зимы на Ближнем Востоке иногда бывают исключительно холодными. Из-за низких температур бóльшая доля зимних осадков выпадает в виде снега, который сохраняется в горах до тех пор, пока с приближением лета не начинают повышаться температуры. Лишь на побережьях Средиземного и Красного морей, а также Персидского залива в течение всего года преобладает теплая погода.

При высоких летних температурах удивляться тому, что в низменных районах Ближнего Востока испарение и транспирация превышают 1000 мм в год, не приходится. Даже для большинства возвышенностей они составляют более 500 мм в год. В результате лишь в высокогорных районах Турции и Ирана сохраняется значительное количество влаги. Но и здесь, только в нескольких районах количество выпадающих осадков превышает 1200 мм в год. Для бóльшей части региона, однако, этот показатель составляет менее 100 мм в год. За счет горных районов пополняются реки и запасы подземных вод. Благодаря этому, в конечном итоге, становится возможной сельскохозяйственная деятельность. Из горных районов вода по рекам и водоносным горизонтам поступает в долины, где возделываются земли [Beaumont, 1978, Beaumont, 1981].

Режим рек Ближнего Востока тесно связан с климатическими условиями. На севере в горах Афганистана, Ирана и Турции максимальный речной сток приурочен к апрелю—маю. Таяние снега в горах идет здесь настолько интенсивно, что более половины годового стока приходится на три месяца [Beaumont, 1973]. Влияние снегового питания отмечено и в режиме Тигра и Евфрата. Что касается Нила, здесь наблюдается совершенно другая картина. Максимальный сток происходит в конце лета после муссонных дождей в Эфиопии.

Почвы ближневосточных, особенно горных районов, маломощны и малопригодны для сельскохозяйственного производства. В более аридных районах также преобладают слаборазвитые почвы. Развитие их здесь сдерживается нехваткой влаги. На окраинах речных бассейнов аллювиальные конусы выноса состоят из гравия, малопригодны для сельского хозяйства и потому обычно не возделываются. Что касается большинства обитаемых районов Ближнего Востока, в них преобладают почвы пустынь. Самые лучшие из них образуются на мелкозернистом аллювии, который встречается на пойменных участках речных систем. Эти почвы в течение тысячелетий считались особенно пригодными для сельского хозяйства. Одним из первых районов, где появились крупные ирригационные сооружения, были вероятно,

поймы Тигра и Евфрата. Естественная растительность была когда-то очень разнообразной, однако в результате хозяйственной деятельности человека она в значительной мере подверглась деградации [Atkinson, Beaumont, 1971; Mikesell, 1969]. В более влажных высокогорных районах преобладали леса, которые у подножий гор переходили в кустарники с отдельно стоящими деревьями. В местах с меньшим количеством осадков они уступают место кустарникам пустыни.

Наши знания об изменениях климата Ближнего Востока за последние 50 тыс. лет еще недостаточны. Имеющиеся данные позволяют предположить, что во время наиболее интенсивного оледенения в северном полушарии (15—25 тыс. лет назад) в высоких горах Турции, Ирана и Афганистана образовывались небольшие каровые или даже долинные ледники. Палинологические данные слишком скупы, чтобы внести ясность в картину возврата к теплому климату, наметившемуся 15 тыс. лет назад. Спорово-пыльцевая диаграмма района озера Зрибар в горах Загрос на западе Ирана показывает, что еще 11 тыс. лет назад здесь преобладал прохладный климат, близкий к степному [Zeist, Wright, 1963]. Затем наступил период коренного изменения климата, продолжавшийся примерно 5,5 тыс. лет, когда в высокогорных районах вновь появились деревья, в частности дубы. Может показаться, что в то время климат был еще теплее и суше, чем сегодня. Складывается впечатление, что за последние 5,5 тыс. лет произошли относительно малые изменения климата [Zeist, 1969].

Поэтому сегодняшние проблемы опустынивания необходимо рассматривать с учетом такого важного фактора, как многовековая история заселения этого района. Уже 12 тыс. лет назад существовало общество, жившее охотой и промыслом. Затем в течение относительно короткого времени, возможно не более 2000 лет, в предгорьях высокогорных массивов произошло одомашнивание некоторых растений и животных [Ucko, Dimbleby, 1969]. Начался ли этот процесс в каком-то одном месте и затем распространился на другие районы или он охватил несколько районов одновременно, точно неизвестно. Однако ясно, что примерно 8 тыс. лет назад во всех предгорных районах Ближнего Востока широкое распространение получили сельские общины, выращивавшие пшеницу и ячмень и содержавшие овец и коз. В последующие 2 тыс. лет география земледелия в регионе претерпела значительные изменения, т. к. сельские поселения начали создаваться на равнинах в междуречье Тигра и Евфрата. С этим переселением были связаны крупные перемены в сельскохозяйственной деятельности. В предгорных районах преобладало богарное земледелие, в то время как в гораздо более аридных условиях Месопотамии возделывать землю можно было лишь с помощью орошения. Примерно 5 тыс. лет назад существовало два основных вида сельскохозяйственной деятельности: в небольших деревушках в предгорьях было распространено богарное земледелие с чередующейся обработкой земель, в то время как на равнинах вдоль Нила, Тигра и Евфрата процветало орошаемое земледелие. Эта схема оставалась в основном неизменной вплоть до XX в., когда началось проведение крупномасштабных мероприятий по мелиорации земель.

С развитием сельского хозяйства появилась возможность обеспечения продовольствием гораздо большего населения, чем во времена, когда люди кормились охотой и промыслом [Harris, 1969]. Это означало, что развитие сельского хозяйства стимулировало миграцию населения из районов с высокой плотностью в малонаселенные районы. Целые районы, например аллювиальные низменности Месопотамии, начали активно заселяться по мере развития орошаемого земледелия.

Длительная история заселения Ближнего Востока оказала многостороннее воздействие на природную среду. Хотя это воздействие в каждый отдельный период не очень заметно, общие последствия для природного ландшафта оказались значительными. Это легко понять, если вспомнить большой период времени, на протяжении которого здесь происходили события исторической важности. Здесь был период колонизации, а также эпохи прекращения возделывания земли по причинам, не связанным с климатом. Шехтер и Галай [Schecter, Galai, 1980] приводят цитату из работы, посвященной исследованию пустыни Негев, в которой описывается, как в результате колонизации многие пахотные земли оказались заброшенными на длительное время. Отсюда можно сделать вывод, что для существования общества с устойчивым сельским хозяйством решающее значение имело чувство безопасности, которое испытывают его члены. Как только это чувство стало ослабевать, пахотные земли начали быстро приходить в упадок.

Ламбтон [Lambton, 1981] приводит в качестве примера эпизод в истории пограничных районов Ирана, в которых в результате возросшей опасности и нехватки средств, направляемых на развитие, резко сократилась численность населения. Она также показывает, как нашествие восточных племен вызвало спад в сельском хозяйстве. Основная причина этого состояла в том, что завоевателям нужны были не столько урожаи, сколько пастбища для скота. Судя по всему, они пускали свой скот пастись на полях местных жителей в районах, через которые проходили или где разбивали лагеря. В результате значительные площади пахотных земель превратились в пастбища.

Следует помнить, что энергетическое обеспечение на Ближнем Востоке 10 тыс. лет назад и в начале XIX в., когда в развитых странах широкое развитие получил двигатель внутреннего сгорания, было примерно на одном уровне. До этого времени опасность для окружающей среды исходила только от самого человека или его животных. Сельское и городское население существовали порознь. В деревнях производилась основная часть продуктов питания и волокна для собственных нужд, а излишки отвозились в близлежащие города на продажу. Деревня практически полностью обеспечивала себя топливом, используя для этого древесину, отходы урожая и навоз. Хотя некоторые дорогие товары приходилось покупать в городах, для чего нужно было совершать поездки на большие расстояния, они составляли лишь незначительный процент продукции, потреблявшейся непосредственно в деревне. Даже в количественном отношении та продукция, которая отправлялась на местный рынок, была незначительной по сравнению с оставшейся в деревне. Основная причина такого положения заключалась в отсутствии эффективной транспортной системы. Для перевозок использовали верблюдов или мулов, и это усиливало необходимость самообеспечения необходимыми продуктами.

С наступлением XX в. все изменилось, поскольку появились мощные машины, призванные удовлетворить возросшие потребности человека. Применитель-

но к сельскому хозяйству речь идет об увеличении количества тракторов, использовавшихся на Ближнем Востоке. После окончания второй мировой войны здесь на полях стало появляться все больше обычных четырехколесных тракторов. Однако еще существеннее оказалось создание двухколесных сельскохозяйственных машин, которые пришлись фермерам, особенно мелким, по душе, благодаря своей дешевизне.

Наибольшая опасность опустынивания таится в районах с годовым количеством осадков в 100—300 мм. Там, где выпадает менее 100 мм, возможно лишь орошаемое земледелие, в то время как в районах, где количество осадков превышает 300 мм, оказывается эффективным богарное земледелие, за исключением очень засушливых лет. Засухи, продолжающиеся 1—3 года, могут нанести земледелию этих районов значительный ущерб и создать серьезные трудности для сельского населения. В несколько более влажных районах последствия сухих периодов обычно удается преодолеть традиционными способами, такими как длительное хранение урожая или более широкое потребление продуктов питания, получаемых от пасущегося скота, хотя это связано с опасностью деградации земель.

В высокогорных районах на севере Иордании среднегодовое количество осадков составляет 300—550 мм, причем около 80% приходится на декабрь—март. Естественная растительность района включала вечнозеленые дубы, листопадные дубы и Алеппские сосны, однако с течением времени деревья на больших площадях были вырублены населением на топливо и древесину, а также для расчистки площади под пастбищное травосеяние. Горы здесь имеют довольно крутые склоны — в среднем более 15° [Beaumont, Atkinson, 1979]. Характер почв отличается в зависимости от типа горных пород: на твердых кристаллических известняках преобладает терра росса, но встречаются также рендзины и другие почвы. В этом районе в результате сильной эрозии качество почв заметно ухудшилось. Частично это было вызвано крутизной склонов, но особую роль сыграли вырубка леса, чрезмерный выпас овец и коз и возделывание злаковых культур. Последнее приводит к оголению земли во время сезона дождей и способствует возникновению плоскостной эрозии. В результате большие площади оказались полностью лишенными почвенного слоя, что сделало дальнейшее земледелие невозможным.

В начале 60-х гг. правительство Иордании, осознав серьезность этой проблемы, начало совместно с ООН реализацию программы регулирования стока в районах северного высокогорья. Эта программа, предусматривавшая такие мероприятия как валкование, террасирование и создание овражных запруд на сухих руслах, имела большое значение для решения проблемы эрозии. Как и все подобные программы, она была очень дорогостоящей. Ее успех зависел от эффективной работы службы сельскохозяйственной пропаганды, которая могла побудить фермеров применять такие способы хозяйствования, которые свели бы эрозию к минимуму. Хозяйственная деятельность сельского жителя проходит вблизи его деревни. Здесь он собирает дрова для своего очага, здесь пасется скот.

Сельскохозяйственным угодьям может быть нанесен урон в результате сокращения затрат труда. Чаще всего это проявляется там, где применяется орошение. Если численность населения деревни падает ниже критического уровня, определенные работы, например, очистка и уход за оросительными каналами выполняются не так, как следует. В результате через некоторое время на поля поступает меньше воды и вскоре они приходят в запустение. Если численность населения падает ниже критического уровня, эта тенденция продолжается и в конце концов деревня забрасывается.

Уменьшение численности населения может быть вызвано целым рядом социально-экономических причин. Так например, широкое распространение транзисторных радиоприемников позволило „приблизить" к крупным городам даже самые отдаленные деревни и постоянно снабжать их информацией. С другой стороны, это неизбежно привело к обострению чувства изоляции и способствовало развитию фактора „толчка". Люди начали перебираться из деревень в крупные городские центры. Большие материальные блага, которые получают горожане, служат фактором „тяги". Поэтому четко обозначается тенденция, когда молодые и физически крепкие люди покидают деревни, а в них остаются лишь старики и дети, которым не под силу вести хозяйство перед лицом надвигающейся пустыни. Сельскохозяйственное производство падает, а наиболее удаленные от деревни поля просто отдаются пустыне.

Даже в оазисах Аравийского полуострова и Северной Африки проблемы борьбы с опустыниванием стоят довольно остро. Например, за последние несколько десятилетий в оазисе аль-Хасса в Саудовской Аравии мигрирующие пески и дюны пустыни Джафура серьезно осложнили возделывание земли. В этом оазисе выпадает менее 100 мм осадков в год, однако под ним расположены мощные эоценовые водоносные горизонты [Beaumont, 1977]. Однако в этих водах содержится значительное количество растворенных солей, что означает необходимость строительства надежных дренажных систем для предотвращения засоления почв.

Северо-восточная часть оазиса больше других подвергается опустыниванию, поскольку дюны мигрируют на юг. Возделывавшиеся здесь когда-то земли засыпаны слоем песка толщиной до 7 м. Меры по защите оазиса аль-Хасса начали приниматься в 1960-х гг. после того, как здесь пронеслись сильные песчаные бури и каждый год терялось до 7 га пахотных земель [Achtnich, Homeher, 1980]. В рамках программы закрепления песков на более чем 500 га дюн было посажено почти 5 млн. деревьев, в основном тамариска, способного расти в засушливых условиях. Кроме того, сажали также акацию и эвкалипт. Реализация программы мелиорации несомненно позволила остановить наступление песков на оазис, но затраты, связанные с посадкой деревьев, с обеспечением их роста, были огромны. Саудовская Аравия получает большие средства от продажи нефти, поэтому она могла позволить себе такую роскошь. Необходимо также отметить, что выполнение программы улучшения земель имело много благоприятных последствий. В районах, где положение с занятостью обычно неблагополучно, было создано много рабочих мест. Организованы места отдыха для местных жителей и увеличились потенциальные запасы топлива и древесины. Однако высокая стоимость этой программы ставит под сомнение возможность ее проведения в других странах, сталкивающихся с аналогичными проблемами.

В Иране, например, начиная с 1950-х гг. проводятся правительственные программы, ставящие целью уменьшить деградацию земель путем закрепления песков, регулирования стока и водосброса и улучшения пастбищ. Наряду с этим проводились широкие реформы, направленные на обеспечение более эффективного использования природных ресурсов. В 1962 г. была начата обширная программа земельных реформ, за которой последовала национализация лесов и пастбищ (1963 г.) и водных ресурсов (1967 г.). К Конференции ООН по проблемам опустынивания в 1977 г. правительство Ирана подготовило доклад, посвященный изучению района Туран на севере страны, где были описаны трудности, с которыми приходится сталкиваться. Район Туран расположен на северной оконечности внутреннего плато и представляет собой аридную низменность и предгорье. По мере того, как молодежь стала переселяться из этого района в города, численность сельского населения там уменьшилась. Местные жители ведут в основном пастбищное хозяйство; крупные стада скота в зависимости от времени года кочуют между низменными районами и подножьем гор Эльбрус. В результате чрезмерного выпаса произошло постепенное истощение растительного покрова, поскольку поголовье скота считалось бóльшей ценностью, чем растительность. Полагали, что с течением времени растительность вновь восстановится. Деградация растительности произошла также в результате порубок деревьев. Древесину использовали для строительства, пускали на топливо, изготовляли древесный уголь.

В 1940—1950 гг. вследствие внешней опасности обстановка в Туране была особенно сложной. В 50—60-х годах продолжительные засухи стали здесь причиной частых песчаных и пыльных бурь. В некоторых частях региона двигающиеся пески всегда создавали трудности. Например, в 1940 г. жители покинули деревню Кхар, т. к. не могли содержать в порядке оросительную систему.

В 60-х годах произошли значительные изменения. Было издано распоряжение, запрещавшее производство древесного угля, вследствие чего растительный покров стал более густым. Примерно в это же время на смену верблюду пришел механизированный транспорт, что также благотворно сказалось на восстановлении растительности. Сегодня мы четко представляем себе, что когда капиталовложения, выделяемые на охрану окружающей среды, сокращаются, вероятность опустынивания возрастает. Если существующий низкий уровень цен на мясо останется неизменным, сохранится, по всей вероятности, и сезонный перегон скота на новые пастбища, а жизненный уровень сельского населения будет падать по сравнению с городским. В связи с этим возможно дальнейшее опустынивание.

На примере Ирана видно, как политика правительства фактически увеличила опасность опустынивания. В период с 1925 по 1941 гг. кочевников, живших в юго-западной части Ирана, заставили вести оседлый образ жизни. После 1941 г. многие племена, такие как кашгай, воспользовавшись нестабильностью политической обстановки, вновь вернулись к кочевничеству. Так продолжалось, без особых помех со стороны властей, до начала 60-х годов. Кашгаи кочевали на большие расстояния, перегоняя скот с зимних пастбищ на равнинах Кузестана на летние в горах Загрос. За многие годы кочевничества скотоводы разработали эффективную систему использования растительности, переходя на новые пастбища на различных высотах по мере того, как там появлялась молодая трава.

В 1960-е гг. правительство взяло миграцию под строгий контроль по политическим соображениям. В результате передвижение скота стало осуществляться не в соответствии с экологическими принципами, а по указанию местных военных властей. Это привело к чрезмерному выпасу и, как следствие, к сокращению поголовья в одних районах, в то время как в других пастбища использовались не полностью. В связи с продолжавшейся деградацией некоторых ключевых пастбищ на путях миграции и под нажимом военных многие местные жители из племени кашгай покончили с кочевничеством и начали вести оседлый образ жизни. Тем не менее, после свержения в 1979 г. шаха и в связи с ослаблением контроля со стороны правительства определенная часть бывших кочевников вновь вернулась к прежней жизни [Beck, 1981]. Маловероятно, что кашган и другие племена, когда-нибудь навсегда вернутся к кочевой жизни, однако вне всякого сомнения, такая форма землепользования была весьма эффективной и сбалансированной [Birks, 1981].

В Исфаганском оазисе земли приходят в упадок в силу довольно необычных причин. В конце 1960-х гг. на р. Зайяндех, протекавшей в оазисе, была построена крупная плотина. Это означало, что оазису больше не будут угрожать сильные наводнения. Для бóльшей части возделывавшихся земель это имело положительное значение, однако в районах, расположенных в нижнем течении реки, где почвы были сильно засолены, земледелие было возможно только благодаря тому, что во время наводнений паводок обеспечивал промывной режим. Со строительством плотины паводок уменьшился и сократилась урожайность. Можно предположить, что в недалеком будущем крупные площади придут здесь в запустение [Beaumont, 1980].

Повсюду в Исфаганском оазисе встречаются заброшенные деревни. Многие из них были покинуты давно, и теперь трудно установить вероятные причины этого. Однако, в отдельных случаях можно сделать предположение, почему земли перестали обрабатываться. За последнее время в деревнях, расположенных юго-восточнее Исфагана, объем воды, поступающей на поля, резко сократился, поэтому многие земли стали менее плодородными. Как свидетельствуют данные, полученные из близлежащих районов, понижение уровня подземных вод не связано с уменьшением количества выпадающих осадков. Воду из водоносных горизонтов забирают прежде, чем она поступает сюда. Как показало изучение аэрофотоснимков в 1956 г., в это время на возвышенностях возделывались лишь незначительные площади. Однако анализ данных, полученных в 1970 г. с помощью искусственных спутников земли, показывает, что в дальнейшем эти земли начали интенсивно обрабатываться. Для орошения полей вырыты глубокие колодцы. Несмотря на то, что гидрологические исследования еще не проведены, можно предположить, что понижение уровня в нижней части системы грунтовых вод может быть следствием того, что воду выкачивают из колодцев где-то выше. В результате из-за того, что приехавшие из города дельцы начинают где-то обрабатывать новые земли, в других

местах традиционная система земледелия приходит в запустение.

В некоторых частях Ирана земли деградируют и оказываются заброшенными в силу других причин. В оазисах центрального плато предложенная еще в 1962 г. программа земельных реформ привела к изменениям в системе землевладения, хотя порядок распределения воды для орошения остался прежним. Поэтому многие из тех, кто приобрел землю, не могли ее возделывать из-за отсутствия воды. В то же время у них не было достаточно средств, чтобы вырыть новые колодцы. Это, в частности, происходило в Бэме, где орошаемые земли располагались вокруг обнесенных оградой садов. Когда в основе землепользования лежала испольная система, в интересах землевладельца было обеспечить поля достаточным количеством воды [Ehlers, 1980]. После перераспределения этих земель многие из прежних землевладельцев перестали заботиться о воде и, как следствие, земли пришли в запустение.

Признаки запустения видны также на примере оазиса Сива в Египте. Многие периферийные деревни этого оазиса были покинуты, а их жители перебрались ближе к основным центрам или вообще переехали в другие места. Фруктовые сады и пальмовые рощи были брошены на произвол судьбы, и деревья в конце концов погибли. В ряде случаев правительство предпринимало попытки провести мелиорацию этих земель, но почти все они закончились неудачно. Основная причина опустынивания заключалась в сильной минерализации грунтовых вод, что привело к резкому повышению содержания солей в почве. Чтобы избежать этого, необходимы значительные затраты. Многие физически крепкие крестьяне отсюда уехали в Ливию и устроились там на нефтяных промыслах. Таким образом, возникла нехватка рабочей силы, дренажные системы стали менее эффективными и засоление почв возросло. Увеличение доли животноводства в сельском хозяйстве, ориентированного на обеспечение мясом соседней Ливии, лишь усугубили трудности. Поголовье скота резко возросло, что привело к чрезмерному выпасу, сокращению пастбищных угодий и кормовых ресурсов [Ghonaim, Gabriel, 1980].

Важнейшая причина ухудшения орошаемых земель на Ближнем Востоке заключается в увеличении засоления почв. С этой проблемой приходилось сталкиваться уже очень давно. Например, еще в Месопотамии из-за накопления солей в почвах многие земли были заброшены [Jacobson, Adams, 1958]. Однако в результате долгого пребывания земли под паром соли выщелачиваются и почвы снова становятся пригодными для возделывания. В противоположность этому долина Нила представляет собой прекрасный пример долговременного использования земель благодаря орошению. В некоторых районах поймы земли возделывают на протяжении тысячелетий без каких-либо серьезных признаков засоления. Система земледелия здесь основана на том, что во время паводка воды Нила, очевидно, вымывают соли, которые накапливаются в почве за год [Hamdan, 1961]. В последние годы в связи с внедрением круглогодичного орошения устойчивость этой системы сильно нарушилась. Повышение уровня грунтовых вод в настоящее время представляет серьезную опасность для дальнейшего возделывания земли.

Особенно горестно, что многие крупные ирригационные сооружения на Ближнем Востоке, предназначавшиеся для мелиорации земель, не в состоянии обеспечить высокое плодородие почв [Field, 1972]. Происходит, по-видимому, следующее. Во время начального периода урожайность достаточно высока, однако затем, вследствие повышения уровня грунтовых вод и увеличения засоления почвы она начинает уменьшаться. Продолжительность начального благоприятного этапа может быть различной. В одном случае трудности возникают уже через несколько месяцев, в то время как в другом, система работает достаточно хорошо несколько лет, прежде чем проблема приобретет остроту. Когда засоление почв достигает такой степени, что оказывает серьезное воздействие на урожайность, принятие эффективных мер защиты уже очень затруднено. Хотя по всей вероятности, при современном уровне развития техники можно разработать эффективные дренажные системы. Дело, однако, в том, что в местах, где построены новые объекты, потенциальные трудности настолько велики, что не существует реальных, с экономической точки зрения, способов их преодоления. Другими словами, еще до окончания строительства эти программы обречены на неудачу.

Меры, предпринимаемые правительствами разных стран для борьбы с опустыниванием, в значительной мере отличаются друг от друга. Однако следует отметить, что ни в одном из ближневосточных государств не удалось еще разработать всеобъемлющей программы, которая позволила бы резко уменьшить эту опасность. Трудности возникают отчасти потому, что рост населения оказывает дополнительную нагрузку на землю.

В последнее время опасность опустынивания признается почти во всех странах Ближнего Востока, хотя предпринимаемые усилия по борьбе с ним не везде одинаковы. Некоторые страны вложили огромные средства в сооружения, которые не могут дать реальной экономической выгоды, в то время как в других в этом отношении сделано очень мало или почти ничего. Все страны, однако, сталкиваются с необходимостью кормить и обеспечивать занятостью свое население, численность которого постоянно увеличивается. Поэтому не вызывает сомнения, что почти во всех планах будущего развития региона проблемам борьбы с деградацией земель будет уделяться повышенное внимание.

Глава XIV

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЮЖНОЙ АЗИИ

Х. С. Манн (Индия)

В Южной Азии обширные районы аридных земель встречаются в Индии, включая как жаркие, так и холодные пустыни. Аридные земли площадью около 300.000 км^2 находятся лишь на северо-западе Индии, а семиаридные распространяются далеко на юг (табл. 27). Холодные пустыни встречаются в Ладакхском районе штата Джамму и Кашмир, охватывая территорию площадью около 70.000 км^2.

Абиотические и биотические аспекты пустынных условий страны подробно были описаны ранее [Mann, 1974; ICAR, 1977].

Проблемы опустынивания. Не рассматривая геотектонику и орогенез в районе Тар Великой Индийской пустыни, следует отметить три основных фактора нарушения ее экосистемы, которые ведут к опустыниванию (Табл. 28).

Таблица 27

Площадь аридных зон в Индии по штатам

Штат	Площадь аридных зон, км^2	Процентное отношение к общей площади аридных земель в Индии
Раджастхан	196150	62
Гуджарат	62180	19
Пенджаб	14510	5
Харьяна	12840	4
Махараштра	1290	0,4
Карнатака	8570	3
Андра Прадеш	21550	7
Общая площадь	317090	—

Анализ различных климатических данных пустыни Тар обнаруживает, что изолиния индекса аридности, равного 80, смещалась к востоку между первым и вторым десятилетиями XX в., особенно в районах Ганганагара, Биканера, Гуру и Джодхпура. Для районов Бармер и Джалор этого не отмечалось. Имеются небольшие колебания от этой изолинии в течение различных десятилетий в период 1920—1970 гг. на севере в районе Гуру и на юге в районе Джалор. В районе Гуру максимальная сухость была зарегистрирована в 1951—1960 гг., когда изолиния индекса аридности, равная 80, достигла своего крайнего восточного положения. В Джалоре сдвиг к востоку был максимальным в 1961—1970 гг., свидетельствуя, что этот район становится в настоящее время намного суше [Krishnan, 1977].

Население аридных районов Раджастхана, насчитывавшее примерно 3,56 млн. в 1901 г., увеличилось до 10,23 млн. в 1971 г., т. е. более чем втрое. Таким образом, темпы его роста (158 %) в пустыне выше, чем в стране в целом (132 %). Плотность населения здесь колеблется от 157 до 4 чел. на 1 км^2. Следствием является то, что в западном Раджастхане возделывание маргинальных земель увеличилось на 44,6 % в 1951—1961 гг. и на 9,47 % в 1961—1971 гг. Пастбища и другие типы угодий соответственно сократились за два десятилетия на 16,8 и 6,95 %. Распространение богарного земледелия на маргинальных землях повлекло не только уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур, но и усилило эрозию и снизило плодородие почв, вызвало чрезмерную откачку грунтовых вод и т. д.

Рост населения усиливает нагрузку особенно на растительные ресурсы пустыни. Деревья, кустарники и даже их корни используются местным сельским населением в качестве топлива, пищи, служат материалом для оград и для строительства. Подсчитано, что потребности местного населения в лесной биомассе увеличились с 1,85 млн. т. в 1951 г. до 3,33 млн. т. в 1971 г. Семена и стручки древесных культур используются как деликатесы. Семена Сенегальской акации (Acacia senegal), плоды Capparis decidua и стручки Prosopis cineraria собираются. Почти все плоды Zizyphus nummularia, произрастающие на отдельных участках пустыни, собираются для потребления населением. Семена таких трав как Panicum turgidum, Pantidotale, Cenchrus biflorus, Echinochlea colonum

Таблица 28

Факторы	Процессы	Последствия
1. Климатические изменения	Развитие аридности, засухи	Пыльные бури, эрозия почв, снижение урожайности сельскохозяйственных культур, деградация растительности, миграция скота, номадизм
2. Рост населения	Обработка маргинальных земель	Сокращение продуктивности сельскохозяйственных культур, эрозия почв, потеря плодородия
	Развитие орошаемого земледелия	Заболачивание, засоление, чрезмерное использование подземных вод, интродукция новых сорняков и вредителей
	Использование биомассы лесов	Деградация лесов, уменьшение естественного возобновления, сокращение диких животных
3. Увеличение поголовья скота	Перевыпас	Деградация растительных ресурсов, уменьшение продукции животноводства, миграция скота и развитие номадизма

смешивают с просом для приготовления „чапати" (бездрожжевого теста), особенно в засушливый период. Семена трав добавляют для повышения питательных качеств пищи. Интенсивность, с которой повсеместно проводится сбор семян для непосредственного потребления, серьезно влияет на возобновление естественной растительности в пустынных районах.

Несмотря на низкую продуктивность аридных земель, в Раджастхане содержится довольно значительное поголовье скота. Парадоксально то, что при сокращении площади продуктивных пастбищ в течение последних двух десятилетий поголовье скота увеличивалось с тревожной быстротой — с 9,4 млн. голов в 1951 г. до 15,5 млн. голов в 1972 г. Нагрузка скота на 100 га поднялась с 72 в 1951 г. до 175 голов в 1971 г. не только в пустынных районах, но и в соседних с ними, но там это увеличение не было столь заметным (25 % по сравнению с 293 % в пустынных районах).

Поголовье коз и овец в этот же период (1951—1971 гг.) колебалось от 57,1 до 69,3 %. Даже в период продолжительных засух 1967—1971 гг. при миграции и падеже, поголовье таких выносливых животных как, например, коз, существенно увеличилось (на 34 %). Таким образом эти данные свидетельствуют о преобладании популяций коз и овец в аридном Раджастхане, но также указывают на их увеличение в годы засухи. Нагрузка скота на пастбища сказывается на уменьшении растительных ресурсов; в некоторых районах пустынь изменились естественные сукцессионные тенденции. Вследствие значительного уменьшения кормовых видов, продуктивность скота падает, что вызывает его миграцию, а также откочевывание населения.

Основным путем улучшения продуктивности аридных земель служит орошение, главным образом, для возделывания сельскохозяйственных культур. Но нерациональное его ведение нередко вызывает негативные последствия для природных экосистем. Так, в районе Анупгарх Шаха уровень грунтовых вод поднимается в среднем на 1,52 м в год. Есть районы, где эта величина достигает 3 м. В пойме Чаггара уровень грунтовых вод поднялся на 6—9 м. Подъем грунтовых вод при наличии гипсовых внутрипочвенных прослоев вызывает серьезную опасность заболачивания.

Во многих районах пустыни Тар для сбора осадков, чтобы использовать их на орошение, строятся пруды („танки") и плотины. Эти мероприятия также влияют на разрушение пустынных экосистем, вызывая подъем уровня грунтовых вод и распространение засоления. До 1958 г. засолению там подверглась площадь 8,3 км^2 ранее продуктивных земель, после этого оно распространилось еще на 15,6 км^2. В случае продолжения этих тенденций засоление может захватить еще 40 км^2.

Сравнение результатов исследований на участке Луни в течение 18 лет (1958—1976 гг.) показывает, что вследствие вмешательства человека активизировались процессы передвижения песков на площади в 166 км^2 или на 8,4 % территории участка. Одновременно 67,9 км^2 подвержено дефляции. Обнаружено также, что современная активность песков привела к увеличению нароста слоя песка на заградительных сооружениях на 15—30 см и увеличению его ширины на 1—2 м. Эта площадь составляет 163,3 км^2 или 8,2 % общей площади участка. На закрепленных песчаных дюнах крайнего северо-запада отмечено накопление песка до 1—2 м на их склонах и до 3—5 м на гребнях.

В целом установлено, что около 9290 км^2 или 4,35 % западного Раджастхана уже охвачено процессами опустынивания. По степени подверженности различным его видам выделяются:

а) сильно и среднеуязвимые площади — 162900 км^2 или 76,15 % и

б) средне и слабоуязвымые — 41692 км^2 или 19,5 %.

Комплексный подход к борьбе с опустыниванием. В Центральном научно-исследовательском институте аридной зоны (г. Джодхпур) разработано большое число мероприятий по борьбе с опустыниванием.

Контроль за эрозией почв. Для остановки оголенных дюн, наступающих на жилища и сельскохозяйственные поля, разработана методика их закрепления [Kaul, 1970; Muthana, 1977]. Выбрана и технология (и рассчитана ее стоимость) для закрепления почв в пустынных районах определенными видами растений, в частности, для создания лесов и лесопастбищ [Kaul, 1970; Acharya et al., 1977; Paroda et al., 1980].

Стандартизированы методы ослабления негативного воздействия сильных жарких ветров и высокой испаряемости для того, чтобы полнее использовать и без того скудные осадки, разработана техника создания лесозащитных полос, сохранения водных ресурсов и почвенной влаги [Singh, Mann, 1979; Mann, 1980].

Возможные культуры. На аридных землях в целях страховки от неурожаев вследствие неравномерно выпадающих осадков и частых засух, а также для обеспечения постоянного источника дохода и продовольствия возделывают культуру бер (Zizyphus nummularia). Разработана и внедрена технология ускоренного выращивания садов бер и других фруктов. Урожаи с одного дерева в условиях неустойчивых осадков на маргинальных землях при минимальных вложениях достигают 45—50 кг [Pareek, 1977].

Оптимальное использование воды. Почти 60 % грунтовых вод аридного Раджастхана характеризуются величиной EC (электропроводимость) более 2,25 милимо/см. т. е. классифицируются как солоноватые-сильносоленые. В результате исследований, проведенных ранее [Kanwar, Manchanda, 1964; Paliwal, Maliwal, 1971; Dhir, 1977], разработаны рекомендации для подбора культур в зависимости от различного качества воды; имеются данные о возможном в этом случае урожае. Несмотря на то, что системы орошения солеными водами невыгодны и требуют особого управления, они оправдывают себя в период недорода и служат гарантией в решении проблемы борьбы с голодом.

Оптимальная отдача от ограниченного орошения может быть достигнута путем увязывания малых норм полива с оптимизацией затрат. Распределение же воды на большие площади выгодно, так как несмотря на низкую урожайность можно собрать со всей площади больше продукции. Введение капельного орошения рекомендуется там, где выгодно использовать даже солоноватую воду, а по сравнению с дождеванием или другими способами орошения капельное несомненно имеет преимущество при возделывании таких культур как картофель (Solanum tuberosum), арбуз (Citrullus vulgaris), тыква грядковая (Luffea acutangula), круглая тыква (L. cu-

lindrica) и томат (Lycopersicon escylentum) [Singh, Mann, 1979].

Защита растений. Разработаны недорогие и доступные методы для защиты сельскохозяйственных культур от инсектицидов и грызунов-вредителей [Kushwaha, Pal, 1977; Pal, 1977; Prakash, 1976].

Альтернативные источники энергии. В настоящее время ведутся исследовательские работы по некоторым важным направлениям применения солнечной энергии для бытовых, сельскохозяйственных и промышленных целей, таких как подогрев воды, сушка фруктов и овощей, приготовление пищи и опреснение минерализованных вод [Garg, 1975].

Переход кочевников к оседлости. Меры по внедрению среди кочевого и полукочевого населения оседлого образа жизни, учитывающие социально-родственную структуру и культурные ценности, могут принести благоприятные результаты. Социально-экономические обследования, проведенные среди оседлого населения, позволили получить детальные данные о социально-экономических взаимоотношениях среди кастовых групп, о структуре ведения оседлого хозяйства, рабочей силе в сельских местностях, группах крестьянских хозяйств и размерах землевладений, взаимоотношениях животные — человек — растительность, о формах поселений, истории землепользования, структуре растениеводства, сельских ремеслах, задолженности и т. д. [Malhotra, 1971, 1977].

Программы. Многое сделано в области планирования, организации и финансирования мероприятий по улучшению состояния природной среды пустынной зоны Индии. В 1970/71 г. правительство Индии осуществило Программу сельских общественных работ с упором на трудоемкие производства в районах, подверженных воздействию засухи; это было сделано дополнительно, помимо тех мероприятий по развитию, которые предусматривались в этих районах планами соответствующих штатов. Программа работ в деревнях преследовала следующие задачи:

— сооружение крупных, средних и небольших ирригационных объектов, включая планировку земель и развитие инфраструктуры;
— охрана почв и облесение;
— подъем сельскохозяйственного производства;
— создание комплексов по сбыту сельскохозяйственной продукции;
— строительство дорог в сельской местности, необходимых для развития связей.

Несколько позже эта Программа была расширена и преобразована в план интегрированного территориального развития для кардинального решения проблем, связанных с засухой в этих районах. В связи с этим, программы, направленные на обеспечение занятости, отошли на второй план, и основное внимание стали уделять программам, направленным на коренное решение проблем борьбы с опустыниванием. В 1972/73 г. эта программа стала именоваться „Программой развития районов, подверженных засухам". Она включает следующие компоненты;

— освоение и управление водными ресурсами;
— мероприятия по охране почв и удержанию почвенной влаги;
— облесение с упором на социальные и экономические аспекты лесного хозяйства;
— улучшение пастбищ в связи с развитием овцеводства;
— развитие животноводства и молочного хозяйства;
— перестройка севооборота и применение новых агротехнических приемов;
— развитие вспомогательных профессий;
— развитие инфраструктуры;
— снабжение питьевой водой;
— сельская электрификация;
— строительство сельских дорог;
— обеспечение перевозки молока.

Стратегия Программы заключается в максимальном увеличении сельскохозяйственного производства в годы достаточного количества осадков и в минимизации потерь в засушливые периоды. В связи с тем, что развитие земледелия в этих районах имеет очевидные ограничения, крестьяне предпочитают заниматься скотоводством, птицеводством, шелководством и садоводством. Была сделана попытка обеспечить крестьян необходимой инфраструктурой, включая переработку сырья и сбыт сельскохозяйственной продукции, что позволило бы крестьянам реализовывать ее с выгодой для себя. Создается инфраструктура для развития молочного животноводства и овцеводства. В довольно широких масштабах идет лесоразведение для улучшения экологической ситуации и удовлетворения потребностей увеличивающегося сельского населения и роста поголовья скота. Несколько раньше остро стоял вопрос об улучшении лесных пастбищ и брошенных лесов. Благодаря развитию сельского энергоснабжения получило развитие использование подземных вод.

В 1977/78 г. правительство Индии приступило к реализации „Программы освоения пустынь", направленной на их комплексное развитие в целях подъема производства, доходов и обеспечения занятости населения путем оптимального использования материальных, людских и биологических ресурсов. Программа включает проекты создания пастбищ, развития животноводства, в частности, овцеводства и разведения верблюдов, производства молочных продуктов, развития лесного хозяйства. В развитии инфраструктуры предусматривалась лишь электрификация деревни, и то в небольших масштабах. Позже в Программу были включены отдельные целевые проекты. Программой были охвачены 19 административных округов (126 блоков) в 5 штатах страны: Раджастхане, Хариане, Джамму и Кашмире, Химачал Прадеше и Гуджарате. 11 округов (85 блоков) расположены в Раджастхане, основном штате по реализации этой программы. Для сравнения скажем, что вышеупомянутая программа 1972/73 г. охватывала 73 округа (401 блок) в 13 штатах в том числе на долю Раджастхана пришлось 79 блоков и 13 округов. В ряде округов обе программы проводятся одновременно, например, в 9 округах Раджастхана.

Правительство штата Раджастхан учредило Комитет по освоению пустынных районов и создало Департамент облесения и развития пастбищ, который проводит активную работу. Его главные достижения к 1981 г. были следующими:

— лесоразведение в крестьянских хозяйствах (1218 тыс. га);
— плантации для разведения шелкопряда (4750 га);
— древесные насаждения вокруг деревень для использования их на топливо и корм для скота (2800 га);
— закрепление подвижных песков (13850 га);
— лесозащитные полосы и посадка деревьев вдоль дорог (4304 км);

— расширение и улучшение пастбищ (19500 га);
— запасы кормов (10600 ц);
— посадки вдоль каналов (3600 га).

Программа облесения зоны Раджастханского канала, предусматривающая защиту каналов, дорог и сельскохозяйственных угодий от подвижных песков, а также обеспечение крестьян топливом, деловой древесиной и кормами, осуществляется при содействии Международного Банка реконструкции и развития (МБРР) на площади 200 тыс. га (1-й этап первой очереди). Начаты завершающие работы по введению в эксплуатацию еще 246 тыс. га (2-й этап первой очереди). Вдоль каналов и дорог производится посадка лесозащитных полос, вблизи деревень — посадка насаждений для последующего использования их в качестве топлива; кроме того, идут работы по закреплению подвижных песков и развитию пастбищ. Достижения последних лет позволяют надеяться на то, что, по крайней мере, на отдельных участках зоны пустынь будет восстановлена растительность.

Уроки для развивающихся стран. Борьба с опустыниванием и характер использования земель в аридных районах Индии должны учитывать хрупкость баланса, который легко нарушить. Поэтому планы развития должны быть основаны на поддержании оптимальной устойчивости продуктивности, применении экологически и социльно-экономически приемлемых технологий, на развитии новых методов администрирования и повышении квалификации кадров.

Осуществление планов землепользования, наряду с проведением законодательных и административных мер обязательно требует подготовки общественного мнения. Необходимо незамедлительное проведение энергичной демографической политики в отношении контроля за ростом населения, а также поголовья скота в аридных и семиаридных районах.

Сельскохозяйственная деятельность в аридных районах с малым количеством осадков губительно сказывается на природных ландшафтах, усиливает подвижность песков. Учитывая это, там необходимо уделять особое внимание развитию высокопродуктивных пастбищ и таких видов деятельности, которые минимально расходуют воду.

Необходимо и дальше развивать традиционные способы использования поверхностных вод жителями пустынь на основе современной технологии и ресурсов. Уже действующие и осуществляемые проекты предоставляют большие возможности для улучшения использования воды.

Для оценки воздействия на окружающую среду, в частности в отношении развития процессов опустынивания, необходимо контролировать последствия применения новых технологий.

Имеющиеся в настоящее время технологии не доходят до землевладельцев и сельских промышленников так быстро, как следовало бы. И в пропаганде новых методов и технологий гораздо больше внимания должно уделяться пустынным районам.

Необходимо тщательно разрабатывать планы для засушливых периодов и периодов с чрезмерным количеством осадков.

Проблемы борьбы с опустыниванием требуют развивать контакты между учеными-пустыноведами (которые разрабатывают технологии), администраторами и политиками (которые формулируют политику и принимают решения).

Программы обеспечения занятости, учрежденные в период оказания помощи в связи с засухой, должны иметь перспективное значение для увеличения продуктивности аридных земель, на которых проживает значительная часть сельского населения. Для улучшения его общего жизненного уровня необходимо также больше использовать возможности развития туризма при соблюдении всех необходимых мер по охране природы.

Глава XV

ПРОЦЕССЫ ОПУСТЫНИВАНИЯ В ИНДИИ И ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Г. В. Сдасюк (СССР)

В предыдущей главе были изложены наиболее существенные стороны современного состояния и проявившихся тенденций в развитии хозяйства на аридных и семиаридных территориях Индии. Здесь эта тема будет продолжена, однако с изменением главного аспекта ее рассмотрения и соответственно с привлечением дополнительного фактического материала. Преимущественное внимание в этой главе будет уделено проблемам именно комплексного развития таких территорий. Это может быть полезно для обобщения всего опыта освоения аридных территорий и борьбы с опустыниванием в специфических условиях развивающихся стран. Это обусловлено совокупностью следующих причин.

Засушливые территории составляют около 60% площади Индии и отличаются разнообразием природных типов, одновременно представляя и разные уровни социально-экономического развития. Обширен опыт Индии, одной из наиболее широко орошаемых стран мира, в области развития ирригации — основы устойчивого земледелия в аридных районах. Как и в большинстве других развивающихся стран, засушливые и особенно пустынные районы Индии наименее развиты в социально-экономическом отношении. Свыше тридцати лет — с введением планирования в независимой Индии — проводится региональная политика, одна из главных задач которой состоит в подъеме отсталых районов, при

этом засушливым районам уделяется особое внимание. В Индии широко развернуты исследовательские работы по оценке водных ресурсов и рациональному использованию засушливых земель, борьбе с опустыниванием и научному обоснованию регионального планирования. С 1952 г. в Раджастхане в центре пустыни Тар действует Центральный научно-исследовательский институт аридной зоны (г. Джодхпур); с 1972 г. в Южной Индии функционирует Международный институт культур семиаридных тропиков (г. Хайдарабад).

По степени засушливости в Индии выделяются четыре основные категории (в соответствии с классификацией ЮНЕП): 1) собственно аридные, занимающие северо-западный, пограничный с Пакистаном край пустыни Тар (5% общей площади засушливых территорий страны); 2) прилегающие к ним семиаридные (25%); 3) субгумидные (30%) и 4) переходные к достаточно увлажненным (40%) (см. рис. 9). Наиболее засушливая территория — пустыня Тар — размещается на северо-западе, занимая большую часть Раджастхана, самого пустын-

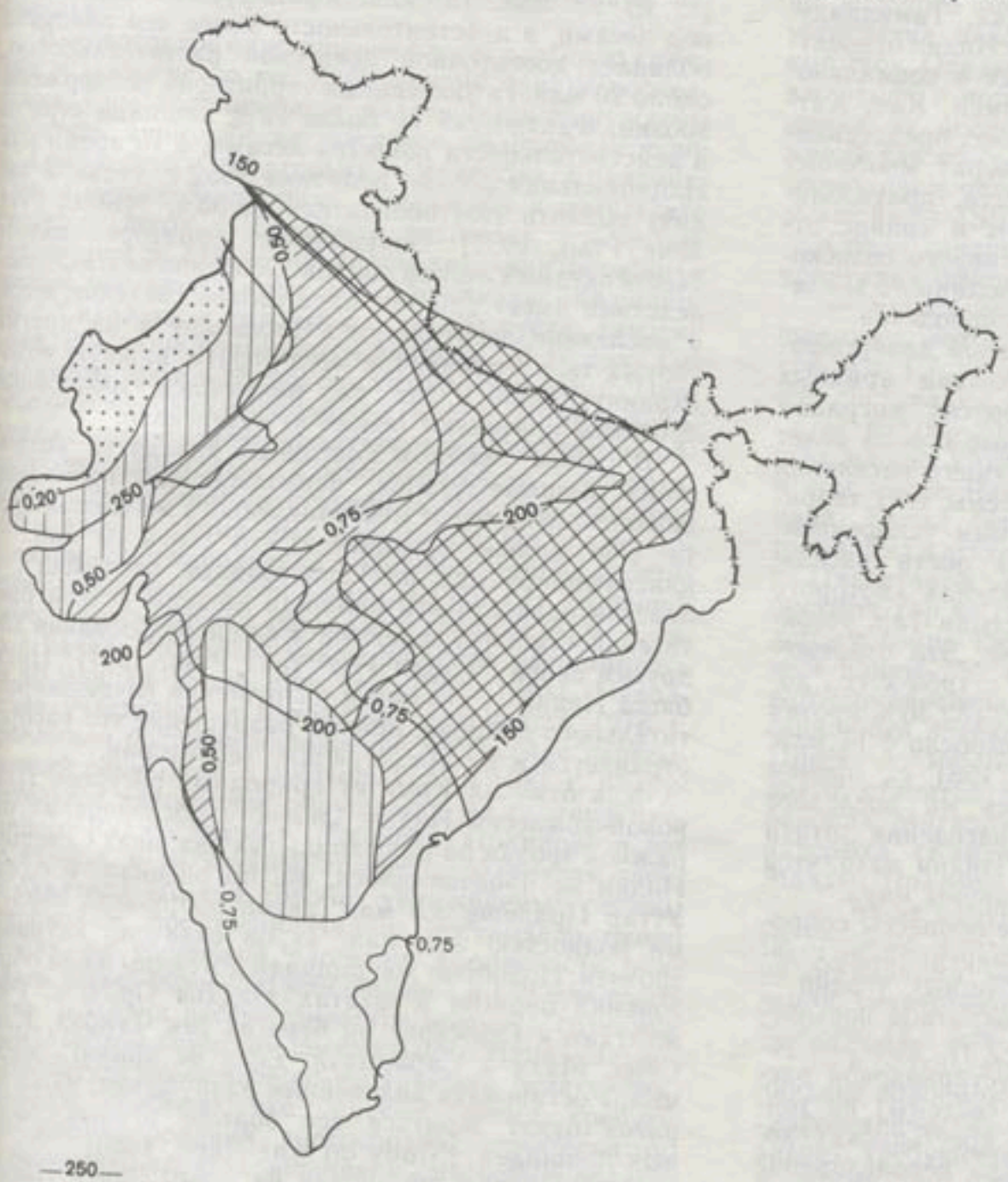


Рис. 9. Засушливые районы Индии (по Legris, Viart, 1959 и World Distribution of Arid Regions, 1977):

1 — количество сухих дней в году по Легри и Вьяру; *2* — гидротермический коэффициент Пенмана; *3* — районы наибольшего дефицита влаги — Раджастханская пустыня; *4* — районы значительного дефицита влаги — Центральный Раджастхан, деканская часть Махараштры, часть Карнатакского и Андхорского плато; *5* — районы умеренного дефицита влаги — Центральная Индия, районы, соседствующие в Деканом; *6* — район, переходный к влагообеспеченным — плато Чхота Нагпур, Чхаттисгарх, Багхелькханд

ного штата Индии, а также охватывая прилегающие районы штатов Харьяны и Пенджаба. Пустынные и полупустынные территории распространены на полуостровах Кач и Катхиявар, составляя значительную часть площади штата Гуджарат.

Степень аридности постепенно ослабевает по направлению с северо-запада. Но зона неустойчивого увлажнения протягивается довольно широко меридиональной полосой в полуостровной Индии — на Декане, в дождевой тени Западных Гат, располагаясь в пределах штатов Махараштра, Мадхья Прадеш, Андхра Прадеш, Карнатака, Тамилнаду.

Наиболее засушливые территории Индии относятся и к категории наименее развитых в социально-экономическом отношении. Раджастхан, Кач, Катхиявар, лежащие в самой аридной зоне, представляли в колониальный период конгломерат многочисленных мелких феодальных княжеств, полуизолированных от основной части страны и крайне отсталых. Ныне это зона малопродуктивного сельского хозяйства — преимущественно неполивного земледелия и отгонно-пастбищного животноводства.

Быстрый рост населения при слабой диверсификации отраслевой структуры хозяйства аридных районов и ограниченных возможностях миграции сельских жителей в немногочисленные города ведет к прямому усилению давления растущего населения на неустойчивые природные экосистемы этих территорий. Процесс этот идет с заметным ускорением. Так, начиная с 1920-х гг. темпы роста населения штата Раджастхан, в пределах которого располагается основной массив пустыни Тар, устойчиво опережают средние по стране. Это опережение стало особенно значительным с 1950-х гг., достигнув максимума в 1971—1981 гг. (32,36% против 24,7%). Население Раджастхана выросло с 14 млн. в 1941 г. до 34 млн. человек в 1981 г., причем свыше 8 млн. прироста пришлось на последнее десятилетие; средняя плотность населения штата достигла 100 человек на 1 км^2. В Индии находятся самые густонаселенные аридные районы мира.

Эти социально-демографические процессы сопровождаются активной распашкой маргинальных земель, сокращением выгонно-пастбищных угодий — при росте поголовья скота. Многократное повышение цен на нефтепродукты в 1970-х гг. вызвало усиленное уничтожение древесно-кустарниковой растительности (и даже ее корневой системы) на топливо для приготовления пищи в крестьянских хозяйствах. Еще более полным стало использование для этих же целей высушенного навоза, что лишает поля главного источника органических удобрений. Таким образом, антропогенные факторы социально-экономической отсталости, усиление эксплуатации ландшафта примитивными методами подрывают нормальные циклы восстановления возобновимых природных ресурсов, подстегивая процессы опустынивания. По оценкам, свыше 70% аридных территорий Индии находится под воздействием тех или иных факторов деградации природных ландшафтов.

Еще более широкие масштабы приняли в стране такие процессы опустынивания или опустошения, которые понимаются как общее падение продуктивности земель. В Индии официально признается: „Потери, которые несет страна из-за продолжающейся деградации земельных ресурсов, приняли поражающие размеры и представляют сильную угрозу нашему экономическому прогрессу" [Sixth Five Year Plan, 1981]. По данным министерства сельского хозяйства (1980 г.) из общей площади в 304 млн. га 150 млн. га подвержены сильной эрозии. По оценкам, относящимся к началу 1970-х гг. в Индии ежегодно смывается около 6 млрд. т поверхностного горизонта почвенного покрова, 175 млн. га или почти 60% площади охвачено активными процессами деградации. Ими, в первую очередь, поражены территории, находящиеся в сельскохозяйственном использовании. Усиливается обезлесение страны: „... из 75 млн. га, классифицируемых как земли под лесами, в действительности менее чем половина обладает достаточной древесной растительностью, около 20 млн. га залесенных территорий подвержены эрозии. Фактически не более 12% площади страны в действительности покрыты лесами, в то время как Национальная лесная политика 1952 г. ставила задачу поднять этот показатель до 33% " [Sixth Five Year Plan, 1981]. Засушливые территории имеют самый скудный лесной покров. Особенно опасные последствия имеет „широкомасштабное сведение лесов в последние десятилетия"в Гималаях и на других горных территориях, где леса играют важную водоохранную роль и где, раз начавшись, эрозионные процессы протекают особенно интенсивно.

В самом тяжелом состоянии находятся выгонно-пастбищные угодья, испытывающие громадное давление непомерно многочисленного поголовья скота. Официально признается, что „хотя 13 млн. га классифицируются как „постоянные пастбища", в действительности эти площади лишены всякой растительности из-за перевыпаса или использования для других целей " [Sixth Five Year Plan, 1981]. Пастбища Индии — это очаги разрушения почвенно-растительного покрова, причем разрушение это распространяется и на прилегающие территории.

Как отмечал Комитет природных ресурсов Плановой комиссии Индии, „полного обследования овражной эрозии на аллювиальных равнинах Северной Индии не производилось, но, по оценкам, в одном Уттар Прадеше 3,5 млн. акров разрушено оврагами полностью и 5 млн. акров охвачено активной эрозией. Подобные же площади потеряны из-за образования оврагов в штатах Мадхья Прадеш, Раджастхан и Гуджарат на берегах рек Чамбал, Кали Синд, Махи и Сабармати. Если не принять меры, чтобы остановить дальнейшее разрушение, из-за оврагов будет теряться все больше ценных посевных площадей" [Study on wasteland, 1963].

Из-за овражной эрозии на плато Чхота Нагпур менее чем за полстолетия около 1/6 ранее обрабатывавшихся площадей превратились в непродуктивные пустоши. Обширные площади на этом плато и в Центральной Индии покрываются плотной, не пробиваемой плугом, латеритной броней.

При уничтожении растительности смыв почв и общее падение биологической продуктивности особенно быстро происходит в горных районах. В Западных и Восточных Гатах на большом протяжении „господствующими в настоящее время являются не горно-лесные ландшафты, а скалистые травянисто-кустарниковые горно-саванные, бесспорно вторичного происхождения. Будучи пригодными для пастбищного животноводства, главным образом выпаса овец и коз, они относятся к весьма малоценным сельскохозяйственным угодьям. С уничтожением первичных лесов и последующим смывом почв и коры вывет-

ривания в горах произошел почти необратимый процесс деградации ландшафтов. Возвращение их прежнего природного потенциала на базе широкого облесения на большей части денудационных склонов сопряжено с исключительными трудностями" [Николаев, Рябчиков, 1967].

Поразительную картину представляет плато Шиллонг в районе Черрапунджи, где выпадает самое большое на Земле количество осадков — в сухой сезон оно напоминает полупустыню; почва и подпочвенная корка на большей части плато смыты, обнажились материнские породы — бесплодные песчаники.

Высокогорное опустошение влечет особенно тяжелые и широкие по географическому охвату последствия. Еще колониальные власти были вынуждены обратить внимание на массовое разрушение почв в Гималайских предгорьях — у хребта Сивалика. Так, в округе Хошиарпур (Пенджаб) в результате сведения лесов и сплошной распашки равнинных территорий в XIX в. началась активная овражная эрозия, песчаные потоки „чо", обрушиваясь на равнины с Сивалика и каждый раз меняя русла, заносят поля. Все чаще повторяется диагноз: „В Непале Гималаи умирают, в Индии они тяжело больны...". Процесс опустошения высочайшей горной системы, которая оказывает водорегулирующее воздействие на обширные территории Южно-азиатского субконтинента, влечет усиление стихийных бедствий, наводнений и засух в громадных масштабах. По последним оценкам, сила наводнений в Индии в течение десятилетия удвоилась: „Если в начале 1970-х гг. от периодических наводнений страдало в среднем 20 млн. га, то в начале 1980-х гг. такая площадь расширилась до 40 млн. га [Sixth Five Year Plan, 1981]. Наводнения участились и в аридных районах: в 1978 г. произошло большое наводнение в бассейне пересыхающей реки Луни в пустыне Тар; в 1981 г. разрушительное наводнение обрушилось на столицу пустынного Раджастхана г. Джайпур. Примерно в тот же период, в 1979—1980 гг. беспрецедентная засуха охватила обычно хорошо увлажняемые районы Северной и Восточной Индии: пострадало около 38 млн. га уборочной площади, в опасности оказалась жизнь более 200 млн. человек и 130 млн голов скота. В Индии рассматривается вопрос о создании при Плановой комиссии специального Национального института по борьбе со стихийными бедствиями. В стране осознано, что „настало время, требующее формулирования долгосрочной стратегии по предвидению, предотвращению и смягчению последствий стихийных бедствий" [Sixth Five Year Plan, 1981], необходима разработка новых концепций и программ развития. Очевидно, одним из важных направлений исследовательской работы в этой области является картирование территорий, подверженных стихийным бедствиям, а также картирование распространения различных типов и стадий деградаций с особым выделением территорий, приближающихся к порогу необратимости опустошения — крайней стадии деградации, превращения территорий в пустоши.

Как и в других странах тропической и субтропической зон, почти вся территория Индии, за исключением высокогорной, обладает неограниченными термическими ресурсами для круглогодового земледелия. Главный природный ограничитель — нехватка воды в сухие сезоны. Большая часть территории страны периодически страдает от засух, что тяжело отражается на всем хозяйстве.

Вместе с тем, по масштабам ирригации Индия является одним из мировых лидеров: потенциал созданных в годы независимости ирригационных сооружений увеличился с 22,6 млн. га в 1950/51 г. до 56,6 млн. га в 1979/80 г. Орошается примерно четверть общей уборочной площади страны, повторные посевы занимают 1/5 посевных площадей. Крупные ирригационные сооружения образуют 43% общего ирригационного потенциала, более половины которого приходится на малые ирригационные устройства, использующие подземный и поверхностный сток. Однако „несмотря на громадные капиталовложения в ирригацию и феноменальный рост орошения за последние 30 лет, отдача капиталовложений как по сельскохозяйственным сборам, так и в финансовом отношении, является весьма разочаровывающей" [Sixth Five Year Plan, 1981].

Среди главных недостатков в области развития ирригации официально признаются следующие:

— недостаточно высокая продуктивность орошаемых земель: так, средние сборы зерновых едва достигают 1,7 т/га, тогда как на опытных участках они составляют 4—5 т/га;

— на 15—20 лет затягиваются сроки строительства многих крупных гидротехнических сооружений, в том числе Раджастханского ирригационного канала. Канал берет начало в основном по территории Раджастхана примерно параллельно границе с Пакистаном по самым засушливым участкам пустыни Тар до Джайсалмера. Его строительство ведется с конца 1950-х гг., но и в конце 1970-х из общей длины 650 км было закончено менее 390 км, которые обеспечили полив 320 тыс. га, общий ирригационный потенциал канала составит 1254 тыс. га [India. A. Reference Annual, 1980]. Почти также долго строятся гидроузлы в других засушливых районах: Магарджунасагар (Андхра Прадеш) и Малапрабха (Карнатака) в Южной Индии, Тава в Мадхья Прадеше и т. д.;

— из-за нарушения норм полива, недостаточного дренажа и по другим причинам распространяется деградация земли — дорогостоящие орошаемые земли подвергаются подтоплению (6 млн. га), засолению (4,5 млн. га), ощелачиванию (2,5 млн. га);

— в результате усиления эрозии ускоряется заиливание водоемов, что особенно опасно для крупных гидротехнических узлов не только из-за громадности затрат, требующихся для очистки водохранилищ, но и потому, что в большинстве случаев альтернативные места для водохранилищ просто отсутствуют [Sixth Five Year Plan, 1981].

В шестом пятилетнем плане Индии подчеркивается: „Мы уделяли большое внимание освоению наших ресурсов путем строительства крупных, средних и малых ирригационных сооружений... Однако мало внимания уделялось правильному использованию наших земель и почвенных ресурсов, в результате чего они страдают от очень серьезной деградации".

В качестве стратегической задачи провозглашено максимальное использование уже созданного ирригационного потенциала и расширение сельскохозяйственного производства путем лучшего использования земельных и водных ресурсов в районах орошаемого земледелия. В зонах действия 76 ирригационных проектов созданы специальные органы управления по разработке и осуществлению интегри-

рованных планов развития. Эти планы предусматривают, главным образом, укрупнение земельных участков, модернизацию всей работы ирригационной системы, эффективный дренаж, внедрение рациональных севооборотов, развитие дорожной сети и т. п.

Центральной водной комиссией страны предприняты работы по оценке сезонного режима водного баланса отдельных речных бассейнов со специальным выделением территорий, страдающих от засух; изучаются возможности переброски поверхностного стока из районов, имеющих избыток водных ресурсов.

В целом по условиям водоснабжения выделяются три основные группы аридных и семиаридных районов Индии [Левинтанус, 1981], которые обладают различными условиями и возможностями дальнейшего развития (см. рис. 10):

I. Районы абсолютного водного дефицита — запад Раджастхана, полуострова Кач и Катхиявар. В этих районах высокая аридность выражается в недостатке атмосферных осадков и небольшом речном стоке. При окончании строительства Раджастханского канала водный потенциал бассейна Инда (на 20% стока которого Индия, в соответствии с международным соглашением имеет право), будет полностью исчерпан. В этих районах стоит задача как можно более полного и эффективного использования ограниченных местных водных ресурсов. Рассматриваются возможности переброски части стока рек Нармады и Махи и Гуджарат и Раджастхан. Плановая Комиссия Индии отмечает: „Поскольку обеспечение водой становится недостаточным в большинстве районов страны, особенно на аридных и семиаридных территориях, большое значение приобретает вопрос об использовании после опреснения морских вод". [Sixth Five Year Plan, 1981]. Очевидно, этот вопрос наиболее существенен для Кача и Катхиявара.

II. Районы относительного водного дефицита — юг Харьяны, запад Тамилнаду, южная часть Гуджарата (Саураштра), где ускоренное ирригационное строительство привело к почти полному исчерпанию имеющихся водных ресурсов. В этих районах особенно остро стоит задача оптимизации использования созданных ирригационных сооружений, с одной стороны, и сокращения водоемкости ведущих сельскохозяйственных и промышленных производств — с другой.

III Районы, обеспеченные водными ресурсами, но слабо их использующие — западная часть Мадхья Прадеша, внутренние районы Андхра Прадеша, Махараштра, Карнатака. Замедленность освоения водного потенциала этих территорий связана как с общей хозяйственной отсталостью, так и с длительными спорами штатов о разделе вод общих речных бассейнов между собой.

Здесь как жизненно важные стоят задачи оптимизации использования водных ресурсов всеми доступными средствами — и чисто техническими (пока около 40% воды в ирригационной сети теряется на испарение), и более сложными, комплексными — в первую очередь, путем интегрированного развития речных бассейнов. Но эти проблемы пока далеки от решения.

В Индии, как и в других странах, необходимо научное обоснование грандиозных проектов межбассейновой переброски речного стока, их эколого-экономическая оценка и сопоставление, координация (выделение приоритетов) со средствами максимальной мобилизации локальных и региональных ресурсов.

Однако даже при полном использовании ирригационного потенциала половина территории Индии и бóльшая часть ее засушливой зоны не могут быть обеспечены орошением. В стране поставлена задача внедрения „зеленой революции" в зону неполивного земледелия. Однако и по социальным, и по экологическим причинам ее решение особенно затруднительно. В качестве главного средства предотвращения дальнейшего усиления давления на природные экосистемы и процессов опустынивания выдвигается диверсификация производства на основе индустриализации, что могло бы отвлечь часть населения из сферы сельского хозяйства, создать условия для подъема последнего на индустриальной основе и общего ускорения социально-экономического прогресса.

Существующая в засушливых районах промышленность пока незначительна по объему и дезинтегрирована. Преобладает кустарная сельская промышленность, которая поддерживает существование относительно замкнутых деревенских общин. В Раджастхане действуют отдельные центры горнодобывающей промышленности (Завар, Кхетри-Сигхана, Кхо-Дарибо и др.) и предприятия обрабатывающей промышленности, работающие на местном сырье (текстильные, сахарные, маслодельные и др.). Но всего на Раджастхан приходится лишь около 2% фабрично-заводской продукции страны. Крупные раджастханские города — Джайпур, Удайпур, Джодхпур, Биканер и др., бывшие столицы одноименных княжеств, слабо связаны между собой и с окружающей сельской территорией.

Классический пример производственно-территориальной разобщенности центра и отсталого аграрного окружения представляет Хайдарабад, столица штата Андхра Прадеш, „город-миллионер", расположенный в центре отсталого засушливого района Теленганы. В годы независимости на юго-востоке полуострова Кач в качестве преемника Карачи, отошедшего к Пакистану, был создан крупный новый порт Кандла. Однако работу технически хорошо оборудованного порта тормозит хозяйственная отсталость тяготеющей к нему территории.

В целом, в отсталых засушливых районах стоит задача подъема промышленного производства и развития межотраслевой интеграции на территориальной основе: между отраслями промышленности, между промышленностью и сельским хозяйством и другими секторами экономики. Это содействовало бы укреплению производственной базы городов, повышая их способность абсорбировать сельских мигрантов и активизировала бы связи с аграрным окружением. Последнему особенно способствовало бы оживление средних и малых городов.

Однако слабая обеспеченность энергетическими ресурсами, острый энергетический дефицит тормозят индустриализацию и общий социально-экономический прогресс аридных районов. В Индии предпринимаются усилия укрепить их энергетическую базу разнообразными путями. В Раджастхане работает атомная электростанция. Проектируется создание атомно-аграрно-промышленного комплекса в Гуджарате. В то же время в сельской местности распространяются биогазовые установки. Однако необходимость иметь в хозяйстве не менее 4—5 голов скота для поддержания работы таких установок ограничивает

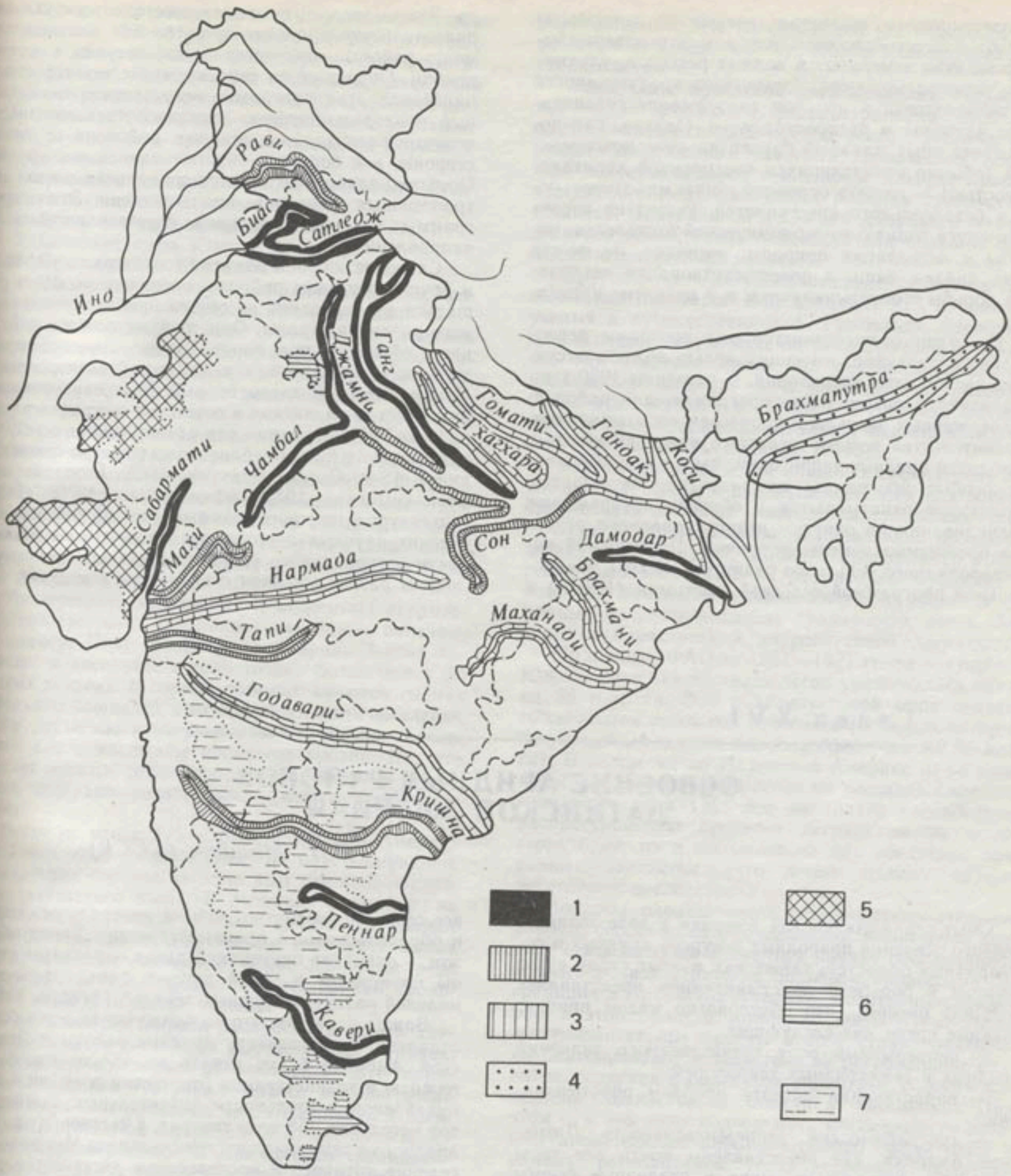


Рис. 10. Освоение водных ресурсов и водообеспечение аридных районов Индии (по Report of the Irrigation Commission. 1972):

1 — полное освоение водных ресурсов будет достигнуто к 1981—1985 гг.; *2* — к 1990 г.; *3* — к 2000 г.; *4* — после 2000 г.; *5* — аридные районы абсолютного водного дефицита; *6* — относительного водного дефицита; *7* — обеспеченные водными ресурсами, но слабо их использующие

их распространение лишь зажиточными хозяйствами. В целом проблема энергообеспечения далека от решения. Необходимо развитие как промышленного энергоснабжения, так и обеспечения деревень доступными, дешевыми источниками топлива для приготовления пищи. В пустынных районах особенно остро ощущается необходимость освоения новых источников энергии — солнечной и ветровой, что официально признается в Индии в качестве актуальной задачи.

Благодаря трудам Центрального научно-исследовательского института аридной зоны, Международного института культур семиаридных тропиков и других научно-исследовательских центров в Индии

аккумулированы обширные знания по технологии борьбы с опустыниванием, методам оптимизации использования земельных и водных ресурсов, улучшению землепользования, повышению продуктивности растениеводства и др., что заслуживает специального изучения и распространения. Однако, как показывает опыт, главный барьер на пути нововведений (обычно отличающихся повышенной капиталоемкостью) — нищета основной массы малоземельного и безземельного крестьянства. Выход из порочного круга социально-экономической отсталости, нищеты и деградации природы, очевидно, не может быть найден лишь в совершенствовании технологии борьбы с опустыниванием и в развитии ирригации.

В Индии осуществляется ряд программ регионального развития, имеющих целью подъем отсталых, засушливых территорий. С середины 1970-х гг. реализуются специальные программы для районов, подверженных засухам и процессам опустынивания. Правительства восьми штатов, в пределах которых находятся аридные территории, также разрабатывают особые программы их развития. Засушливые территории охватываются и общими программами планирования по округам интегрированного развития орошаемых земель, например, Программой интегрированного сельского развития (IRDP), Национальной программой сельской занятости (NREP) и др. Кроме того, практически ежегодно центральное правительство выделяет средства для оказания помощи районам, подвергающимся засухам и наводнениям. Обращает на себя внимание некоторый параллелизм этих программ: недостаточно комплексный подход к решению проблемы сельскохозяйственного развития засушливых районов — с одной стороны, и к борьбе с опустыниванием — с другой. Особенно слабо учитывается социальная основа антропогенных факторов опустынивания. Это — программы ярко выраженного агротехнологического направления.

Сложные вопросы подъема хозяйства засушливых и других отсталых районов, очевидно, не могут решаться изолированно от общих проблем регионального развития страны. Они требуют особого внимания в общей системе социально-экологическо-экономического районирования для целей планирования. Двадцатилетний плодотворный опыт научного сотрудничества индийских и советских географов в разработке районирования для планирования, в результате которого были опубликованы три индо-советские книги [Sen Gupta, Sdasyuk, 1968; Economic and Socio-cultural..., 1972; Urbanization..., 1976], свидетельствует о широких возможностях применения советских научных и практических достижений в области регионального развития к специфическим условиям развивающихся стран.

Глава XVI

ОСВОЕНИЕ АРИДНЫХ РАЙОНОВ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ

Я. Г. Машбиц (СССР)

Опыт стран Латинской Америки в деле хозяйственного освоения природных ресурсов аридных и семиаридных областей, также как и опыт стран этого региона в борьбе с опустыниванием представляет большой интерес. Это обусловлено рядом причин; главные среди них следующие:

— непрерывный рост хозяйственного значения аридных и семиаридных территорий;

— нарастающая острота проблем опустынивания;

— географическая репрезентативность Латинской Америки, где представлены почти все типы пустынь и полупустынь мира и различные формы хозяйственного освоения аридных и семиаридных территорий;

— давние традиции освоения аридных и семиаридных территорий;

— значение опыта Латинской Америки для других развивающихся стран.

О важности аридных и семиаридных территорий во всех сферах экономической и социальной жизни латиноамериканских стран свидетельствует пример Перу. В этой стране аридные и семиаридные районы занимают 1/4 территории страны. В них проживает около 4/5 населения, сосредоточено почти все сельское хозяйство, добыча минерального сырья и обрабатывающей промышленности. „Таким образом,— отмечает перуанский автор,— развитие страны происходит в узкой зоне, в рамках типичных моделей развития аридных земель" [Замора, 1981].

Важно отметить, что на ближайшую, а тем более отдаленную перспективу аридные районы в Латинской Америке будут играть не только все более важную в хозяйственном отношении роль, но и станут ареной деятельности значительных контингентов населения. Об этом говорит, в частности, пример аридного и семиаридного северо-запада Мексики, население которого в послевоенные десятилетия растет значительно быстрее, чем в среднем по стране. Об этом косвенно свидетельствуют и данные по Перу. В этой стране доля жителей побережья, где расположены наиболее крупные пустыни и полупустыни, в общей численности населения страны за 1940—1972 гг. увеличилась с 28 до 47% и по прогнозу к 1990 г. достигнет 55%, т. е. удвоится за полстолетия.

Масштабы и география процесса опустынивания. Многочисленные междисциплинарные проблемы, связанные с опустыниванием, стали рассматриваться в Латинской Америке сравнительно недав-

но. Об этом свидетельствуют и терминологические разногласия. Некоторые авторы считают, что вместо термина „desertification" более правомерно понятие „desertization". В результате длительных дискуссий латиноамериканские специалисты договорились первым термином обозначить антропогенное опустынивание, а вторым — природные процессы образования пустынь.

В аридной и семиаридной зонах выделяются следующие крупнейшие аридные области:

1. Север и северо-запад Мексики.
2. Северная часть Южной Америки.
3. Северо-восток Бразилии.
4. Обширный пояс пустынь Южной Америки, протянувшийся вдоль побережья Тихого океана.

Но и за пределами этих огромных по площади аридных и семиаридных областей большие пространства занимают территории, подверженные опустыниванию, в том числе и в зоне влажных тропических лесов.

Широкое распространение подверженных опустыниванию территорий в разных частях Латинской Америки демонстрирует подготовленная ФАО и ЮНЕСКО мировая карта опустынивания в масштабе 1:25.000.000. Дисперсный характер ареалов, подверженных опустыниванию, еще более отчетливо показывает первый вариант карты опустынивания Южной Америки в масштабе 1:5.000.000.

Дисперсность заселенных и освоенных территорий, подверженных опустыниванию, можно показать на примере Перу. В прибрежной аридной зоне хозяйство и население сосредоточено более чем в 50 речных долинах. В горных районах имеются тысячи небольших площадей, в которых плотность населения и его „давление на территорию" особенно велики, равно как и масштабы процессов эрозии. Все это создает немалые трудности для разработки и реализации программ регионального комплексного развития.

Всего не менее 1/5 площади Южной Америки в той или иной степени охвачено опустыниванием. В некоторых странах региона этот средний показатель значительно выше. В Мексике, например, на 34% площади средние годовые осадки составляют менее 500 мм, при этом пустынные и полупустынные почвы занимают несколько более половины этой территории. В Чили процесс опустынивания проявляется на 30% площади страны.

Опустынивание широко распространено и в давно заселенных и освоенных высокогорных районах. Известно, что по средней абсолютной высоте территории Латинская Америка — самый высокогорный регион мира. Значительная часть населения в Мексике, в Центральной Америке и в Андах проживает в высокогорных районах. В этих ареалах традиционной концентрации населения опустынивание представляет большую опасность. Одна из причин этой нарастающей опасности — усиливающееся давление населения на территорию, его многовековая сельскохозяйственная деятельность. Например, постепенно в „пустыню" превращается бассейн Тариха в Андах в Боливии.

Опасность нарастания опустынивания в связи со сведением лесов в сочетании с нарастающими масштабами перевыпаса скота в крупных скотоводческих хозяйствах особенно ощутима в Бразилии. По оценкам, в конце 1970-х гг. примерно 1/4 территории страны — около 2 млн. км^2 — были подвержены опустыниванию. Но потенциально эта опасность угрожает еще 1 млн. км^2 территории этой крупнейшей страны региона.

Нарастание процессов опустынивания. Нарастание территориального распространения процесса опустынивания связано прежде всего с увеличением масштабов сведения влажных тропических лесов. При подсечно-огневом земледелии, которое практикуется во многих равнинных районах тропической Мексики, Центральной и Южной Америки в течение десятков веков, такая опасность для больших площадей относительно невелика.

Другое дело — интенсивное сведение лесов в тропиках под пастбища. Еще в начале XIX в. великий ученый и путешественник А. Гумбольдт, проводивший исследования в бассейне реки Ориноко, отмечал, что там сведение лесов под пастбища вызывало аридизацию климата и опустошение территории. Связь этих явлений в Латинской Америке подчеркивал в 70-е годы прошлого века и выдающийся русский географ А. И. Воейков (1948).

Взаимосвязь сведения влажных тропических лесов под пастбища и в меньшей степени под посевы однолетних, а также многолетних плантационных культур, с одной стороны, и нарастание процессов деградации, с другой, особенно проявляются в бассейне Амазонки. Там на территории Бразилии с помощью новейшей техники ежегодно сводятся огромные массивы влажных тропических лесов. Это ведет к нарастающей антропогенной деградации.

По данным ФАО за 1961—1977 гг. на континенте Южной Америки площадь лесов уменьшилась почти на 28 млн. га. Это в значительной мере связано со сведением лесов под пастбища (площадь которых за указанный период выросла более чем на 35 млн. га). В целом же по Латинской Америке из-за хищнического уничтожения лесов их площадь ежегодно сокращается на 1%. Это не только способствует распространению процесса деградации на новые территории, но и вызывает на них обеднение природных экосистем (что имеет далеко идущие негативные последствия).

Вопросы охраны лесов, лесовосстановительные работы, особенно на водоразделах, несомненно должны стать важным элементом научно обоснованной и долгосрочной стратегии борьбы с процессами деградации в Латинской Америке. Позитивным примером в этой области может служить Куба. Лесовосстановительные работы в этой стране оказывают благоприятное воздействие на региональное развитие, создавая и более благоприятные условия для ведения хозяйства и обитания населения. При этом — и это надо подчеркнуть специально — лесовосстановительные работы особенно эффективны в рамках региональной государственной политики комплексного развития. Крупные программы восстановления лесов на Кубе, в частности, проводятся именно в рамках комплексного развития экономических районов и политико-административных единиц. В таких работах на Кубе активно и добровольно участвуют значительные группы населения.

Природно-ресурсный потенциал аридных и семиаридных районов. В Латинской Америке территории аридных и семиаридных районов, подверженные опустыниванию, обладают значительным агроклиматическим потенциалом для развития орошаемого земледелия. Широкое использование почвенных и агроклиматических ресурсов может быть обеспечено

путем использования как регионального и местного речного стока, так и запасов подземных вод, значение которых в перспективе, по-видимому, будет возрастать. Освоение значительных природных ресурсов для развития сельского хозяйства будет способствовать как очень нужному росту производства продовольствия и сельскохозяйственного сырья, так и увеличению занятости сельского населения, что также имеет жизненное значение для всех латиноамериканских стран.

Сельскохозяйственное освоение аридных и семиаридных областей в Латинской Америке имеет и первостепенное значение для того, чтобы создать барьер дальнейшему продвижению процесса антропогенного опустынивания (при условии соблюдения необходимых агротехнических норм ведения хозяйства).

Особенно в этом отношении перспективны аридные и семиаридные области, расположенные в западной части Латинской Америки между высокогорными системами, протянувшимися в меридиональном направлении на многие тысячи километров, и побережьем Тихого океана.

Эта зона располагает наиболее крупными ресурсами минерального сырья для металлургии, в том числе уникальными месторождениями руд цветных металлов, что обусловлено географическим положением зоны в крупнейшем в мире Тихоокеанском рудном поясе. Зона также располагает большими запасами разнообразного сырья для развития мощной химической промышленности.

Аридные и семиаридные области Латинской Америки располагают значительными, а иногда и уникальными ресурсами минерального сырья для развития химической промышленности, цветной и черной металлургии. Эти природные ресурсы имеют большое потенциальное значение для индустриализации ряда стран Латинской Америки и комплексного развития их районов.

Для комплексного развития производительных сил аридных и семиаридных областей тихоокеанской зоны Латинской Америки первостепенное значение имеет не только богатство и разнообразие природных ресурсов, но и их территориальные сочетания. Это в перспективе создает весьма благоприятные предпосылки создания многоотраслевой структуры хозяйства и комплексного развития, а также формирования крупных производственных комплексов и экономических районов. Напомним, при этом, что комплексное развитие представляет собой и наиболее эффективный способ освоения аридных и семиаридных территорий, а также борьбы с антропогенным опустыниванием.

Для хозяйственного освоения прибрежных аридных и семиаридных областей существенно важно и то обстоятельство, что горные системы, протянувшиеся вдоль побережья Тихого океана, представляют главный водораздел Латинской Америки. В горах зарождаются многие реки, располагающие крупными водными и гидроэлектроэнергетическими ресурсами. К тому же для сельскохозяйственного и промышленного освоения территории на прибрежных равнинах могут быть использованы огромные водные ресурсы речных бассейнов, расположенных к востоку от горных систем-водоразделов, в частности богатейшие водные ресурсы бассейна Амазонки.

Наиболее благоприятными территориальными сочетаниями природных ресурсов для комплексного освоения аридных и семиаридных областей на побережье Тихого океана в Латинской Америке располагают Мексика и Перу.

В северо-тихоокеанской зоне Мексики, где после второй мировой войны достигнут значительный прогресс в сельскохозяйственном освоении пустыни и полупустыни, имеются крупные земельные и водные ресурсы, в том числе для гидроэнергетического развития. Выявленные запасы железных руд, полиметаллов, сырья для химической промышленности, а также коксующихся углей дают возможность создания крупных комплексов тяжелой промышленности.

В северных провинциях Перу территориальные сочетания природных ресурсов включают огромные массивы сельскохозяйственных земель, значительные водные и гидроэлектроэнергетические ресурсы, запасы фосфатов мирового значения, нефти, природного газа и полиметаллов.

Важным благоприятным фактором необходимо считать и географическое положение упомянутых выше районов нового хозяйственного освоения в Мексике и Перу поблизости от тихоокеанского побережья и его портов. Это облегчает внешние экономические связи новых экономических районов.

Направления и ресурсные возможности нового хозяйственного освоения аридных и семиаридных территорий в прибрежной зоне Тихого океана можно показать на примере пустыни Сечура — перспективного района в северном Перу. Пока же это одна из наименее освоенных и редкозаселенных частей страны.

Наряду с немалыми возможностями развития сельского хозяйства на базе орошения, Сечура располагает огромными запасами фосфоритов и других видов минерального сырья для создания крупнейших в Латинской Америке химических комбинатов, чтобы создать крупномасштабное производство фосфатных удобрений и некоторых других видов химической продукции.

Для водоснабжения Сечуры могут быть использованы огромные водные ресурсы бассейна Амазонки путем их переброски через горную систему Анд и местные запасы подземных вод. Потенциально достигнутые водные ресурсы вполне обеспечат создание в пустыне Сечура крупного экономического района с разнообразной отраслевой структурой хозяйства, многочисленным населением и системой городских и сельских населенных пунктов.

Характер и типы хозяйственного освоения. Выше уже отмечалось, что Латинская Америка — регион древних традиций развития различных форм орошаемого земледелия. При этом орошение на огромных пространствах — от бассейна реки Колорадо на севере до Чили и северо-запада Аргентины на юге — весьма умело сочеталось здесь с террасированием склонов. Для орошения во многих странах, в том числе в Перу, много веков назад использовались и подземные воды.

В зонах древнего орошения в Латинской Америке, особенно в Перу, задолго до испанского завоевания существовало многочисленное население. Древние традиции заселения пустынь в Латинской Америке и ведения там устойчивого орошаемого земледелия показывают возможности адаптации к аридным условиям больших контингентов населения. Это важно и в связи с сохраняющимся в большинстве стран Латинской Америки темпом роста населения и его

возрастающим давлением на территорию в давно освоенных густонаселенных районах.

Современный этап хозяйственного освоения аридных и семиаридных территорий, а также мероприятия по борьбе с опустыниванием теснейшим образом связаны с возрастающим значением государственного сектора в экономике стран Латинской Америки. Задачи борьбы с последствиями опустошительных засух побуждают государства создавать специальный механизм хозяйственного освоения аридных и семиаридных областей. Показателен пример Бразилии, где одной из первых организаций в государственном секторе была созданная в 1909 г. инспекция по борьбе с засухами.

Опасность роста опустынивания влияет на региональную политику государства. Так, после сильной засухи в 1958 г. было создано Управление по развитию северо-востока Бразилии. После засух конца 1960 — начала 1970-х гг. на северо-востоке Бразилии началось осуществление ряда программ сельскохозяйственного развития. Однако, они не дают ожидавшегося эффекта. Аналогичное положение характерно и для других государств Латинской Америки, в которых аридные и семиаридные области занимают значительные пространства и где все болезненней проявляется опасность усиления антропогенного опустынивания.

Для преодоления неблагоприятных последствий опустынивания в Бразилии Национальный департамент по борьбе с засухой (DNOCS) намечает меры, направленные на развитие сельскохозяйственного производства. Среди них: улучшение агротехники и внедрение новой технологии; повышение агротехнической культуры крестьян, осваивающих орошаемые участки; развитие социальной инфраструктуры в зонах орошения; закрепление крестьянского населения в сельской местности [Revista..., 1981]. Об ограниченности масштабов действий упомянутого Департамента свидетельствует и то, что к 1980 г. на землях созданных им кооперативов осуществлена ирригация на площади в 15 тыс. га и размещено около 3 тыс. семейств крестьян [Revista..., 1981]. Однако, проведенное в 1977 г. исследование установило, что доходы 42% крестьян на орошаемых землях ниже установленного минимума заработной платы.

В аридной и семиаридной зонах Латинской Америки можно выделить два основных типа экономических районов нового хозяйственного освоения. Первый и наиболее распространенный — это тип районов преобладающего одноцелевого использования территории и природных ресурсов, например, для развития, главным образом, орошаемого земледелия. Второй тип — новый, развитие которого отмечено в последние десятилетия и который постепенно будет приобретать все более важное значение — районы многоцелевого использования территории, их водных и земельных, а также минеральных ресурсов.

При разработке программ хозяйственного освоения аридных и семиаридных территорий новые проекты гидротехнического строительства в редкозаселенных районах обычно становятся приоритетными. Это наблюдается прежде всего в Мексике, где работы по гидротехническому строительству и хозяйственному освоению поврежденных опустыниванием территорий сосредоточены на редкозаселенной периферии страны.

Довольно показателен один из проектов Бакурато в штате Синалоа в Северо-Западной Мексике. Проект включает строительство при неблагоприятных инженерно-геологических условиях крупной плотины и водохранилища, емкостью в 2,9 млрд. м^3. Было запланировано, что площадь вновь орошаемых земель достигнет 110 тыс. га, будет построено около 200 км магистральных каналов. Это один из немногих проектов, включающих также и строительство гидроэлектростанции, однако ее мощность составит лишь 90 МВт. Как и другие региональные схемы нового развития в северных и в северо-западных штатах Мексики формирование экономического района предусматривает узкую специализацию на орошаемое земледелие.

Другой, во многом похожий пример — гораздо более крупного проекта Махес на юге Перу. В его создании участвуют компании Канады, Англии, Италии и некоторых других стран. Проект предполагает переброску стока из высокогорных бассейнов в Андах на тихоокеанские прибрежные равнины. Для этой цели на высоте 4100 м над уровнем моря сооружается плотина. По туннелям, пробитым в Андах, вода будет поступать в оросительные системы, а площадь орошаемых земель составит 60 тыс. га. Будут сооружены две гидроэлектростанции суммарной мощностью 656 МВт. Формирующийся район обеспечит занятость 50 тыс. человек. Но и этот проект будет основываться на односторонней специализации — производстве продовольственных культур на орошаемых землях.

Весьма показателен и пример Программы развития провинции Манаби в Эквадоре (CRM — Centro de Reconversion de Manabi), которая осуществляется с 1962 г. Эта программа в качестве главной своей задачи ставит водоснабжение провинции Манаби, где выпадает в среднем около 1000 мм осадков в год при средних годовых температурах 20—30°С. Но провинция Манаби подвержена, как и Северо-Восток Бразилии, частым и опустошительным засухам. При этом они нередко продолжаются 2—3 года, что усиливает неблагоприятные последствия нарастающего антропогенного опустынивания.

На первой стадии осуществления рассматриваемого проекта главная задача состояла в улучшении водоснабжения в долине Портовьехо для создания устойчивого земледелия и обеспечения водой городов Манта и Портовьехо. В 70-е гг. масштабы реализации проекта расширились. Началось строительство плотин и водохранилищ. Это позволило расширить производство фруктов, овощей, кукурузы.

Но все же весь этот комплекс гидротехнических сооружений не дает сколько-нибудь значительного эффекта для социально-экономического развития провинции Манаби. Между тем все основные усилия согласно проекту направлены на улучшение положения лишь на 2% ее площади и 10% ее населения [Morris, 1981].

Пример осуществления данной программы интересен прежде всего тем, что он базируется на модной в 60-е гг. концепции „полюсов роста" (или „полюсов развития"). Эта концепция предполагала, что концентрация средств и технических усилий в ограниченных географических ареалах приведет к общему подъему экономики в более крупных прилегающих районах (в данном случае — провинции Манаби).

Кроме того, рассматриваемый проект имел узкую направленность. Он ставил целью лишь орошение на довольно ограниченных площадях без создания более разнообразной диверсифицированной структуры экономики.

Многое уже достигнуто в деле улучшения положения в области водного хозяйства и орошения в аридных северной и северо-западной частях Мексики. Это объясняется освоением аридных районов, а также становлением этого региона в качестве коммерческого производителя продуктов орошаемого земледелия.

Северо-Запад Мексики, развитие которого ведется на базе крупного ирригационного строительства отличается и наличием серьезных внутренних противоречий. Для него характерна высокая степень концентрации населения и экономической активности в немногих крупных городах в ущерб развитию средних и малых. Усиливается расслоение сельского населения в районах орошения, в которых главенствующую роль играют крупные и механизированные хозяйства. Мексиканский географ Анхель Бассольс Баталья отмечает: „Обширный район, в изобилии обеспеченный определенными природными ресурсами... показывает неравномерное развитие во всех экономических и социальных аспектах, по отраслям хозяйства, среди различных групп населения и в пространственном отношении" [Bassols Batalla, 1979].

Рассмотрим долгосрочную программу хозяйственного освоения тихоокеанской прибрежной зоны Северо-Западной Мексики на базе использования водных ресурсов [Czerna..., 1974]. Эта программа — Водохозяйственный план освоения северо-запада „Plan Hidraulico del Nordeste" (PLHINO) — предполагает создание гидроузлов на 23 реках, а также в довольно крупных масштабах использование подземных вод (соответственно ежегодно 28 млрд. м^3 и 1,3 млрд. м^3). Кроме того, проектируются в рамках рассматриваемой программы крупные межбассейновые переброски из штата Синалоа в один из наиболее пустынных районов страны — в штат Сонора*. Осуществление программы позволит удвоить орошаемую площадь, доведя ее на территории между реками Сантьяго и Сонора до 1,5 млн. га. Значительно возрастут производство товарных культур и занятость сельского населения.

Однако и этот крупный долгосрочный проект не обеспечивает в полной мере комплексность в освоении аридной территории и ее ресурсов. В частности, не планируется освоение минеральных запасов и создание современной промышленности (кроме предприятий по переработке сельскохозяйственного сырья). Отражением ограниченности проекта является также и то, что мощность всех гидроэлектростанций не сможет обеспечить потребности комплексного экономического развития.

Отсутствие комплексности в хозяйственном освоении и развитии аридных и семиаридных районов в северной части Мексики сказывается и в том, что оно сопровождается ухудшением состояния окружающей природной среды как в сельской, так и в промышленных центрах — нарастают процессы эрозии, сводятся леса на водоразделах, сбрасываются отходы производства и химикаты в реки и в подземные горизонты, загрязняется воздушный бассейн [Bassols Batalla, 1981].

В плане долгосрочной стратегии социально-экономического развития наиболее эффективны многоцелевые проекты, ведущие к формированию более сложных по своей структуре производственных комплексов и экономических районов. Такая долгосрочная стратегия дает и наивысшую эффективность при хозяйственном освоении территории и природных ресурсов, а также при организации борьбы с опустыниванием посредством комплексного развития.

---

* Важно, однако, подчеркнуть, что проекты межбассейновых переброс речного стока в Мексике (как и в Перу) практически не учитывают долгосрочных экологических последствий. Долгосрочные географо-экологические прогнозы должны быть составной частью предпроектных исследований.

Глава XVII

ПРОБЛЕМА ОПУСТЫНИВАНИЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

Д. А. Шеридан (США)

Аридные земли в США претерпели исключительное экономическое и социальное развитие. Данная глава имеет целью путем критического рассмотрения этого развития извлечь уроки, которые могут иметь отношение к освоению аридных земель в других регионах мира.

На бóльшей части территории США к западу от 98 меридиана простираются аридные земли — на этой территории выпадает в среднем менее 500 мм осадков в год. В пределах этого обширного региона выделяются три основные пустыни — Сонора, Мохаве и Большой Бассейн, бассейны шести крупных рек — Сан-Хоакин, Сакраменто, Колумбия, Снейк, Рио-Гранде, Колорадо и обширное степное пространство, называемое Великие Равнины. В книгах по географии, изданных в первой половине XIX в., весь западный регион США обычно описывается как земля „непригодная для цивилизованной жизни".

В 1880г. население этого региона США составляло около 1,5 млн. человек. К 1980 г. оно возросло почти до 30 млн. человек, причем по данным последней переписи, население именно аридного региона увеличивается самыми быстрыми в стране темпами. Рост производства продукции сельского хозяйства на

аридных территориях еще более значителен. В 1880 г. валовой сельскохозяйственный продукт (реализованная на рынке продукция растениеводства и животноводства) составлял менее 3,0 млн. долл., тогда как в 1980 г. он превысил (в аридном регионе) 27 млрд. долл.

В настоящее время в аридном регионе производится 66% выращиваемого в США хлопка, 55% картофеля, 39% ячменя и 21% пшеницы. Здесь также выращивается и откармливается крупный рогатый скот — производится свыше половины товарной говядины, поступающей на американский рынок. В целом аридный регион дает 20—25% валового сельскохозяйственного продукта США. Одной из основных причин того, что доля США в мировом экспорте продовольствия в настоящее время составляет 55%, является весьма интенсивное освоение и развитие аридного региона.

Экономическое и социальное развитие аридного региона не обходится без определенных издержек. Объем данной главы не позволяет подробно описать, чего стоило человеку освоение этих территорий. Очень многие дорого заплатили за освоение аридных земель — это коренное население Америки — индейцы, которые сопротивлялись освоению их земель, но были полностью и жестоко подавлены; это первые фермеры-пионеры, которым приходилось бороться с ветрами, засухами и саранчой, чтобы окультивировать пастбищные угодья на Великих Равнинах; сельскохозяйственным рабочим — мексиканцам и американцам — приходилось выполнять тяжелую работу, собирая урожай в мучительную жару в долинах рек. Страдания людей трудно измерить количественно, но о них нельзя и забывать.

Сама земля также заплатила дорогой ценой за освоение. Доктор Х. Е. Дрегне [Dregne, 1977], один из ведущих американских специалистов по проблемам аридных земель, определил, что около 583 млн. км^2 аридных земель в США подверглись сильному или очень сильному опустыниванию. Основными причинами опустынивания являются:

— чрезмерный выпас крупного рогатого скота и овец;

— богарное земледелие на аридных территориях, сильно подверженных эрозии;

— недостаточный дренаж орошаемых земель;

— слишком интенсивная откачка подземных вод;

— обезлесение в XIX в. [Sheridan, 1981].

Основные факторы освоения аридных территорий в США. При развитии региона с низкой плотностью населения и примитивной экономикой взаимодействует целый комплекс различных экономических и социальных факторов. Что касается аридного региона США, можно выделить два самых существенных фактора:

1) постройка общественных сооружений для хранения и доставки воды для целей водоснабжения;

2) высокоэффективная система передачи технологии, информации о передовой технологии и обмена опытом.

Как и для некоторых других аридных регионов мира, для аридного региона США основным источником влаги служит снег и его таяние в горах. Поэтому, здесь повсюду построены дамбы и другие сооружения для аккумулирования обильного весеннего стока с гор и обеспечения круглогодового водоснабжения, независимо от того, есть засуха или ее нет [Water..., 1981]. Например, на реке Колорадо сооружены дамбы и каскады плотин, полностью регулирующие речной сток. Плотины позволяют поддерживать в водохранилищах четырехлетний запас воды. Радиально от водохранилищ отходят каналы и водоводы, по которым вода поступает на поля, промышленные предприятия и в дома. Фактически река Колорадо, протяженностью в 2720 км, превращена в совершенную водопроводную систему, устроенную (как бы запрограммированную) таким образом, чтобы выдавать только то количество воды, которое необходимо для использования человеком, и ни капли больше. На Колорадо больше не бывает паводков, и она уже не отдает воду океану. Действительно, как заметил не так давно один ученый-специалист по экологии, „это уже, в сущности, не река".

Многие системы хранения и доставки воды на засушливом Западе были спроектированы, построены и финансируются Бюро мелиорации, входящим в систему Федерального правительства. В 1978 г. гидросооружения Бюро мелиорации обеспечили водой 4,6 млн. га орошаемых земель, с которых был собран урожай сельскохозяйственных культур стоимостью в 6 млрд. долл., и которые дали воду 16,6 млн. людей для промышленных и коммунально-бытовых нужд. Кроме того, они выработали 40,6 млрд. кВт · ч электроэнергии, что достаточно для удовлетворения потребностей 14 млн. человек [Water... 1981].

При проектировании и постройке гидросооружений предусматривалось, что они предназначены для нескольких целей — регулировать паводки, давать необходимую воду для орошения и для различного использования в хозяйстве и быту и для выработки дешевой электроэнергии — и в этом их большое достоинство. Возможно наибольший недостаток этих гидросооружений является следствием того, что при проектировании и в начале строительства не принималась во внимание необходимость отвода с орошаемых полей засоленной воды. Обязательным требованием к гидросооружениям такого рода должно быть наличие эффективной системы сбора и использования дренажных вод, хотя это и влечет за собой значительные затраты.

Система передачи технологии, действующая в сельском хозяйстве США в целом и в засушливых районах в частности, характеризуется исключительно тесными взаимосвязями различных организаций и учреждений — федеральных, тех, что в штатах и округах, сельскохозяйственных колледжей, университетов и частных фирм, торгующих средствами производства, такими как семена, сельскохозяйственная техника и удобрения. Данная система неоднократно доказывала свою высокую эффективность, когда речь шла о распространении производственной технологии. Например, полученный новый сорт какой-либо сельскохозяйственной культуры, новый инсектицид или новая конструкция уборочного комбайна очень быстро проходят путь от лаборатории до применения в поле, где они начинают приносить практическую пользу. Однако, что касается охраны природных ресурсов — система распространения передовой технологии оказывается значительно менее эффективной. Несомненно, это объясняется тем, что при рыночной ориентации сельскохозяйственного производства в США производители сельскохозяйственной продукции получают значительно больший выигрыш от наращивания производства, чем от проведения мероприятий по охране природных ресурсов. Как

мы покажем дальше, это чревато самыми серьезными последствиями для будущего хозяйства аридного региона США в долгосрочной перспективе, для его земельных и водных ресурсов.

Классическим примером, иллюстрирующим несовершенство системы распространения технологии, предусматривающей охрану природных ресурсов, может служить развитие земледелия на Великих Равнинах. Распашка там естественного растительного покрова — коротко- и длинностебельного разнотравья — всерьез началась во время первой мировой войны, когда цена пшеницы возросла с 87 центов за бушель в 1915 г. до 2,10 долл. за бушель в 1917 г. Как отмечал один историк: „Американские фермеры получили беспрецедентную возможность обогатиться или, по крайней мере, обогатить своих банкиров, экспортируя в огромных количествах плодородие своей почвы европейцам, которые не могли обрабатывать собственные земли, поскольку были слишком заняты перерезыванием друг другу горла... Для того, чтобы обеспечить союзников зерном, 16,2 млн. га целинных земель распахивались и засеивались" [Hyams, 1952]. С точки зрения голой экономики, фермеры быстро и правильно реагировали на сигналы рынка, т. е. на повышение цен на пшеницу.

После первой мировой войны цена пшеницы резко упала, но распашка Великих Равнин продолжалась — под пшеницу и в южной части Великих Равнин — под хлопчатник. За период 1925—1930 гг. количество тракторов на Великих Равнинах возросло с 65594 до 143000. Это была, как отмечал историк Рассел Лорд, „величайшая и самая быстрая распашка природных травяных угодий в истории" [Lord, 1938]. Все это привело к одной из крупнейших экологических катастроф в истории Северной Америки. В 1930 г. разразился глубочайший экономический кризис. Мировая цена на пшеницу упала до 22 центов за бушель. Положение еще более усугубили засуха и сильные ветры. Ветры сдували сухую почву, лишенную защитного покрытия таких злаков как трава бизонов, бородач и трава Грамма. 10 мая 1934 г. над Великими Равнинами пронесся жестокий ураган. Один из наблюдавших его писал: „Солнце было похоже на сверкающий голубой шар, висящий в небе, густо наполненном частицами почвы". Гигантская пелена пыли двигалась с запада на восток. Чикаго и долина реки Огайо погрузились в темноту задолго до захода солнца. К 11 мая небо над Нью-Йорком и Вашингтоном приобрело отвратительный желтоватый цвет. В Капитолии конгрессмены, собравшиеся для обсуждения вопроса о создании национальной службы охраны почв ощущали, как пыль, заполнявшая воздух, оседала на лице и губах.

Федеральное правительство ввело в действие ударную программу мероприятий по охране почв на Великих Равнинах. Районы, в наибольшей степени пострадавшие от ветровой эрозии и образовавшиеся песчаные дюны были засеяны травами. Кроме того, были посажены ветрозащитные лесополосы, а фермеры получили инструкции о применении ряда приемов, сохраняющих почву — таких как кулисные насаждения, глубокая обработка почвы, сохранение стерни и пожнивных остатков в поле, летние пары, защищенные широкими полосами вдоль горизонталей рельефа или под прямым углом к преобладающему направлению ветра, включение донника белого в севообороты на песчаных почвах и т. д. [Johnson, 1947]. Многие фермеры испробовали один или несколько подобных приемов. Однако по-настоящему заинтересовали фермеров перспективы перехода от богарного к орошаемому земледелию. Проблема заключалась в том, что тогдашние ветряки были недостаточно мощными для откачки воды из водоносного горизонта Огаллала, находящегося под большей частью территории Великих Равнин. Этот слой песка и гравия — отложения позднего миоцена и плиоцена — вмещает огромные запасы воды. Фермеры начали экспериментировать самостоятельно. Они подсоединили двигатели внутреннего сгорания от старых легковых автомобилей и грузовиков к центробежным насосам, предназначавшимся первоначально для использования на нефтепромыслах. Результаты были неплохими. Когда в 1950-х гг. вновь разразилась засуха, орошение уже широко практиковалось. К этому времени промышленность начала производство специальных крупных дождевальных установок с центральным шарниром (карусельного типа). За относительно короткое время удалось охватить орошением, используя подземные воды, миллионы гектаров земель. Однако, подобные системы весьма дороги, поэтому богарное земледелие на Великих Равнинах также продолжалось, хотя и в меньших масштабах.

В начале 1970-х гг. Соединенные Штаты Америки заключили соглашение с Советским Союзом о крупных поставках пшеницы. Возросший спрос обусловил повышение цен на пшеницу до 5 долл. за бушель. Фермеры начали искать пути максимального наращивания производства — вырубать ветрозащитные полосы и распахивать территории, засеянные травами в 1930-х гг. В 1977 г. произошла засуха, сопровождавшаяся ветрами. Пыльные бури не были такими сильными и в связи с бóльшими масштабами орошения не нанесли такого ущерба, как в 1930-е гг., но они оказались достаточно сильными, чтобы сдуть с некоторых неорошаемых полей до метра почвенного слоя [McCauley et al., 1981].

В результате распространения на Великих Равнинах орошения уровень подземных вод горизонта Огаллала быстро понижается. Откачивается значительно больше воды, чем восполняется естественным путем. Другими словами, подземную воду „добывают". К середине 1980-х гг. запасы ее истощатся настолько, что, как можно ожидать, это отразится на урожаях сельскохозяйственных культур. Вполне возможен широкомасштабный возврат к богарному земледелию на Великих Равнинах.

Уроки. Опыт освоения американских аридных территорий позволяет извлечь некоторые уроки.

Во-первых, оросительные системы с самого начала должны строиться, включая в себя системы дренажа для сокращения последующих затрат. Особое внимание следует обращать на участки, где потребуется дренаж минерализованных поливных вод, с тем, чтобы свести к минимуму расходы и ущерб для окружающей среды.

Во-вторых, мелиорация опустошенных засушливых земель — независимо от того, явилось ли опустошение следствием богарного земледелия, чрезмерного выпаса скота или разработки полезных ископаемых карьерами — обходится чрезвычайно дорого. Затраты могут составлять от 60 до 3000 долларов на гектар в зависимости от количества осадков, рельефа, мощности и механического состава почв. На очень засушливых землях — где среднегодовое количество осадков менее 250 мм — целесообраз-

ность и успех мелиорации сомнительны даже при затратах в 3000 долларов на гектар. Несмотря на интенсивные научные исследования, до сих пор еще достоверно не установлено, можно ли восстановить постоянный растительный покров на очень засушливых землях, подверженных к тому же сильной деградации почв. Почвы аридных земель возобновимы только в геологическом масштабе времени, но не на протяжении жизни одного или нескольких поколений людей.

В-третьих, в дальнейшем мы не можем недооценивать ветер как фактор, вызывающий эрозию почв. Исследования последствий бури, охватившей 20 декабря 1977 г. территорию площадью в 2000 км^2 в районе развитого сельскохозяйственного производства в долине Сан-Хоакин (Калифорния) показали, что эта единственная буря переместила приблизительно 50 млн. т почвы [Wilshire et al., 1981]. Столь сильной эрозии способствовал ряд факторов. Перед бурей продолжительная засуха иссушила землю. Кроме того, пастбищные угодья в пострадавшем районе были особенно подвержены ветровой эрозии, поскольку страдали от чрезмерного выпаса скота в течение многих лет. Что касается земель, где выращивались сельскохозяйственные культуры, непосредственно перед бурей они были распаханы для предстоящего сева. Геолог Говард Уилшир отмечает: „Наблюдения пыльных бурь в настоящее время приводят к неожиданному выводу, что в пределах континентальных масс воздуха ветер переносит такое количество частиц почвы, которое более сравнимо с количеством, переносимым водой, чем считалось прежде. Например, по самым сдержанным оценкам 1976 г. Пиментала и др. из 5,0 млрд. т почвы, ежегодно теряемой в США в результате эрозии, не менее 1,0 млрд. т уносится ветром. В некоторых районах мира количество почвы, уносимой ветром намного превышает количество почвы, уносимой водой" [Wilshire, 1980].

В-четвертых, в результате непрерывного ведения богарного земледелия на подверженных сильной ветровой эрозии землях плодородие почвы снижается. Используя метод множественной регрессии, были проанализированы данные осадков и урожаев при выращивании на богаре хлопчатника, сорго и кафира (сорт сорго) за 30—40 лет. Анализ проводился для определения общей тенденции урожаев, без учета влияния количества осадков [Fryrear, 1981]. Анализ показал, что урожаи сорго снизились на 67%, а кафира — на 59%. Урожаи хлопка также уменьшились, но в меньшей степени. Автор исследования отмечает: „В периоды, по которым имеются данные, улучшение сортов сельскохозяйственных культур и совершенствование агротехники должны были бы частично компенсировать снижение плодородия почвы из-за непрерывной монокультуры, однако... совершенствование сортов и агротехники шло не настолько быстро, чтобы компенсировать усиливающееся действие факторов, обусловливающих снижение производства сельскохозяйственных культур". Автор напоминает, что ветровая эрозия уносит мелкие частицы почвы. В результате плодородие снижается, так как именно мелкие частицы несут важнейшие питательные вещества. Потеря мелких частиц также уменьшает способность почвы удерживать влагу в корневой зоне.

В-пятых, некоторые аридные пастбищные угодья никогда не должны возделываться, а если они уже были распаханы, их следует вновь засеять травами. Это особенно относится к землям с легкими по механическому составу почвами и преобладанием сильных ветров. Проблема заключается в том, что для охраны окружающей среды весьма целесообразно на таких землях сохранить травяной покров, однако ближайшие экономические соображения заставляют действовать как раз наоборот. В краткосрочной перспективе выращивание сельскохозяйственных культур на аридных пастбищных угодьях почти всегда приносит больший доход, чем выпас скота, кроме случаев сильной засухи. В долгосрочной перспективе доходы от земледелия будут сокращаться по мере снижения плодородия почвы. Производители сельскохозяйственной продукции в странах с рыночной экономикой реагируют на краткосрочные стимулы, будь они положительными, такие как повышение цен, или отрицательными, такие как необходимость погашения ссуды для того, чтобы банк не лишил фермера права выкупа заложенного имущества.

Очевидно, для сохранения экологической целостности земли необходимо вмешательство государственного сектора. К сожалению, часто правительственные органы вмешиваются только для того, чтобы достичь краткосрочных экономических выгод, поскольку стремятся улучшить платежный баланс страны путем увеличения производства сельскохозяйственной продукции на экспорт и сокращения ее импорта.

Нерешенные проблемы. Некоторые нерешенные общие вопросы затрудняют прогнозирование социального и экономического развития аридного региона США в будущем.

Гидротехнические сооружения имеют огромное значение для освоения аридных земель, но они могут быть чрезвычайно дорогими. Затраты на их строительство постоянно возрастают в связи с ростом стоимости материалов, энергии и рабочей силы. В конце 1920-х — начале 1930-х гг. в США была построена плотина Гувера — не только крупнейшая на реке Колорадо, но и самая большая бетонная плотина в Западном полушарии. Ее объем — 2,5 млн. м^3 бетона, строительство обошлось в 175 млн. долларов. В настоящее время даже в 10 раз большая сумма была бы недостаточна для такой постройки.

Для постоянного и непрерывного развития аридного региона США необходимо строительство новых гидросооружений. Для этого потребуются огромные капиталовложения. Между тем даже такая богатая страна как США не обладает неисчерпаемыми запасами и должна стремиться к наиболее рациональному и эффективному распределению и расходованию капиталовложений. Каков будет доход и окупаемость средств, затраченных на строительство гидросооружений по сравнению с доходами, которые могли бы принести капиталовложения в другие проекты в других районах страны? Как ни прискорбно, имеющиеся в нашем распоряжении возможности анализа для ответа на подобные вопросы недостаточны. Несомненно, некоторые затраты и предполагаемые выгоды того или иного планируемого проекта можно ориентировочно оценить, однако многие затраты и выгоды не поддаются количественному выражению. Наши возможности количественно оценить возможный ущерб окружающей среде весьма ограничены. Например, сооружение плотины уменьшает поступление питательных веществ в устья рек, где нагуливают вес креветки и рыба. В результате сокращается

доходность рыболовства. В данном случае ущерб трудно количественно оценить до того, как он фактически будет нанесен. Трудно количественно оценить и те выгоды, которые может дать осуществление проекта, если эти выгоды представить непосредственно в виде таких экономических понятий как доход, прибыль и т. д. Кроме того, встает вопрос: кто будет нести расходы по осуществлению проекта — общество в целом, или те лица, фирмы и организации, которые непосредственно получат выгоду (контроль паводков и наводнений, водоснабжение, гидроэлектроэнергия)? Если платят потребители, то на какой основе должны производиться платежи? Как исчислять норму процента, если, например, потребители оплачивают стоимость проекта в течение продолжительного времени? Должна ли процентная ставка отражать ту сумму, которую приходится выплачивать финансовым агентствам за кредит? В США издержки на строительство гидротехнических сооружений, финансируемые государством, рассчитываются исходя из нормы процента ниже рыночной. Следовательно государственный сектор субсидирует потребителей воды и гидроэлектроэнергии, получаемых от гидротехнического сооружения? Это, в свою очередь, выдвигает другой вопрос — почему, собственно, государство должно субсидировать потребителей воды и электроэнергии в одной части страны, т. е. в аридном регионе, и не субсидировать их в других районах?

Для предполагаемых к строительству гидросооружений должен проводиться сравнительный анализ затрат и выгод, каким бы несовершенным он ни был. Однако следует помнить: чем крупнее масштабы проекта — тем больше предел возможной ошибки. Подобный анализ должен вновь и вновь критически пересматриваться, прежде чем решение о затрате миллионов или миллиардов долларов на осуществление того или иного проекта будет принято. Государственные агентства, задачей которых является строительство гидросооружений (в США — Бюро мелиорации и Корпус военных инженеров), редко представляют анализы, показывающие превышение затрат над выгодами.

Еще одна нерешенная проблема — распределение ограниченных водных ресурсов между конкурирующими потребителями в таких районах как центральная Аризона. Большинство экономистов считает, что воду следует прежде всего выделять тем отраслям, где вода „необходима для производства наиболее ценной продукции". Однако при таком подходе орошаемое земледелие почти всегда проигрывает по сравнению с промышленностью, поскольку в промышленности выход продукции на кубометр воды обычно выше, чем в сельском хозяйстве. В центральной Аризоне фермеры конкурируют за воду с предприятиями по добыче медной руды и рафинированию меди, а также с рядом отраслей легкой промышленности, поэтому им приходится сокращать сельскохозяйственное производство. Это же происходит и в других районах аридного региона США. В частности, права на пользование водными ресурсами для сельского хозяйства приобретают такие отрасли энергетики, как добыча угля, нефтегазовая промышленность, добыча нефтеносных сланцев и выработка электроэнергии на тепловых электростанциях, сжигающих уголь. Разумна ли в долгосрочной перспективе такая политика в нашем мире, который к 2000 г. должен будет кормить шестимиллиардное население, и в стране, которая поддерживает торговый баланс в значительной степени благодаря экспорту сельскохозяйственной продукции?

Не решена также проблема использования подземных вод на аридных территориях. Разумно ли вести крупномасштабное сельскохозяйственное производство на базе подземных вод? Некоторые эксперты утверждают, что это разумно, поскольку с их точки зрения, подземные воды ни что иное, как ценное полезное ископаемое, а месторождения полезных ископаемых разрабатываются до тех пор, пока это экономически целесообразно. Другие эксперты (а их в США определенно меньше) утверждают, что следует вернуться к некогда признанному принципу безопасной добычи, т. е. откачивать объем подземных вод, равный объему пополнения их естественным путем. Сторонники неограниченного забора подземных вод настроены более оптимистично в отношении научно-технического прогресса в будущем, считая, что новая технология поможет решить проблему водообеспечения. При этом надежды возлагаются на новые, более дешевые методы опреснения морской воды, на стимуляцию осадков посредством засева кучевых облаков йодистым серебром (AgI) и даже на буксировку айсбергов. Противники такого забора подземных вод более сдержанно относятся к указанным выше перспективам, считая, что запасы их могут быть сработаны раньше, чем новые способы добычи воды станут практически осуществимыми.

Удивительно, но последний нерешенный вопрос заключается в том, что, собственно, считать чрезмерным выпасом? Удивительно потому, что вопросу влияния выпаса скота на пастбищные экосистемы уже были посвящены многочисленные научные исследования. Книгами и докладами по данному вопросу можно было бы заполнить немалую библиотеку. Тем не менее, среди ученых-специалистов по пастбищам нет единства мнений. Таким образом, научные рекомендации фермерам-животноводам часто противоречивы. Причина этого, возможно, заключается в том, что по большей части проблема эта в научных работах ставилась слишком узко: изучалось только состояние кормовых культур и не принимались во внимание другие важные переменные, такие как гидрологические и почвенные условия. Ученый-специалист по эксплуатации пастбищ должен быть в состоянии точно указать фермеру-животноводу, какое количество овец или крупного рогатого скота можно выпасать на данном пастбище, не опасаясь превысить его производительность. Рекомендации скотоводам должны даваться на основе непосредственного изучения данных о состоянии почвы, грунтовых вод, рек и ручьев, флоры и фауны. Совершенно очевидно, что здесь требуется комплексный подход. Далее, возникает вопрос, будет ли скотовод следовать данным ему рекомендациям. До сих пор, по крайней мере в США, фермеры постоянно переоценивали возможности аридных пастбищ, особенно во время засух, то есть в периоды наибольшего экологического стресса.

Заключение. Много различных слов употреблялось, когда речь шла об освоении аридных территорий в США, и среди них такие, как „дерзновенное", „изобретательное", „энергичное", „стихийное"... Но слова „всестороннее" или „планомерное" никак не подходят к истории освоения аридного региона. Очень редко оно заранее планировалось и шло в соответствии с намеченными планами. В этом смысле

опыт Соединенных Штатов Америки едва ли может служить образцом. Проблема в настоящее время заключается в том, как придать планам освоения и развития аридных земель техническую гибкость и комплексность.

При планомерном и продуманном освоении многих издержек и значительного ущерба для человека и окружающей среды, которые имели место, можно было бы избежать. Самая существенная попытка придать развитию планомерный и комплексный характер, предпринятая в конце 1930-х гг. Комиссией по освоению засушливых территорий на Великих Равнинах при Федеральном правительстве, провалилась. Она потерпела неудачу, поскольку не предполагала технологического прогресса, в частности появления крупных оросительных систем с машинным водоподъемом, не предусматривала достаточных экономических стимулов для фермеров, которые могли бы побудить их заботиться об охране почвенных и водных ресурсов.

И сейчас при освоении новых земель и вообще при дальнейшем развитии аридного региона США продолжают решать задачи в отрыве одна от другой. На важнейшие вопросы — как предотвратить истощение природных ресурсов стремятся найти скорее технические, чем социальные или политические ответы.

В связи с темой этой главы заслуживает внимания одна из областей прикладных научных исследований — генетика. Повысилась интенсивность научных исследований, направленных на достижение большей устойчивости сельскохозяйственных культур к засухам, засолению, сорнякам и вредителям. Следуя проверенным временем принципам, открытым Менделем, ученые более чем десяти научно-исследовательских центров упорно ведут работу по скрещиванию различных видов сельскохозяйственных культур, направленную на получение гибридов кукурузы, пшеницы, хлопчатника, ячменя, томатов и т. д., обладающих вышеуказанными хозяйственно-полезными признаками. В настоящее время проявляется интерес и к многолетним зерновым культурам, пригодным для выращивания в засушливых условиях, которые могли бы заменить выращиваемые сейчас однолетние культуры. Интерес к многолетним культурам объясняется их способностью значительно лучше сохранять почву.

Ученые в настоящее время применяют метод ДНК-рекомбинации, чтобы изменить генетический код сельскохозяйственных культур, выращиваемых на аридных землях, и генетическим путем добиться большей их устойчивости к недостатку влаги, засолению, сорнякам и вредителям, а также для усиления таких полезных признаков, как высокая урожайность и способность связывать азот. Пока эта работа находится на начальном этапе, и потребуются новые усилия, прежде чем она принесет свои плоды. До сих пор метод ДНК-рекомбинации нашел практическое применение в генетике микроорганизмов, а это задача несравненно более легкая, нежели манипуляции с более сложным растительным генетическим материалом.

Вся работа по генетике — как традиционной, так и с применением новых методов и принципов — указывает на большое значение диких растительных видов аридных территорий. До настоящего времени важность диких родственников сельскохозяйственных культур недооценивалась. Однако сейчас биологи признают, что дикие растения несут наборы генов, которые являются бесценным и незаменимым наследием естественной эволюции. Мы не можем допустить, чтобы освоение аридных земель привело к уничтожению диких видов растений, их необходимо охранять в силу целого ряда практических причин. Генетическая информация, наборы генов, заключенные в диких видах, необходимы для дальнейшей работы и в традиционной менделевской генетике, и по методу ДНК-рекомбинации.

Глава XVIII

ОПУСТЫНИВАНИЕ В АВСТРАЛИИ

Дж. А. Маббутт (Австралия)

Аридная зона занимает в Австралии более 5 млн. км^2, т. е. около 75% всей площади суши. Примерно половина ее, особенно в западных и центральных районах, представляет собой песчаную пустыню, непригодную ни для сельскохозяйственного использования, ни в качестве пастбищ. В остальной части аридной зоны имеется естественная растительность, пригодная для корма. Выпас овец и крупного рогатого скота осуществляется здесь на основе экстенсивной системы пользования на правах аренды (Perry, 1968).

Деградация пастбищ Австралии. По сравнению с аридными землями в других странах использование засушливых земель под пастбища в Австралии началось совсем недавно — немногим более 100 лет назад. Однако европейцы с их отарами, стадами и кроликами сразу же положили начало стремительному опустыниванию пастбищ. Это привело к почти полному исчезновению многолетней растительности, которую животные потребляли с удовольствием, и замене ее менее питательной, однолетней, что, в свою очередь, снизило продуктивность пастбищ, особенно в засушливые периоды. Ухудшение растительного покрова, усугубившееся вследствие вытаптывания травы скотом, привело к ускорению ветровой и водной эрозии, потере почвенного слоя. Увеличилась аридность.

Количественная сторона такой деградации недостаточно документально показана, и выявление долговременных тенденций в изменении состояния угодий все еще представляет определенные трудности. К ним относятся изменяющиеся сезонные

условия, что затрудняет создание основы для сравнения.

Однако, общее ухудшение положения находит свое подтверждение в наметившейся тенденции уменьшения поголовья, характерной для большинства животноводческих районов Австралии (рис. 11). На первых порах после создания новых поселений поголовье скота обычно резко растет, но затем так же резко сокращается (как правило, во время засухи), и уже составляет около четверти прежнего максимального количества. Впоследствии, в зависимости от сезонных и экономических условий, численность поголовья скота обычно уменьшается примерно на одну треть от максимальной. Относительно стабильное положение удается поддержать, лишь расширив пастбищные площади путем создания дополнительных мест водопоя.

Однако такого свидетельства развития опустынивания еще недостаточно. Дело в том, что одни лишь размеры поголовья нельзя считать характеристикой состояния пастбища. Нельзя также утверждать, что основной причиной опустынивания является выпас бóльшего количества скота, чем то, на которое рассчитана продуктивность пастбища, хотя такие аргументы часто приводятся. Приведенные ниже исследования охватывают более чем пятидесятилетний

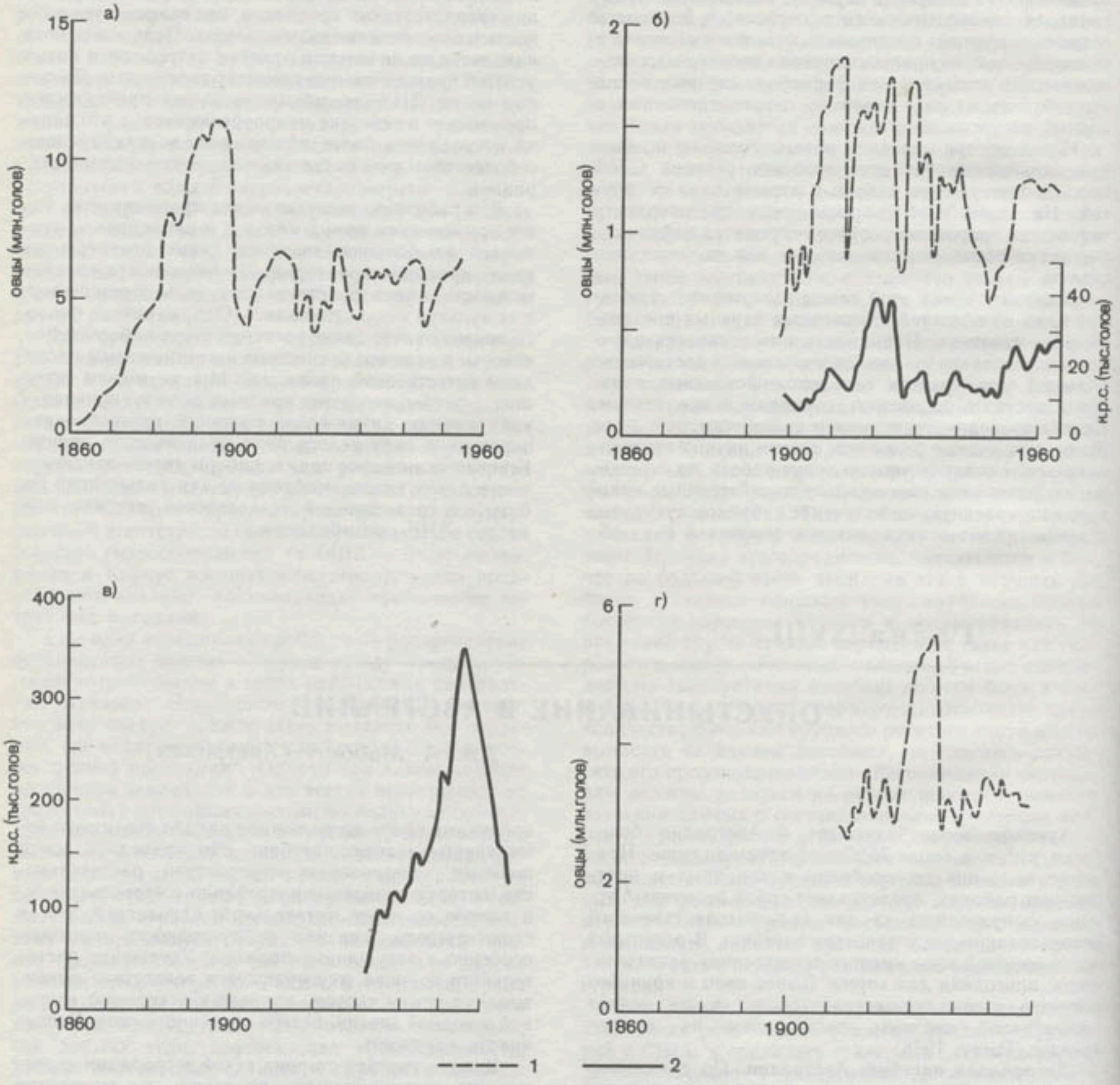


Рис. 11. Изменения в численности поголовья скота в различных пастбищных районах Австралии [по Perry, 1968, Mabbutt et al., 1963]:

а) Западный район, Квинсленд; б) Ловгрич Шир, Квинсленд; в) Центральная Австралия; г) Западная Австралия; *1* — овцы; *2* — крупный рогатый скот

период, по истечении которого стало совершенно ясно, что основной ресурс пастбищных районов заключен в самих пастбищах, а не только в количестве скота, который пасется на них. Была также подтверждена мысль о необходимости осуществления строгого контроля за выпасом в зависимости от сезонных условий и реакции всей экосистемы пастбища, включая такие ее элементы как состояние почвы, наличие и качество воды и растительного покрова. Задача заключается в том, чтобы обеспечить коммерчески рентабельное воспроизводство поголовья скота, несмотря на малое количество осадков, к тому же выпадающее нерегулярно, без нанесения природным экосистемам невосполнимого ущерба.

Кроме капризов погоды, австралийскому животноводству приходится сталкиваться с проблемой колебаний цен на свою продукцию на мировом рынке. Все это неизбежно накладывает отпечаток на характер использования природных ресурсов, часто идущий вразрез с экологическими соображениями. С точки зрения сиюминутных успехов дела необходимо получить определенную финансовую прибыль, однако все большее число людей начинает понимать, что для ее получения часто приходится приносить в жертву перспективы долговременного использования пастбищных угодий. В настоящее время очень важно определить, стал ли процесс деградации необратимым или можно еще что-то предпринять.

Восстановление деградированных пастбищ в аридных условиях — медленный процесс, а фермеру, испытывающему давление с разных сторон, трудно долго ждать получения прибылей. С экономической точки зрения невыгодно, например, косить траву не достигшую еще достаточной высоты (а это приходится делать в неурожайные годы). Однако, что касается возможных последствий для окружающей среды, не менее катастрофическое положение создается, если поголовье скота даже в трудные годы поддерживается на одном и том же уровне.

Вся сложность заключается в том, чтобы всегда проводить достаточно гибкую линию, которая обеспечила бы максимально возможную прибыль и в то же время не допускала бы нанесения серьезного ущерба основным природным ресурсам пастбищ. В последние годы государство, выступая в роли арендатора, принимает все более решительные меры по сохранению природных ресурсов. В частности, были определены условия содержания скота и размеры его поголовья, увеличены капиталовложения, установлены размеры пастбищ для обеспечения рентабельного хозяйствования. Была существенно улучшена технология, а за счет внедрения племенного животноводства увеличена его производительность. Благодаря более тесным связям между хозяйствами стало возможным в засушливые сезоны переводить скот на выгон в другие районы или продавать излишки поголовья. Контроль за выпасом стал настолько строгим, что происходившая в прошлом сильная деградация отдельных пастбищ сегодня вряд ли повторится. Тем не менее, как показывает исследование в бассейне Гаскойн, животноводы сталкиваются с непомерным ростом затрат [Williams et al., 1977]. Этому противостоит повышение производительности труда. В настоящее время Австралия занимает одно из первых мест в мире по поголовью скота на единицу затрат труда. И все же следует вновь подчеркнуть на примере Гаскойн, что хозяйства с большими издержками и малой производительностью будут очень скоро вынуждены прекратить существование. В этом плане экономические силы в состоянии сами защитить окружающую среду от серьезного ущерба.

В настоящее время в Австралии отмечаются расхождения в оценках тенденций развития пастбищ. Кривые поголовья (см. рис. 11) показывают метастабильное динамическое равновесие там, где уже пройден критический уровень, с переходом в новое, менее продуктивное, хотя и временно стабильное состояние. Идут также дебаты о возможно обратимом характере, с экономической точки зрения, этих перемен. Постоянную озабоченность вызывает очевидная невосстанавливаемость некоторых круглогодично используемых пастбищ, особенно в районах, подвергающихся нашествию кроликов. Без ограничения поголовья кроликов любые меры, например, полное закрытие или попеременное использование пастбищ и даже перевод всего скота на другие, менее истощенные земли, могут не дать желаемых результатов.

Деградация земель и ее последствия для районов богарного земледелия. В умеренных семиаридных районах Австралии опустынивание проявляется в основном в денудации земель, на которых хозяйствование ведется на богарной основе. При этом плодородие почвы уменьшается, нарушается ее структура, усиливается влияние эрозии, особенно ветровой, и последующее наступление песков. Эти процессы связаны с прошлым расширением сельскохозяйственных угодий и расчисткой под пашни новых земель, особенно в маргинальных районах, что было вызвано благоприятными погодными условиями и высокими ценами на пшеницу. Начальный оптимизм повсеместно подкреплялся воспоминаниями о более влажных годах и даже верой в то, что с возделыванием земли увеличится количество осадков. Сыграли свою роль и хорошие первые урожаи, полученные на еще плодородной почве. Однако за периодом бума неизбежно наступает застой и даже некоторое отступление с завоеванных позиций. В последующие засушливые годы и во время экономического спада так и случилось. Приехавшие в Австралию колонисты не имели опыта в области учета климатического риска и ограничений почв, связанных с непрерывным возделыванием земли. С самого начала хозяйствование велось эксплуататорскими методами. Впоследствии фермеры часто страдали от несправедливого раздела земли, несовершенства системы землепользования и финансирования, а затем и от задолженности. Постепенно сельское хозяйство становилось стабильным, благодаря технологическим и другим достижениям, однако при этом в жертву были принесены чисто человеческие факторы: большие массы сельского населения вынуждены были устремиться в города, многие сельскохозяйственные районы оказались заброшенными. В процессе опустынивания и восстановления окружающей среды тесно переплелись социальные и чисто экономические факторы.

Вторичное засоление почв в районах богарного земледелия. Вторичное засоление и заболачивание почв возникает в результате гидрологических изменений, вызванных богарным земледелием. Эта проблема принимает две формы, а именно: засоление почв и увеличение солености поверхностных водоемов [Mulcahy, 1978; Peck, 1978].

Внешние проявления засоления земель. Засоление земель внешне обычно проявляется в том, что

на больших площадях имеются только солеустойчивые растения. На поверхности земли часто можно видеть кристаллы соли, она покрывается коркой или трескается. На аэроснимках такие районы имеют белесый оттенок.

Поверхность земли часто бывает влажной, но летом она высыхает и на ней появляются кристаллы соли, в основном хлористого натрия, хотя здесь могут встречаться и другие, например, кальция или магния. Засоление оказывает непосредственное влияние на растительность и урожайность вследствие увеличения токсичности или осмотического давления. Возможны и такие изменения в почве, которые ограничивают доступ воды к корням растений, которые попадают в засушливые условия, даже если земля влажная. Некоторые из последствий, приписываемых засолению, на самом деле вызваны заболачиванием.

О таких районах обычно говорят, что они покрыты „соленой коростой". Чаще всего районы с засоленными почвами встречаются в зонах инфильтрации у подножий холмов. На более крутых склонах там могут возникнуть овраги, так как образовавшаяся на поверхности земли корка способствует ускоренному стоку воды, что усиливает водную эрозию, с одной стороны, и делает почву более подверженной ветровой эрозии, с другой. В отдельных районах выпас скота, особенно овец, на пастбищах, подверженных засолению, привел к гибели растительности и к эрозии вытоптанного и разрыхленного верхнего слоя почвы.

Соленые грунтовые воды наносят также ущерб фундаментам зданий и сооружений на фермах, в то время как струйчатая эрозия и осыпание засоленной земли создают опасность разрушения земляных насыпей и берегов водоемов.

Пораженные районы. Основным районом, где с этими факторами сталкиваются уже давно, стал пояс возделывания пшеницы в западной Австралии [Teakle, 1938]. Как утверждают [Malcolm, Stoneman, 1976], 167 тыс. га некогда плодородных земель оказались здесь настолько засоленными, что теперь на них можно выращивать лишь некоторые особенно солеустойчивые сорта зерновых и кормовых культур, причем эта площадь постоянно расширяется. Хотя засоленные районы составляют лишь 1,5—2,5% всех пахотных площадей, здесь находится много частных хозяйств, над которыми нависает угроза бедствия. Другая семиаридная зона богарного земледелия находится в районе Малли на северо-западе штата Виктория. Она также хорошо исследована. По некоторым оценкам, площади, подверженные засолению, составляют здесь от 3600 га [Rowan, 1971] до 5000 га [Northcote, Skene, 1972]. С подобной проблемой сталкиваются также в Южной Австралии, где, как полагают, засоление занимает 14 тыс. га; [Matheson, 1968] в Куинсленде [Pauli, 1971], Новом Южном Уэльсе [Van Dijk, 1969; Hamilton, Lang, 1978], а также на острове Тасмания [Colclough, 1973]. Что касается Австралии в целом, уже упоминавшиеся Норткот и Скин [Northcote, Skene, 1972] указывают, что в настоящее время здесь засолено 197 тыс. га земель, ранее дававших удовлетворительные урожаи зерновых и кормовых культур. Следует отметить, что использование различных критериев приводит к расхождениям в оценках, даваемых отдельными учеными.

Причины вторичного засоления. Основная непосредственная причина вторичного засоления в районах богарного земледелия заключалась в расчистке земель под пашни. В результате на смену вечнозеленым деревьям и кустарникам, имевшим глубокие корни, пришли зерновые и кормовые сельскохозяйственные культуры. Деревья и кустарники росли с началом зимних дождей из семян, попавших в землю. Еще до того момента, как влага уйдет из почвы, цикл роста и сбрасывания семян заканчивался. Таким образом, испарение и транспирация уменьшались и большее количество влаги попадало в почву. Аналогичный эффект был достигнут в результате расчистки и чрезмерного выпаса на пастбищах. Вследствие этого у подножий склонов происходит инфильтрация, а находящиеся рядом с ними днища долин слабо заболачиваются, в них испарение избытка влаги приводит к концентрации на поверхности земли растворимых солей, содержащихся в почве, поверхностных отложениях и грунтовых водах.

Факторами, оказывающими косвенное воздействие на вторичное засоление в районах богарного земледелия в Австралии, являются следующие:

а) широкое распространение засоленных и содовых почв, особенно в южных семиаридных и семигумидных районах, где сельскохозяйственное производство развито достаточно хорошо [Northcote, Skene, 1972]. Это не только приводит к увеличению минерализации грунтовых вод, но и изменяет профиль подпочвенного слоя. Как следствие, повышается уровень грунтовых вод, увеличивается просачивание воды на склоновых участках, и почвы в низинах заболачиваются. Дисперсия глины в верхнем слое почвы приводит к образованию на поверхности твердой корки. В результате этого увеличивается сток, вода скапливается в низинах, затопляя их. Процесс усугубляется тем, что усиливается эрозия и обнажаются подпочвенные уплотненные горизонты (пэны). „Короста", покрывающая землю, препятствует росту травы и деревьев, увеличивает потери от испарения и способствует засолению почвы;

б) низкий рельеф с затрудненным внутрипочвенным дренажом. Это приводит к отложению и концентрации в аллювиальных осадках растворимых солей; в низинах отмечается высокий уровень грунтовых вод. Так возникают благоприятные условия для засоления, поскольку вследствие изменения гидрологического баланса грунтовые воды по капиллярам легко достигают поверхности;

в) значительное увеличение засоления южных районов континента, омываемых океаном. Влага, выпадающая в виде дождя, даже в 100 км от побережья, может тем не менее оказать сильное воздействие на степень засоления почвы [Hingston, Gailitis, 1976]. В более засушливых условиях периода позднего плейстоцена и послеледникового периода эти процессы, вероятно, имели большее значение, чем ныне;

г) сезонные осадки, характерные для семиаридных или субгумидных районов, особенно средиземноморского типа, в результате которых во время зимних дождей соли становятся подвижными, а при наступлении засушливого лета кристаллизуются на поверхности земли. Эти тенденции заметно усиливаются в годы с необычно влажными осенними и зимними месяцами, за которыми следует очень засушливое лето.

При засолении земель отмечается следующее:

а) возрастание степени оголенности поверхности земли вызывает увеличение поверхностного стока и скопления воды в низменных районах, где усилива-

ется заболачивание, увеличивается испарение и аккумулируются соли;

б) засоление почв усугубляет уплотнение поверхностных слоев и водонепроницаемость подпочвенных пэнов, а также увеличивает поверхностный сток;

в) образование заболоченных почвенных горизонтов, расположенных выше уровня грунтовых вод, приводит к тому, что соли по капиллярам достигают поверхности почвы, особенно по днищам долин.

Заболачивание и засоление орошаемых земель в долине Муррея. Основные проблемы опустынивания орошаемых земель связаны с заболачиванием и вторичным засолением почвы в результате кардинального изменения гидрологического режима, вызванного развитием орошения. Опустынивание может иметь серьезные экономические и социальные последствия, поскольку орошаемое земледелие является основной формой ведения хозяйства в засушливых районах. От него зависит обеспечение местного населения продуктами питания. Для его успехов в таких условиях требуются значительные капиталовложения, высокая степень технической вооруженности и умелое руководство.

В долине Муррея, где расположено 80% из 1,2 млн. га орошаемых земель Австралии (рис. 12), эти проблемы стоят весьма остро. В районе Керанг на северо-западе штата Виктория орошение стало применяться в конце 80-х годов прошлого века, а в долине Гоулберна — в начале 90-х годов. Уже к концу XIX столетия в некоторых частях района Керанг уровень грунтовых вод поднялся настолько, что влага по капиллярам начала поступать на поверхность. В связи с последовавшим затем засолением почвы многие земли перестали возделываться. В Новом Южном Уэльсе, где в бассейне реки Маррамбиджи орошение началось в 1912 г., первые сведения о повышении уровня грунтовых вод появились уже в 1915 г., однако проблема приобрела серьезные масштабы после сильных дождей 1930—1931 гг. Положение еще более обострилось во время влажных зим 1939, 1942 и 1956 гг. В более западных районах особое значение имеет возрастающая минерализация воды в реке Муррей, используемой для орошения. Две эти проблемы взаимосвязаны, поскольку в верхнем течении, где грунтовые воды залегают близко к поверхности, соленая вода попадает в естественную или искусственную дренажные системы или непосредственно в Муррей, являющийся своего рода коллектором.

Проведенное недавно изучение засоления долины Муррея [Gutteridge, Haskins, Davey, 1970] показало, что в равнинных районах соленые грунтовые воды часто приближаются к поверхности. Установлено, что сегодня засоление почв особенно остро ощущается в районе Керанг, в то время как в районе Деникина его степень пока мала. Тем не менее, прогнозы, основанные на расчетах скорости повышения грунтовых вод и подтвержденные, где это было возможно, наблюдениями, свидетельствуют о том, что площади, подверженные засолению (в настоящее время составляющие 640 тыс. га), могут увеличиться к концу XX в. на 150% и охватить до 40% района Деникина. Если не будут приняты соответствующие меры, ежегодные потери сельскохозяйственного производства, составляющие сегодня 24 млн. австралийских долларов, увеличатся к 2000 г. в 5 раз.

Опустынивание как результат использования земель, не связанных с сельскохозяйственным производством. Опустынивание грозит не только районам, в которых сельское хозяйство ведется неправильно. Его нельзя определить лишь по показателям, характеризующим сокращение сельскохозяйственного производства. Другие формы землепользования, например, городская застройка, туризм и горнодобывающая промышленность, в которых занята большая часть населения аридных и семиаридных районов Австралии, могут в равной степени быть причиной уменьшения растительного покрова, нестабильности почв и ускоренной эрозии, пагубно влиять на биологическую продуктивность и способствовать аридизации [Freer, 1978]. Туризм и отдых, горнодобывающая промышленность и рост городов — все эти сферы, некоторым образом взаимосвязаны. Например, большинство мелких и даже крупных городов во внутренних районах Австралии существуют благодаря горнодобывающей промышленности. В то же время многие из них стали центрами развития туризма.

Для всех форм землепользования, не связанных с сельским хозяйством, характерно то, что на каком-то этапе воздействие их на окружающую среду имеет локальный характер, хотя в результате, например, пыльных бурь, воздействие это может ощущаться и на большом расстоянии. Подобная локализация вместе с капиталоемкостью этих видов деятельности обеспечивают физическую возможность и экономическую оправданность принятия тщательно продуманных превентивных или восстановительных мер по защите окружающей среды.

Туризм и отдых. Все больше аридных и семиаридных районов Австралии используется для туризма и отдыха. Сухой климат, солнечная погода, возможность прикоснуться к жизни аборигенов и большие пустынные просторы для горожанина значат очень много. Улучшение сообщения с внутренними районами и постановка дела на коммерческую основу вызвали существенное увеличение числа туристов, посетивших засушливые районы Австралии за последние 20 лет. Например, ежегодное увеличение численности людей, посетивших в 1968—1971 гг. Элис-Спринг и Эйерс-рок, составило соответственно 32% и 22% — примерно в 2—3 раза больше, чем в целом по стране [McMichael, 1972, Chisholm, 1973]. Доход от туризма в Северной территории в течение ряда лет превышал прибыль от животноводства. Кроме того, это единственная отрасль аридной зоны, для которой последствия засухи не так сказываются. Однако, опасность опустынивания туристских территорий, связанная с туризмом, существует и вызвана она увеличением нагрузки на окружающую среду в туристических центрах и транспортом.

Будучи важным элементом обеспечения занятости и источником доходов в засушливых районах, туризм вместе с тем представляет собой один из компонентов системы землепользования, который может оказывать отрицательное воздействие на другие компоненты. Так, в районах, где развивается животноводство, возможно нарушение нормальных условий выпаса и водопоя скота, повреждение коммуникаций, оград и т. п. Между туристическими центрами может начаться конкурентная борьба за дефицитные природные ресурсы, например, воду или топливо. Коммерческий успех от туризма порой достигается в ущерб другим формам землепользования. Подобное воздействие распространяется и на другие сферы жизни. В аридных районах Австралии, например,



Рис. 12. Районы орошаемого земледелия в долине р. Муррей

развитие туризма может привести к нарушению сложившихся социальных и культурных условий жизни аборигенов (чтобы ослабить это воздействие, план развития района Эйерс-рок предусматривает использование аборигенов в качестве проводников и лесников). Кроме всего прочего, может быть нанесен ущерб экологическим и научным заповедникам, Национальным паркам.

Влияние городов. Следует провести грань между старыми изолированными городами аридной зоны, в течение длительного времени использовавшими природные богатства окружающей среды и оказавшими на нее значительное воздействие, и новыми городами, которые в меньшей степени зависят от местных ресурсов и, соответственно, оказывают на них меньшее воздействие. Старые города, например, Брокенхиллс или Калгурли, возникли как поселения горняков. В прежние времена, когда добыча велась вручную и с большим размахом, во многих из них было больше жителей, чем сейчас. Выделяют три концентрические зоны воздействия таких городов на окружающую среду [Perry, McAlpine, 1976].

1. Собственно городская зона, в которой естественная среда была превращена в зону застройки; в старых городах она обычно представляет собой промышленные предприятия или шахты.

2. Зона, непосредственно связанная с обеспечением нужд города: а) например, снабжение древесиной, строительными материалами и технической водой, свалка промышленных отходов и т. д.; б) потребности населения в питьевой воде и топливе, свалка бытового мусора и выделение пастбищ для домашнего скота, принадлежащего горожанам; в) создание подъездных путей и строительство дорог, обеспечение движения; г) организация досуга, например, возможность занятия охотой или катания на велосипеде; д) выделение участков для сооружения незапланированных поселков, подчас состоящих из лачуг. В аридных районах экологические последствия подобного воздействия в этой, второй зоне, могут быть катастрофическими и ощущаться очень долго, а восстановление качества окружающей среды потребует не только значительных средств, но и времени. К возможным последствиям следует отнести различную степень деградации растительного покрова вследствие вырубки деревьев, уничтожения съедобной растительности пасущимся скотом, появление сорняков и экзотических растений или полное исчезновение растительности. Этим явлениям обычно сопутствует интенсивная ветровая эрозия, которая приводит к выдуванию почвенного слоя, миграции песков и учащению пыльных бурь. К этому следует добавить денудацию больших площадей вокруг городов, вызванную движением транспорта и пешеходов. Кроме того, в местах, где уложены рельсы и проводятся другие работы, связанные со строительством, наблюдается интенсивная плоскостная и водная эрозия.

В районах, прилегающих к промышленным и горнодобывающим предприятиям, отмечается загрязнение почвы, грунтовых и поверхностных вод. Подобные воздействия характерны для всех территорий, прилегающих к изолированным городам, но особенно остро они ощущаются в засушливых районах, где растительность на нарушенных землях восстанавливается медленно. Верхние горизонты почвы здесь обычно имеют рыхлую структуру, вымывание отходов через почву, их разбавление и удаление путем поверхностного и подземного стока обычно не достаточны. В этих районах часто дуют суховеи.

3. Третья, более обширная зона (30—100 км), для которой характерна вырубка деревьев на топливо и для крепежного леса.

Резкое ухудшение качества окружающей среды, особенно в первой зоне, в целом ряде случаев привело к ухудшению условий жизни в городах, в частности проявляющихся в часто повторяющихся пыльных бурях. Для восстановления прежнего положения требуются значительные усилия и затраты.

Проблема городов. Несовершенство планирования и проектирования старых городов, которое осуществлялось по стандартам и нормам, принятым в более влажных и менее тропических условиях, способствовало вторжению пустынь в границы городов [Saini, 1970; 1971]. Многие из этих ранних поселений в аридной зоне из оазисов превратились в пустыню. Уязвимость городов еще больше возрастает из-за расположения улиц в виде прямоугольной сетки без учета важных климатических факторов, таких как преимущественное направление ветра, сочетание солнечных и теневых участков и т. д. В результате между зданиями находятся большие площади, на которых скапливается пыль, а широкие немощеные улицы не создают никаких препятствий на пути движения пыльных и песчаных бурь. Рост растительности сдерживается недостатком осадков. Здания зачастую построены далеко одно от другого или неверно ориентированы и не могут служить защитой от ветра.

В дополнение ко всему жителям многих провинциальных городков не удается избавиться от чувства изоляции, отдаленности, а также социальной монотонности.

Старые дома плохо приспособлены к имеющимся климатическим условиям. Традиционная конструкция австралийских домов, в которых только внешние стены ограждают от пустынного климата, непригодна, а глубокие, дающие тень веранды не строят. Жить и спать на открытом воздухе практически невозможно. Изоляционная и отражающая способность традиционных строительных материалов невысока.

Все эти недостатки были устранены в некоторых новых поселениях в аридной зоне Австралии, где предпринимались попытки учитывать особенности окружающей среды, а не использовать проекты, предназначенные для других условий. В качестве примера можно привести Шэй Гэп, поселок в районе Пильбара в Западной Австралии, в 96 км от старого поселения Марбл-Бар [Ellson, 1976, Howroyd, 1977]. Здесь проживает 650 человек, работающих в основном на шахтах. В этом поселке предусмотрено следующее:

а) защита от послеобеденного зноя в летнее время, а также от обжигающих ветров, дующих с востока и несущих с собой пыль, поэтому поселок расположен в пределах затенения от соседних холмов;

б) забор вокруг поселка, препятствующий проникновению на его территорию скота, кенгуру и т. п., способствующий сохранению растительности;

в) движение автотранспорта выведено на окружную дорогу, на которой предусмотрены стоянки;

г) деление поселка на 11 участков с отдельными внутренними двориками, но не изолированно расположенными жилищами. Такая группировка помогает ослабить воздействие неблагоприятных внешних при-

родных условий; в то же время видны близлежащие холмы;

д) передвижение внутри поселка осуществляется по хорошо продуваемым и тенистым дорогам;

е) возделывание земли сообща с применением системы оборотного водоснабжения для полива растительности в ночное время. Жители провели широкую кампанию по посадке местных пород деревьев и кустарников. Все промежутки между домами закрыты растительностью;

ж) двухэтажные дома, сооружаемые на полиуретановых слоистых панелях. В домах предусмотрены толстые плиточные покрытия, широкие карнизы-„козырьки" и маленькие окна.

К сожалению, не все новые поселки городского типа проектируются и сооружаются по такому принципу.

Влияние горнодобывающей промышленности. В засушливых районах Австралии горнодобывающая промышленность всегда была основой развития и роста городов. В то же время эта отрасль имеет нежелательные физические, эстетические и экономические последствия для окружающей среды. Некоторые из них, приводящие к опустыниванию, перечислены ниже;

а) уничтожение растительности и повреждение почвы при разработках, в частности, устройство открытых карьеров, строительство трубопроводов, подъездных путей и т. д. приводит к увеличению запыленности и водной эрозии;

б) вырубка деревьев и кустарников для обеспечения разработок крепежным лесом и топливом, что приводит к потере пастбищных угодий и усиливает эрозию почвы;

в) образующиеся отвалы пустой породы имеют неприглядный вид, а также способствуют миграции песка и пыли, что представляет собой особенно острую проблему. Поднятая ветром „горная мука", состоящая из острых минеральных частичек, представляет большую угрозу для здоровья;

г) наличие ядовитых жидких отходов с шахт и обогатительных фабрик, а также сточных вод с отвалов. В засушливых условиях ядовитые вещества не могут быть растворены и смыты, однако они в состоянии убить растительность и вызвать загрязнение почвы, грунтовых и поверхностных вод;

д) наличие ядовитых дымов с обогатительных фабрик;

е) загрязнение дренажной системы и водоемов промышленными отходами;

ж) наличие заброшенных зданий и сооружений, оставленных по окончании горных разработок. Это наносит ущерб окружающей среде и является физическим проявлением социально-экономических последствий, связанных с прекращением добычи.

В прежние годы отсутствие транспорта усиливало воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду и отражалось на условиях жизни людей, т. к. города и поселки обычно располагались в непосредственной близости от шахт и отвалов. С такими условиями приходилось мириться, поскольку считалось, что разработки носят временный характер. Проведение защитных и восстановительных мероприятий было связано с техническими и прочими трудностями. Сегодня горнодобывающие предприятия и жилые районы обычно находятся на значительном удалении друг от друга, и общественность все более активно выступает, требуя проведения дополнительных мероприятий по консервации и восстановлению природной среды. Это находит отклик и в решениях законодательных органов.

Еще до начала функционирования горнодобывающих предприятий руководство обязано предвидеть возможное их воздействие на окружающую среду. Все возрастающее значение придается вопросам защиты прав населения, особенно аборигенов. Многие нежелательные последствия для окружающей среды, связанные с горными разработками, примерно те же, что вызваны развитием туризма и ростом городов. Основное внимание будет уделено решению важных проблем, характерных для этой отрасли промышленности как, в частности, стабилизация и обработка отвалов.

Стабилизация отходов горнодобывающей промышленности. Первые попытки стабилизации отвалов были предприняты в городе Брокен-Хиллс одновременно с началом создания зоны отдыха. Эти отвалы усугубляли опасность, связанную с миграцией песков и пыли [Harris, Leigh, 1976]. Проводившиеся мероприятия имели тесную связь с улучшением жизни в городе. Сначала решили ограничиться только закреплением отвалов, но позже, когда здесь нашли воду, встал вопрос о посадке на них растительности.

Физическая стабилизация отвалов необходима для борьбы с запыленностью, а также для того, чтобы не допустить распространения токсичных веществ на большой территории. Кроме этого, стабилизация предшествует организации растительной жизни. В отвалах отходы сортируются на компоненты: мелкие попадают в хвостохранилище, а крупные, в основном „горная мука" — направляются ближе к краям отвала, формируя его откосы. Верх насыпи уплотняется проезжающим транспортом, а материал, находящийся на откосах, никак не уплотняется.

Первый шаг при работах по стабилизации отвалов состоит в том, чтобы придать отвалу форму гармонирующую с естественным рельефом местности [Black, Trudinger, 1976]. Затем сверху отсыпается слой более крупного, неразвеваемого ветром материала, например, той же пустой породы. На откосах, где могут образовываться промоины, этот слой должен иметь толщину около 15 см. Склоны можно укрепить также путем террасирования, распыляя нефть, битум и химические уплотнители.

Склоны действующих отвалов также часто покрывают неразвеваемым материалом. Чтобы уменьшить пылеобразование, рекомендуется их время от времени уплотнять. Для этой же цели следует постоянно смачивать верх отвала.

На обработанных отвалах в конце концов появится растительность, а необработанные скорее всего останутся голыми. В условиях засушливого климата природа особенно сопротивляется появлению растительности, поскольку здесь не хватает воды, чтобы смыть токсичные вещества с поверхности земли. Кроме того, вследствие сильного испарения на ней образуется корка, устойчивая к физическому и химическому воздействию. Уплотненная верхняя насыпь отвала представляет собой малоподходящий для растительности грунт, в то время как на склонах токсичные вещества быстрее и легче вымываются водой, и условия для роста здесь более благоприятные. В районах с большой запыленностью, а также там, где отмечены нестабильность уступов, опасность эрозии или распространение токсичных отходов на боль-

шой территории, необходимость организации растительной жизни стоит еще более остро.

В засушливых районах успех кампании по стабилизации грунта во многом зависит от наличия воды. Мероприятия в этом случае должны включать [Black, Trudinger, 1976]:

а) разрыхление верха насыпи для того, чтобы вода легче проникала в грунт; гипсование, если необходимо;

б) укладку на поверхность почвы смеси, состоящей из измельченного материала отвала и верхнего горизонта почвы. Для уменьшения кислотности и улучшения структуры почвы целесообразно использовать известняковые валуны;

в) предпосевную обработку почвы с введением органической мульчи или илистых сточных вод, а также, особенно на откосах, гидроуплотнение с применением смеси из семян, удобрений, органических веществ и химикатов;

г) высеивание семян или высадка рассады трав. Это обычно требует больших добавок удобрений. Выбор вида удобрений порой представляет трудность, поскольку некоторые из них оставляют в почве осадок. В Брокен-Хиллс, где для орошения используются очищенные сточные воды, удобрения обычно не применялись.

Эксперименты с добавлением в воду удобрений не принесли успеха. В районе Пильбара предпочтение отдается самосевным травам, например, спинифексу;

д) посадку соответствующих пород деревьев и кустарников, желательно местного происхождения, устойчивых к засухе и воздействию солей. По верху насыпи посадки можно производить в устроенных и засыпанных почвой траншеях.

На всех этапах обширных программ озеленения засушливых районов требуется орошение. В Брокен-Хиллс использование очищенных сточных вод обеспечило выполнение подобной программы после 1970 г. Для озеленения уступов на крутых склонах успешно используется капельное орошение.

Выводы и обобщения. Опустынивание засушливых районов Австралии частично происходит из-за природных условий, свойственных аридным и семиаридным районам вообще: из-за небольшого количества осадков, нестабильности их выпадения и чувствительности природных экосистем к изменениям форм землепользования, а также из-за неправильного использования природной среды, в частности, попыток внедрения в практику форм землепользования, дающих эффект в более влажных районах. Очень важно и то обстоятельство, что сельское хозяйство имеет коммерческую направленность. Все это вместе стало причиной „взлетов и падений" — чередований этапов бурного развития, застоя или свертывания производства. Колебание цен на мировом рынке только усугубляет трудности. Об успехах судили исходя из конъюнктурных экономических соображений, а не по фактору выживания. Серьезная опасность опустынивания (хотя и в локальном виде) возникла уже вскоре после начала заселения материка европейцами, хотя она и не имела такого масштаба, как в засушливых районах старого мира, где плотность населения значительно выше, а землепользование имеет куда более долгую историю.

Благодаря более низкой плотности населения и хорошей технической оснащенности в засушливых районах Австралии удалось приспособиться к сложившимся условиям. На протяжении последних 50 лет в районах, где люди занимались разведением скота, широкий размах приняло арендаторство; число работающих в хозяйствах уменьшилось. Производительность каждой единицы скота возросла, что позволило снизить бремя, которое испытывала земля. В то же время улучшился хозяйственный режим, поскольку на помощь практическому опыту пришел научный подход. Правда, экономические трудности, особенно тенденции роста издержек, по-прежнему остаются, но они в определенном смысле защищают окружающую среду от полной деградации, вынуждая людей покидать земли, в то время как хозяйство, производящее только необходимые средства существования, имеющее конечным результатом голод, может вызвать более серьезную деградацию природных ресурсов.

Опыт ведения хозяйства в районах богарного земледелия не сильно отличается от изложенного выше, в том, что здесь можно принять определенные меры для защиты окружающей среды и обеспечения экономического выживания. Некоторые неполивные сельскохозяйственные угодья были полностью заброшены и превратились в пастбища, поэтому в большинстве районов производство кормового зерна уступило место товарному животноводству. Обширные луга здесь чередуются с полями, отданными под зерновые кормовые культуры. Все эти изменения стали возможны благодаря развитию агротехники, в частности, внедрению однолетних бобовых культур.

В результате этих трансформаций, мероприятия по охране почв, реализовавшиеся в конце 30-х годов, были весьма эффективными и способствовали в значительной степени стабилизации положения. Социально-экономические реформы, начатые во время второй мировой войны, проводятся до сих пор и привели к слиянию многих хозяйств и, как следствие, к уменьшению сельского населения. Как часто бывает в Австралии, за охрану окружающей среды приходится платить разрежением плотности населения. Тем не менее, затраты продолжают расти и при менее благоприятных экономических условиях могут оказать негативное воздействие на чувствительную окружающую среду.

Проблемы заболачивания и засоления орошаемых земель в долине Муррея относительно менее серьезны, чем в более старых орошаемых пойменных районах в других странах. Этому способствует хорошее качество и большое количество оросительной воды. В самых предпочтительных восточных районах уровень грунтовых вод пока не очень высок. В результате изучения почв и проведения гидрологических исследований, с целью решения некоторых возникших ранее проблем, удалось сблизить инженерную и агрономическую точку зрения. Важность мелиорации теперь признают все.

В то же время существуют разные мнения относительно того, как ее следует проводить. В частности, ведутся споры об очередности ирригационных и осушительных мероприятий для сохранения высоких качеств воды Муррея. Из-за имевших место в прошлом конфликтов между тремя штатами, которые преследовали свои интересы, проблемы стали еще более острыми. Однако недавно возобновила свою деятельность Комиссия по реке Муррей, что внушает оптимизм не столько из-за того, что теперь будут предприняты совместные усилия, сколько вследствие перспективы выработки комплексного подхода к воп-

росам мелиорации, в частности, увязывания таких факторов, как грунтовые воды и гидрология, качество речной воды и использование орошаемых земель. Как и в других районах Австралии, проблемы, возникающие здесь, в основном — экономические, но они неизбежно чреваты последствиями для землепользования и, следовательно, для гидрологического баланса региона.

С увеличением мобильности населения использование земель в Австралии в целях, не связанных с сельским хозяйством, расширяется. Все это происходит на фоне возрастающей обеспокоенности общественности за окружающую среду. В законодательном порядке ужесточаются требования, направленные на охрану природы. Ставится вопрос о необходимости обязательного изучения возможных последствий для окружающей среды перед проведением каждого мало-мальски серьезного мероприятия. Эту проблему больше не увязывают только с изменчивостью климата. Отмечают, однако, чувствительность экосистемы пустынных районов к воздействию извне. Важно помнить, что попытки перенести на эти районы методы, заимствованные из более влажных климатических зон, окончились неудачей.

В общем, положение не безвыходное. Общественность достаточно образована в этом отношении и с готовностью откликается на все вопросы, направленные на борьбу с деградацией окружающей среды. На большинстве промышленных предприятий уровень руководства достаточно высок и отвечает современным требованиям. Между арендаторами и администраторами сложились отношения более тесного сотрудничества, чем раньше.

Всё сказанное выше подтверждает необходимость мониторинга окружающей среды, который в условиях изменчивости засушливых земель должен быть долгосрочным. Мониторинг должен вестись как в социальном, так и в природном плане и основываться на общепринятых индикаторах и принципах, которые еще надо выработать.

Литература

Абубакар Л. Проблемы опустынивания в аридных странах.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 23—24.

Алаев Э. Б. Разработка интегральной программы хозяйственного развития аридного региона.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 137—139.

Ахмед Ф. Х. Программа по борьбе с опустыниванием в Судане.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981, М., 1981, с. 86—88.

Барков А. С. О надвигании пустыни на саванну и тропический лес. Известия АН СССР, сер. географ., 1951, № 5, с. 15—19.

Воейков А. И. Избранные сочинения. Т.1. М., 1948, с. 457—476.

Горнунг М. Б. О возможностях и перспективах научных подходов к организации борьбы с опустыниванием в Африке комплексными методами.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 83—86.

Горшков С. П., Кондратьев Т. И. Земельные ресурсы США, их антропогенное изменение и охрана.— В кн. Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Т. 10, ВИНИТИ 1981, с. 83—102.

Даркох М. Б. Опустынивание в Танзании.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981.

Джонстон У. Р. Проблема дренажа и предполагаемое решение для крупного массива орошения в долине Сан-Хоакин, Калифорния. Труды VII Конгресса по ирригации и дренажу. Минводхоз СССР, Москва, 1971.

Дрейне Г. Е. Масштабы и характеристики опустынивания в аридных районах мира.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 19—20.

Замора К. Х. Опустынивание в Перу.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981, М., 1981, с. 121—123.

Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., Наука, 1977.

Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М., Наука, 1981, с. 38—54.

Левинтанус А. Ю. Проблемы водообеспечения в аридных и семиаридных районах Индии.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981.

Маббутт Дж. А. Цикличность климата и изменчивость ландшафтов как фактор окружающей среды в развитии опустынивания.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981. М., 1981, с. 20—22.

Менкинг Х. Г. Экологические аспекты проблемы опустынивания и деятельности человека на примере Сахельской зоны в Африке.— В сб.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Тезисы докладов международного симпозиума. Ташкент, 1981, М., 1981, с. 80—82.

Николаев В. А. Рябчиков А. М. Ландшафтная структура траповой области Декана.— Вестник МГУ, сер. географ., 1967, № 4, с. 17—27.

Acharya R. N., Patnayak R. C., Ahuja L. D. Livestock production problems and prospects.— In: Desertification and its Control, ICAR, New Delhi, 1977, pp. 275—280.

Achtnich W., Homeher B. Protective measures against desertification in oasis farming, as demonstrated by the example of the oasis Al Hassa, Saudi Arabia.— In: Desertification in extremely arid environments.— Ed. by Meckelein W. Stuttgarter Geographische Studien, Stuttgart, 1980, pp. 93—105. The American experience.— Mosaic. Jan./Feb. 1977, No. 1, pp. 36—43. Arid lands, a geographical appraisal. UNESCO, Paris, 1966, 461 p.

Atkinson K, Beaumont P. The forests of Jordan.— Economic Botany, v. 25, pp. 305—311.

Aubreville A. Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale. Paris, 1949.

Barres J. F. Analytical bibliography of the Sahel. FAO, Fome, 1974.

Bassols Batalla A. Mexico: formacion de regiones economicas. Mexico, 1979.

Bassols Batalla A. Recursos naturales de Mexico. Mexico, 1981.

Beaumont P. River regimes in Iran.— Department of Geography, University of Durham, Occasional Publications New Series, No. 2, 1973, 29 p.

Beaumont P. Water and development in Saudi Arabia.— Geographical Journal, 1977, v. 143, part 1, pp. 42—60.

Beaumont P. The River Euphrates — an international problem of water resource development.— Environmental Conservation, pp. 35—43, v. 5, 1978.

Beaumont P. Changing patterns of land and water use in the Isfahan oasis, Iran.— In: Desertification in extremely arid environments. Ed. by Meckelein W. Stuttgarter Geographische Studien, Stuttgart, 1980, pp. 29—63.

Beaumont P. Water resources and their management in the Middle East.— In: Change and development in the Middle East. Ed. by Clarke J. K. and Bowen — Jones H. Methuen, London, 1981, pp. 40—72.

Beaumont P., Atkinson K. Soil erosion and conservation in northern Jordan.— Journal of Soil and Water Conservation, v. 24, 1969, pp. 144—147.

Beck L. Government policy and pastoral land use in south — west Iran.— Journal of Arid Environments, 1981, v. 4, No. 3, pp. 253—267.

Berry L., Townshend J. Soil conservation policies in the semiarid regions of Tanzania, a historical perspective.— In: Ed. Rapp, Berry and Temple. 1973, pp. 241—254.

Birks J. S. The impact of economic development on pastoral nomadism in the Middle East: an inevitable eclipse? — In: Change and development in the Middle East. Ed. by Clarke J. and Bowen — Jones H., Methuen, London, 1981, pp. 82—94.

Biswas A. K. Management of traditional resource systems in marginal areas.— Environmental Conservation, v. 6, No. 4, 1979, pp. 257—64.

Black R. F., Trudinger J. P. Revegetation of mine wastes and disturbed areas in an arid environment.— In: Landscaping Seminar Papers. Aust. Inst. Min. Metall., Adelaide, 1976, pp. 167—76.

Chisholm A. H. Conservation and recreation in arid Australia: an economic perspective.— In: Arid Shrublands. Ed. by D. N. Hyder, Proc. 3rd Workshop, U. S./Aust. Rangeland Panel, Arizona. Society for Range Management, Denver, 1973, pp. 124—30.

Christiansson C. Notes on morphology and soil erosion in Kondoa and Singida District.— In: Rapp, Berry and Temple, 1973, pp. 319—324. Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara. Ed. Doin, Paris, 1974.

Claeson C. F., Moore J. E. (ed.). Mwanza integrated regional planning project S.D.A. Stockholm, 1976.

Cliffe L. Nationalism and the reaction to agricultural improvement in Tanganyika during the enforced colonial period. Makerere University Kampala (Mimeo), 1964.

Colclough J. D. Salt.— Tasmanian J. Agric., 1973, 44, pp. 171—80.

Cook A. The use of photo-interpretation in the assessment of physical and biological resources in Tanzania.— BRALUP Research Paper No. 31. University of Dar es Salaam, 1975.

Cook A. Assessment of soil erosion in Dodoma region by the interpretation of photo mosaics. BRALUP Research Report No. 16 (New Seri. s) University of Dar es Salaam, 1975.

Costello F. The desert world. New York: Thomas J. Crowell Co., 1972.

Czerna Z. de, Mozino P. A., Benassini O. El escenario geografico. Introduccion ecologica. Mexico, 1974.

Daily News (Tanzania). Use of Charcoal Rise Five Times, 21st Dept. 1979, p. 4.

Dalby D., Harrison Church R. J., Bezzaz F. (eds). Drought in Africa.— International African Institute, London, 1977.

Darkoh M.B.K. The Sahel drifting to East Africa.— Daily News (Tanzania), Nov. 8th 1979, p. 4.

Davy E. G. — An evaluation of climate and water resources for development of agriculture in the Sudano-Sahelian zone of West Africa. WMO, 1978.

Denevan W. M. Tipologia de configuraciones agricolas prehispanicas.— In: America indigena, Mexico. 1980, No. 4, pp. 619—652. Department of the environment, Iran. The Turan programme.— In: Desertification — Ed. by Biswas M. R., Biswas A. K. Pergamon Press Oxford, 1980, pp. 181—251.

Development of arid and semi-arid lands: obstacles and prospects MAB Technical notes, 6, UNESCO, Paris, 1977.

Dhir R. P. Saline water — their potential as source of irrigation.— In: Desertification and its Control. ICAR, New Delhi, 1977, pp. 130—148.

Dorst J. Avant que nature meure. Switzerland, 1965.

Dregne H. E. Desertification of arid land.— Economic Geography, 1977. No. 4., v. 53, p. 329.

Dregne H. Magnitude and characteristics of desertification of world's arid lands, 1980, pp. 49, Manuscript.

Dresch J. Reflections on the future of the semi-arid regions. African Environment, Special report I, Dakar, 1975. Drip directory and test plot location.— Irrigation Age, June 1973, v. 7. No. 11.

Eckholm E. Desertification: a world problem.— Ambio. v. 4, 1975, No. 4, pp. 137—145.

Eckholm E. Losing ground.—Environment, 1976, v. 18, No. 3, pp. 6—11. Economic and socio-cultural dimensions of regionalisation. An Indo — Soviet collaborative Study. Census Centenary Monograph No. 7, New Delhi, 1972.

Ehlers E. The dying oases of Central Iran — a few remarks on causes and consequences.— In: Desertification in extremely arid environment. Ed. by Meckelein W., Stuttgarter Georgaphische Studien Stuttgart, 1980, pp. 65—72.

Ellson I. G. Shay Gap: a case study.— In: New Towns in Isolated Settings Aust. Nat. Comm. for UNESCO Seminar, Kambalda, W. A., 1973, Aust. Govt. Publ. Serv., Canberra, 1976, pp. 263—76.

Field M. Agro-businesses and agricultural planning in Iran.— World Crops, 1972, v. 24, pp. 68—72.

Freer P. Non-agricultural land use and desertification. Search, 1978, 9 (7), pp. 276—80.

Fryrear D. W. Long-term effects of erosion and cropping on soil productivity.— In: Desert dust: origin, characteristics, and effect on man. Boulder, Colorado. The Geological Society of America, 1981, pp. 253—259.

Fuggles-Couchman N. Agricultural change in Tanganyika 1945—60, Food Research Institute Stanford University, 1964.

Fukuda H. Irrigation water comparative development, Tokyo, 1976. The future of the Great Plains, The Great Plains Drought Area Committee Washington, D. C. US Government Printing Office, 1936.

Garg H. P. Solar energy utilisation research. Monogr. No. 3: 1— 48. CAZRI, Jodhpur, 1975.

Ghonaim O. A., Gabriel B. Desertification in Siwa Oasis, Egypt — symptoms and causes.— In: Desertification in extremely arid environments. Ed. by Meckelein W. Stuttgarter Geographische Studien, Stuttgart, 1980, pp. 157—172.

Gillman C. Notes on soil erosion in east Africa. Gillman Papers, Hans Cory Collection, University of Dar es Salaam, 1930.

Gutteridge, Haskins, Davey. Murray Valley salinity investigation. River Murray Commission, Canberra, 1970.

Hamdan G. Evolution of irrigation agriculture in Egypt.— In: A history of land use in arid regions. Ed. L. D. Stamp. Arid Zone Research, v. 17, UNESCO, 1961, pp. 119—142.

Hamilton G. J., Lang R. D. Reclamation and control of dryland salt-affected soils.— J. Soil Cons. N.S.W., 1978, 34; pp. 28—36.

Harris D. R. Agricultural systems, ecosystems and the origins of agriculture.— In: The domestication and exploitation of plants and animals. Ed. by Ucko R. T., Dimbleby G. W. Duckworth Co. Ltd., London, 1969, pp. 3— 15.

Harris J. A., Leigh J. H. Stabilization of mine residues in Broken Hill, New South Wales.— In: Landscaping Seminar Papers, Aust. Inst. Min and Metall., Adelaide, 1976, pp. 151—166.

Harroy J. P. Afrique terre qui meurt. Brusels, 1949.

Heathcote R. L. Perception of desertification of the southern Great Plains: a preliminary enquiry.— In: Perception of Desertification. Edited by R. L. Heathcote. UNU, 1980, pp. 34—59.

Higbee E. American agriculture, geography, resources, conservation. New York, 1958.

Hingston F. J., Gailitis V. The geographic variation of salt precipitated over Western Australia.— Aust. J. Soil Res., 1976, 14, pp. 319—35.

Hovanitz E., Thompson S., Hovanitz K., Stull R., Shipley S. Effects of off-road vehicles in Ballinger Canyon, California Geology, 1979, v. 7, No. 1, pp. 19— 21.

Howroyd L. Community and society in the outback — and architects view.— B.H.P.J. 1977, 1, 77; pp. 50—57.

Hyams E. Soil and civilization. London, England. Thames Hudson, 1952, p. 149.

ICAR. Desertification and its Control. Indian Council of Agric. Res., New-Delhi, 1977, pp. 1—358.

India. A Reference Annual, 1980.

Irving C. Desert dilemma: a conservation conflict. Dune buggy seeks its spot in the sands.— Environment Times, 1979, v. 4, No. 5, pp. 4, 7, 9.

Johnson J. D. Desertification in the United States. Office of Arid Land Studies. Feb. 1977, pp. 1—14.

Johnson V. Heaven's tableland. New York, N. Y. Farrar, Straus and Company, 1947, pp. 190—206.

Kanwar J. S., Manchanda H. R. Quality rating of well waters of Gurgaon district.— Proc. Natl. Inst. Sci., India, 26, 1964, pp. 198—208.

Kaul R. N. Indo-Pakistan.— In: Afforestation in Arid Zones. Edited by R.N. Kaul. Dr. W. Junk Publishers. The Hague. 1970, pp. 155—209.

Krishnan A. A climatic analysis of the arid zone of north western India.— In: Desertification and its Control. Indian Council of Agric. Res., New Delhi. 1977, pp. 42—57.

Kus J. S. La agricultura estatal en la costa norte del Peru.— In: America indigena, Mexico. 1980, No. 4, pp. 713—729.

Kushwaha K. S., Pal S. K. Insect pests and their control.— In: Desertification and its Control. ICAR, New Delhi, 1977, pp. 269—274.

Lambton A.K.S. Reflections on the role of agriculture in Medieval Persia.— In: The Islamic Middle East. Ed. by Udovitch A. L. Princeton University Press. 1981, pp. 283—312.

Legris P., Viart M. Study of xerotermic index in India, Burma, Pakistan and Ceylon. Institute Français de Pondichery, I, 1959.

Lord R. Behold our land. Boston, Mass., Houghton. Mifflin Company, 1938, p. 206.

Lundgren B., Lundgren L. Comparison of soil properties in one forest and two grassland eco-systems on Mt. Mery, Tanzania. In: Rapp, Berry and Temple ed., 1973, pp. 227—240.

Malcolm C. V., Stoneman T. C. Salt encroachment — the 1974 saltland survey.— J. Agric. West. Aust. 1976, 17, pp. 42—9.

Malhotra S. P. Nomads of Indian arid zone.— Proc. 21st Intl. Geogr. Congress, 1971, pp. 117—124.

Malhotra S. P. Socio-demographic factors and nomadism in the arid zone.— In: Desertification and its control. ICAR, New Delhi, 1977, pp. 310—323.

Mann H. S. Desert ecosystem and its improvement. Monogr. No. 1: 1—387. CAZRI, Jodhpur, 1974.

Mann H. S. Function, use and design of shelterbelts.— Proc. FAO/DANIDA Training Course on Sand Dune stabilisation, Shelterbelt and Afforestation in Dry zones. CAZRI, Jodhpur, 1980.

Mann H. S., Prakash I. Desertification problems of the Thar desert.— UNEP Report (In press), 1981.

Mashalla S. K. Charcoal production and its impact on vegetation in Tanzania.— Journal of Geographical Association of Tanzania No. 17., 1979.

Matheson W. E. When salt takes over.— J. Agric. South Aust., 1968, 71, pp. 226—72.

McCauley J. F., Breed C. S., Grolier M. J., MacKinnon D. J. The US dust storm of February 1977.— In: Desert dust: origin, characteristics, and effect on man. Boulder, Colorado. The Geological Society of America, 1981, p. 123.

McDonald A. Early American soil conservationists. Miscellaneous Publication. No. 1449, Washington D. C., VSDA, 1941.

McMichael D. F. Society's demand for open-air recreation, wilderness and scientific reference areas.— Proc. Inst. Foresters Aust. 6th Cond., Caloundra, May 1972.

Mensching H., Ibrahim F. The problem of desertification in and around arid lands.— In: Applied sciences and development, Tübingen, 1977, pp. 7—43.

Mikesell M. W. The deforestation of Mount Lebanon.— Geographical Review, 1969, v. 58, pp. 1—28.

Mnzava F. M. Village afforestation: lessons of experience in Tanzania. Dar es Salaam, 1979.

Monod T. (ed.) Pastoralism in tropical Africa. Oxf. Univ. Press, 1975.

Morris A. S. Spatial and sectorial bias in regional development:

Ecuador.— Tijdschrift voor Econ. en. Soc. Geografic, 1981, No. 5.

Mulcahy M. J. Salinization in the southwest of Western Australia.— Search, 1978, 9 (7), pp. 269—72.

Murray-Rust, D. H. Soil erosion and reservoir sedimentation in grazing areas west of Arusha, Northern Tanzania. In: Rapp, Berry and Temple ed., 1973, pp. 325—344.

Mushalla H. M. Soil erosion and control: lessons from Kondoa. Dept. of Geography University of Dar es Salaam (mimeo), 1980.

Muthana K. D. Improved techniques for tree plantation in the arid zone.— Techn. Bull. No. 2. CAZRI, Jodhpur, 1977, pp. 1—22.

The Nation's water resources. The First additional assesment of the Water Resources Council, Washington, 1968.

Northcote K. H., Skene J.K.M. Australian soils with saline and sodic properties.— CSIRO Aust. Soil Publ. No. 27, 1972.

Owen O. S. Natural resource conservation. An ecological approach. The Macmillan Co. New York, 1971.

Pal S. K. White grubs and their management. Monogr. No. 5. CAZRI, Jodhpur, 1977, pp. 1—30.

Paliwal K. V., Maliwal G. L. Some relationship between constituents of irrigation water and properties of irrigated soils of the western Rajasthan.— J. Indian Soc. Soil Sci., 1971, 19, pp. 299—304.

Pareek O. P. Arid horticulture.— In: Desertification and its Control. ICAR, New Delhi, 1977, pp. 256, 262.

Paroda R. S., Mann H. S., Verma C. M. Management of Indian arid rangelands.— Techn, Bull. No. 4: 1—38, CAZRI, Jodhpur, 1980.

Parson R. Conserving American resources. New York, 1964.

Pauli H. W. Relationships between land use and water pollution.— In: Water Pollution. Water Research Foundation of Australia, Report No. 38; 1971, 5.1.— 5.13.

Peck A. J. Salinization of non-irrigated soils and associated streams: a review.— Aust. J. Soil Res., 1978, 15. pp. 157—168.

Perry R. A. Australia's arid rangelands.— Ann. Arid Zone, 1968, 7 (2), pp. 243—249.

Perry R. A., McAlpine J. R. Impact of isolated towns on the environment.— In: New Towns in Isolated Settings. Aust. Nat. Comm. for UNESCO Seminar, 1976.

Prakash I. Rodent pest management — principles and practices. Monogr. No. 4. CAZRI, Jodhpur, 1976, pp. 1—28.

Rapp A, Berry L., Temple P. H. (ed.) Studies of soil erosion and sedimentation in Tanzania, BRALUP Research Monograph Dar es Salaam, 1973.

Rapp A., Le Houérou H. N., Lundholm B. (ed.). Can desert encroachment be stopped? A study with emphasis on Africa. Ecological bulletin n° 24, Stockholm, 1976. Revista economica de Nordeste. Fortaleza, 1981, n°2.

Rigby P. Cattle and kingships among the Gogo. Cornell University Press, London and Ithaca, 1969.

Roubet C. Economie pastorale pré-agricole en Algérie orientale. Le Néolithique de tradition capsienne.— Editions du C.N.R.S., Paris, 1980, 595 p.

Rounce N. V. The agriculture of the cultivation steppe. Longmans, London, 1949.

Rowan J. N. Salting on dryland farms in North — Western Victoria. Soil Conservation Authority of Victoria, Melbourne, 1971.

The Sahel: ecological approaches to the land use.— MAB Technical notes. UNESCO, Paris, 1975.

Saines M. Dramatic decrease in subsidence in Santa Clara Valley, California.— Ground Water, 1971, v. 9, No. 4.

Saini B. S. Architecture in Tropical Australia. Melb. Univ. Press. 1970.

Saini B. S. Building design and planning for self-sustaining communities in remote localities of Australia's arid zone.— In: Food, Fiber and the Arid Lands (ed. W. G. McGinnies et al.) Univ. Arizona Press, 1971, pp. 103—122.

Sandberg A. Human implications of environment: the Rufiji delta agricultural system. Kendev Papers, No. 27. 1974.

Schecter Y., Galai C. The Negev — a desert reclaimed.— In: Desertification. Ed. by Biswas M. R., Biswas A. K. Pergamon Press, Oxford, 1980, pp. 255—308.

Sen Gupta P., Sdasyuk G. Economic regionalization of India: problems and approaches.— Census of India 1961, Monograph Series, v. 1, No. 8, New Delhi, 1968.

Sheridan D. The desert blooms — at a price.— Environment, 1981, v. 23, No. 3, pp. 6—20, 38—41.

Sheridan D. Desertification of the United States.— Council on Environmental Quality. Washington, D. C. US Government Printing Office, 1981, pp. 142.

Sheridan D. The underwatered West overdrawn at the wall.— Environment, 1981, v. 23, No. 2, pp. 6—13, 30—33.

Singh D., Mann H. S. Optimization of water use and crop production in arid region.— Res. Bull. No. 1, CAZRI, Jodhpur, 1979, pp. 1—88.

Sixth Five Year Plan, 1980—85, New Delhi, 1981.

Staples P. R. Run-off and soil erosion experiments. Ann. Rept. Dept. of Vet. Sci. and An. Husb., Dar es Salaam, 1935, pp. 95—99.

Stebbing E. P. The creeping desert in the Sudan and elsewhere in Africa. Khartoum, 1953.

Steward G. History of range use. The Western Range. Senate Document No. 199. Washington D.C. 1936, pp. 119—133. Stratégie anti-sécheresse dans le Sahel de l'Afrique de l'Ouest, Paris, 1975. Study on wastelands. New Delhi, 1963.

Teakle L.J.H. Soil salinity in Western Australia.— J. Agric. West. Aust., 1938, 15, pp. 434—452.

Temple P. H. Rapp A. Landslides in the Mgeta area, Western Uluguru Mountains, Tanzania.— In: Rapp, Berry and Temple ed., 1973, pp. 157—194.

Temple P. H., Sundborg A. The Rufiji river, Tanzania: hydrology and sediment transport.— In: Rapp, Berry and Temple ed., 1973, pp. 345—368. Transnational green belt in North Africa (Morocco — Algeria — Tunisia — Libya — Egypt). Background document. UN Conference on desertification, Nairobi, 1977. Tropical grazing land ecosystems.— A state of knowledge report prepared by UNESCO/UNEP/FAO (Natural resources research, XVI), UNESCO, Paris, 1979, 655 p.

Ucko P. J., Dimbleby G. W. (eds.) The domestication and exploitation of plants and animals. Gerald Duckworth Co. Ltd., London, 1969, 581 pages.

United Republic of Tanzania. Desertification in Tanzania. Position Paper, Dar es Salaam, 1977 (mimeo).

United Republic of Tanzania. The threat of desertification in Central Tanzania. A Technical Paper Prepared for the UN Conference on Desertification, Dar es Salaam, 1977.

Urbanization in developing countries. Indo — Soviet Collaborative Volume. Osmania University, Hyderabad, AàP. India, 1976.

U.S.Senate Subcommittee on western water development of the Committee on public works. Western Water Development, 1964.

Van Dijk D. C. Relict salt, a major cause of recent land damage in the Yass valley, Southern Tablelands, N.S.W.— Aust. Geogr., 1969, 11, pp. 13—21.

Van Rensburg H. J. Run-off and soil erosion tests, Mpwapwa, Central Tanganyika.— East African Agricultural Journal, 1955, 20, pp. 228—231.

Water and power resources service. Project data. Denver, Colorado. U.S.Government Printing Office, 1981.

Watson J. R. Conservation problems, policies and the origins of the Mlalo Basin Rehabilitation Scheme, Usambara Mountains. Tanzania, 1973.

White G. F. Strategies of American water management. Ann Arbor, 1969.

Williams O. B., Suijdenorp H., Wilcox D. G. Gascoyne Basin — an associated case study on desertification. Presented by the Australian Government to the U. N. Conference on Desertification, Nairobi, Kenya 1977: A/CONF. 74/15, 1977.

Wilshire H. G. Human causes of accelerated wind erosion in California's deserts.— In: Thresholds in geomorphology. London, England: George Allen Unwin, Ltd., 1980, p. 415.

Wilshire H. G., Nakata J. K., Hallet B. Field observations of the December 1977 wind storm, San Joakin Valley, California.— In: Desert dust: origin, characteristics, and effect on man. Boulder, Colorado. The Geological Society of America, 1981, pp. 233—251.

Wollman A. The metabolism of cites.— Scientific American, 1965, v. 213, No. 3.

Wood A. The Groundnut affair.— In: Rapp, Berry and Temple, ed. Bodley Head, London, 1950, pp. 221—226.

Zeist W. Van. Reflections on prehistoric environments in the Near East.— In: The domestication and exploitation of plants and animals. Ed. by Ucko P. J. and Dimbleby G. W. Duckworth Co. Ltd., London, 1969, pp. 35—46.

Zeist W. Van, Wright H. E. Jnr. Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, South-western Iran.— Science, 1963, v. 140, New York, pp. 165—69.

Часть третья

СОВЕТСКИЙ ОПЫТ ОСВОЕНИЯ АРИДНЫХ РАЙОНОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ

Глава XIX

АРИДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ СССР И ИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СИЛЫ

А. Г. Бабаев (СССР)

Пустыни и полупустыни в Советском Союзе занимают около 300 млн. га, что составляет 14% его территории [А. Г. Бабаев, З. Г. Фрейкин, 1977]. Почти все они (94%) расположены в пределах Казахской, Узбекской и Туркменской ССР. В пустынном поясе, между 51° и 80° в. д., раскинулись различные в физико-географическом и хозяйственном отношениях пустынные территории: каменистый Устюрт, Прикаспийская песчано-глинистая равнина, песчаные Закаспийские Каракумы, Кызылкум, Муюнкум, Приаральские Каракумы, Сары-Ишикотрау, каменистая Бетпак-Дала, глинистая Голодная степь, Каракалпакская степь, пески Сундукли и другие более мелкие территории (рис. 13).

Природа. Огромная площадь пустынь и полупустынь СССР характеризуется чрезвычайно разнообразными природными условиями. Общей чертой, объединяющей указанные территории, является крайне низкая их водообеспеченность. Для пустынь Средней Азии характерно в среднем около 100 мм осадков в год (в центральных районах Каракумов и Кызылкуме) с колебаниями от 80 до 250 мм (в подгорных зонах).

Одна из особенностей климата Средней Азии — сезонное выпадение осадков. Не менее половины их выпадает весной, остальные — поздней осенью и зимой; летом дожди — редкое явление.

Это позволяет различать в пустынях, впрочем как и на всей равнинной части Средней Азии и Южного Казахстана, два сезона: сухой — с середины мая до середины октября и влажный — в остальное время года.

Среднегодовые температуры воздуха здесь повышаются по мере продвижения к югу от 5,0 до 16,6°С. В годовом ходе минимум повсеместно отмечается в январе, а максимум — в июле (табл. 29).

Малое количество осадков, выпадающих к тому же в определенные сезоны, служит причиной большой сухости воздуха, особенно летом и ранней осенью. Высокие температуры и большая сухость воздуха на протяжении пяти, а иногда и более месяцев вызывают сильное испарение с почвы и водной поверхности. Испаряемость в условиях пустынь в 20—25 раз превосходит сумму выпадающих здесь осадков и составляет 1400—2300 мм. Это создает почвенную засуху, т. е. недостаток влаги в почве, иссушает верхний горизонт песка, повышает транспирацию у растений.

Таблица 29

Климат пустынь Средней Азии

Метеостанция	Высота над у.м., м	Температура воздуха, °С			Осадки за год, мм
		январь	июль	Среднегодовая	
Ашхабад	219	1,4	30,7	16,3	230
Зеагли	142	—1,6	31,3	15,2	93
Кизыл-Атрек	22	—5,2	28,5	17,1	188
Репетек	185	1,1	31,2	16,1	113
Тамды	220	—4,1	30,0	13,4	108
Турткуль	85	—4,9	28,2	12,4	97
Аральск	56	—13,4	26,1	7,0	123
Бетпак-Дала	328	—13,9	25,6	7,0	140
Балхаш	423	—15,2	24,2	5,3	127
Кзыл-Орда	131	—9,3	25,7	9,0	114

Для климата равнинной части Средней Азии и Южного Казахстана, для территории пустынь и оазисов характерен длительный вегетационный период — от 160 до 250 дней. В это время сумма температур воздуха выше 10°С составляет от 2000° до 5000°С. Зимы, как правило, малоснежны и холодны. Однако, в отдельные зимы снежный покров сохраняется в течение 30—40 дней, иногда достигая высоты 70 см.

Пустынные территории характеризуются высоким приходом солнечного тепла (50—75 ккал/см^2 солнечной радиации).

Постоянное явление в пустыне — ветер. На равнинах Средней Азии зимой преобладают северо-восточные ветры. Их среднегодовая скорость колеблется от 2,5 до 5 м/с. Самые сильные ветры — весной. Ветер силой более 15 м/с наблюдается в Центральных Каракумах примерно 10 дней в году, в Кызылкуме — 11, в Юго-Восточных Каракумах — до 50 дней.

Неизбежными спутниками сильных ветров являются пыльные бури. Чаще всего они бывают летом при скоростях ветра в 7—10 м/с и более, продолжаясь от 2 до 6 часов. В Кызылкуме и на севере Каракумов на них приходится 20—30 дней в году, в Юго-Восточных Каракумах 40—50 (в районе Репетека даже 60 дней), в их западной части — 50—60 дней.

Как и во всех аридных районах мира, основой хозяйственного освоения полупустынь и пустынь Советского Союза являются водные ресурсы. Это — атмосферные осадки, местный поверхностный сток, транзитные реки и подземные воды.

Речная сеть Средней Азии очень бедна. Многие реки теряются в песках, а об их былой жизни свидетельствуют лишь сухие русла и дельты. Самые крупные транзитные реки пустынь СССР — Амударья и Сырдарья пересекают песчаные пустыни и доносят свои воды в Аральское море. Их годовой сток составляет около 60 м^3 и 31 м^3 соответственно. Вместе с рр. Зеравшан, Мургаб и Теджен они создали пески Каракумов и Кызылкума. В настоящее время их сток в значительной степени разбирается на орошение. На юго-западе р. Атрек впадает в Каспийское море, а рр. Или и Каракол, протекающие на северо-востоке,— в оз. Балхаш.

Значительную роль играют транзитные реки пустынь и полупустынь в пополнении запасов подземных вод подрусловым потоком. Эти воды, пресные

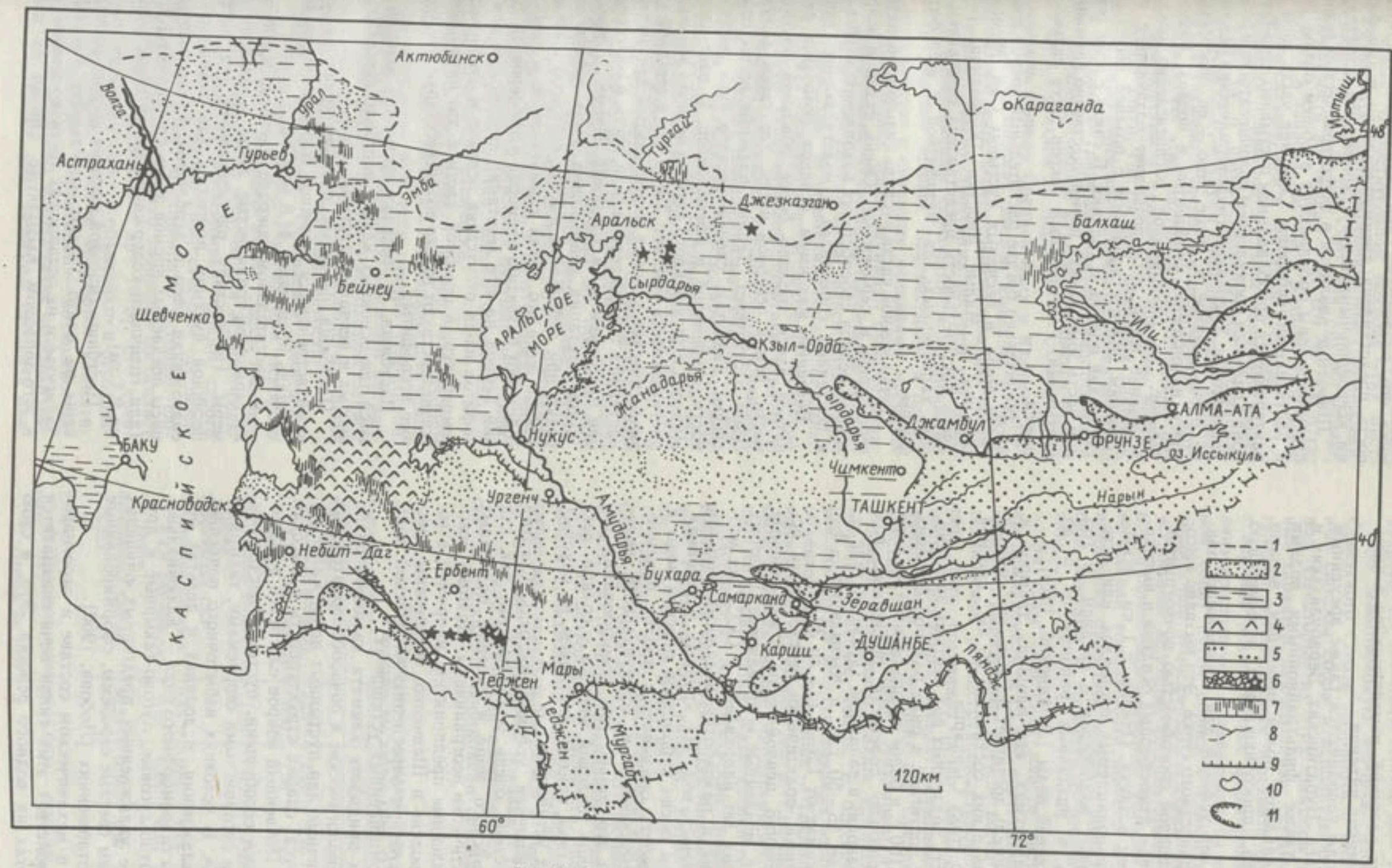


Рис. 13. Карта распространения типов пустынь СССР:

1 — северная граница пустынь; *2* — песчаная пустыня; *3* — глинистая пустыня; *4* — гипсовая пустыня; *5* — лессовая пустыня; *6* — такыр площадной и одиночный; *7* — солончак; *8* — пересыхающие реки и сухие русла; *9* — магистральные каналы; *10* — водохранилища; *11* — горные области

близ дельты и постепенно минерализирующиеся по мере удаления от нее, питают колодцы, определяют состав пустынных растений, изменяющийся в зависимости от источников питания.

Подземные воды пополняются также временным стоком с Копетдага, Нуратинских, Зерабулакских и других гор, а также фильтрационными водами магистральных каналов, полей орошения, водами временного стока, просочившимися в почвенную толщу.

В пустынях нет условий для образования значительного поверхностного стока. Это вызвано высокой инфильтрационной способностью почвогрунтов, малым количеством атмосферных осадков и высокими температурами воздуха. Однако, с 1 км^2 искусственных водонепроницаемых площадок или естественных такырных водосборов в среднем за год можно собрать в различных районах от 5 до 35 тыс. м^3 дождевой воды [Лещинский, 1974].

Только в Каракумах, где площадь такыров и такыровидных земель достигает 3,1 млн. км^2, общая сумма водосбора с них составляет 35 км^3 пресной воды, что равно стоку Сырдарьи.

Большая часть подземных вод пустынь засолена. Минерализация достигает в ряде районов больших величин — 50—100 г. и более сухого остатка на литр воды. Территориально соленость подземных вод пустыни неодинакова: в западном Туркменистане — от 0,1—3 г/л до 15—50 г/л, в Кызылкуме — 3—15 г/л, в Каракумах от 1,5—3 г/л до 30 г/л.

Самый крупный, практически неистощимый источник хозяйственно ценной воды — это соленые воды — морские, подземные и дренажные. Поэтому усилия последних лет направлены в СССР на усовершенствование и разработку надежных методов опреснения соленых вод. На крупных установках, дающих десятки тысяч кубометров пресной воды в сутки, ее стоимость оказывается вполне приемлемой для промышленного и коммунального водоснабжения. Но это только при использовании дешевых источников тепловой энергии — солнца, ветра, природного газа, притом, повторяем, на крупных опреснительных установках.

В этом отношении условия пустынь Средней Азии и Казахстана очень благоприятны, так как ресурсы Каспийского моря и соленых подземных вод здесь практически неограничены. Поэтому некоторые промышленные предприятия, например в городах Красноводске и Шевченко, обеспечены пресной водой благодаря опреснению каспийской воды в крупных промышленных установках.

Следствием аридности климата являются слабо выраженные биологические и почвообразовательные процессы, типичные для пустынных почв: малое содержание гумуса, слабая структурность и высокая засоленность. Почвенный покров слагается в основном пустынными серобурыми, пустынно-песчаными, супесчаными и суглинистыми сероземами, 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 другие. На более увлажненных предгорных равнинах распространены светлые сероземы, сформированные на лёссовых отложениях [Лобова, 1960].

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

Широтные различия в гидротермическом режиме пустынной зоны проявляются в общем облике почв и растительного покрова. Северная часть зоны характеризуется преобладанием пустынных серо-бурых почв с сильным проявлением солонцеватости и солончаковатости. Умеренный гидротермический режим — не очень жаркое и сухое лето — не способствует здесь накоплению карбонатов в почвах. Незначительное, но равномерное распределение осадков в течение всего лета позволяет развиваться многолетним полукустарничкам с поздней вегетацией, таким как полынь и солянки. В связи с этим северная часть зоны занята преимущественно полынными пустынями. Растительный покров здесь сильно изрежен.

Значительно богаче растительный покров южной части зоны, в песчаных пустынях Сам, Муюнкум, Большие и Малые Барсуки [Курочкина, 1978]. Здесь растительность представлена сочетанием видов, характерных для мезофитной и ксерофитной флоры.

Почвы южной части пустынь сильно карбонатные, серо-бурые и сероземные. Очень сухой и жаркий летний период способствует накоплению карбонатов в почвенных горизонтах и подстилающих грунтах.

Весенний максимум осадков позволяет развиваться здесь гораздо более обильной растительности, чем в северной части, где такой дождевой сезон отсутствует. Теплые влажные вёсны способствуют развитию специфического типа растительности — эфемеров и эфемероидов. С наступлением жаркого и засушливого летнего периода эфемеровая растительность усыхает. Тогда как в северной части экологические условия благоприятны для вегетации растений в теплый период года, здесь, в южной части, они благоприятны в холодный. Причем в первой — зимой вегетация невозможна из-за низких температур при небольшой высоте снежного покрова, в южной же в это время климатические условия способствуют развитию эфемеров и эфемероидов. В летний период на юге вегетация невозможна для ксерофитов из-за отсутствия осадков и очень высоких температур, в северной части в это время активно жизнедействуют только поздневегетирующие пустынные ксерофиты.

Пастбища. В пределах пустынной зоны выделяются три основных класса пастбищ: гипсовых, глинистых и песчаных пустынь.

Пастбища песчаных пустынь крупными массивами встречаются в южной части зоны, их общая площадь превышает 44,8 млн. га.

В растительном покрове пастбищ преобладают кустарниково-травянистые виды и однолетки-эфемеры. По составу растительности все пастбища песчаной пустыни пригодны для круглогодичного содержания овец и верблюдов. Среднегодовые запасы поедаемых кормов здесь составляют 1,01 ц/га (для годичного содержания одной овцы необходимо 9,4 га).

Пастбища гипсовой пустыни широко распространены на плато Устюрт, отдельными массивами в Заунгузье и на останцовых третично-меловых плато в юго-западном Кызылкуме. Общая их площадь

составляет 38,0 млн. га. Почвы в основном серобурые малокарбонатные с увеличением карбонатности к югу. В растительном покрове этих пастбищ господствуют полынно-солянковые группировки. Преимущество их в том, что они круглогодовые, но урожайность их низкая — от 0,6 до 2,8 ц/га. Изменения в запасах кормов в разные годы здесь выражены сильнее, чем в песчаной пустыне.

Пастбища глинистой пустыни занимают более 18,6 млн. га и распространены на юго-западе Туркменской ССР, в Аму- и Сырдарьинских древних дельтах, в Теджено-Мургабском междуречье и других районах. На этих пастбищах преобладают полыни, многолетние и однолетние солянки, иногда эфемеровые злаки. По составу кормовых растений такие пастбища более пригодны для выпаса верблюдов, а для овец — главным образом лишь осенью и зимой. Поедаемый объем кормов колеблется от 0,8 до 2,2 ц/га в среднем за год.

Освоение. Народы Средней Азии и Южного Казахстана с древнейших времен связаны в своей хозяйственной деятельности с использованием ресурсов пустыни. Однако столетиями ресурсы эти осваивались примитивными способами и медленными темпами. Нередко человек был бессилен в неравном единоборстве с суровыми условиями пустыни.

В СССР аридные земли занимают бывшие окраины царской России, служившие сырьевыми придатками для ее промышленного и сельскохозяйственного производства. В советский период освоение пустынь стало государственной задачей, составной частью общей экономической политики страны и было подчинено принципам ленинской национальной политики и задачам повышения материального благосостояния трудящихся, необходимости поднять экономику ранее отсталых районов до уровня экономически развитых на базе современных достижений науки и техники.

Особенности пустынной зоны сделали целесообразным основную ее часть использовать под пастбищное животноводство; районы же, обеспеченные водой, занять под орошаемое земледелие; развивать добывающую промышленность в пустыне, обрабатывающую в оазисах. Это, в свою очередь, определило необходимость освоения пустынь нетрудоемкими отраслями хозяйства, малым числом людей, хорошо вооруженных технически.

Постоянный рост общего научно-технического прогресса позволяет из года в год наращивать темпы освоения пустынных и полупустынных территорий. Это освоение идет по следующим основным направлениям: орошаемое земледелие и водохозяйственное строительство; пастбищное животноводство; лесомелиорация; добывающая промышленность.

Орошаемое земледелие. Орошаемое земледелие и водохозяйственное строительство при освоении пустынь занимают ведущее место. Здесь имеются в избытке все природные ресурсы для ведения сельского хозяйства, за исключением одного строго лимитированного — влаги. Искусственное орошение в Средней Азии имеет многовековую историю. Общая площадь земель древнего орошения составляет 8—10 млн. га. [Андрианов и др., 1975]. Его древность и устойчивое развитие объясняются огромными преимуществами, которые создаются климатическими условиями территории — возможностью выращивать на поливных землях такие ценные культуры как хлопчатник, рис, виноград, собирать два, а местами и три урожая кормовых и овощных культур.

За многовековую историю население пустынь Советского Союза разработало самые разнообразные способы сбора и использования оросительных вод. Некоторые из этих способов имели уникальный характер, как например, устройство подземных галерей (кяризов) для перехвата подземного стока с гор или искусственное формирование подземных линз пресных вод (плавающих на соленой подземной воде) путем сброса с глинистых (такырных) водосборов атмосферных осадков через специально устроенные колодцы. Однако примитивная техника и социально-экономические условия до революции не давали возможности широко использовать для ирригации пахотных земель и водоснабжения пастбищ местные и транзитные речные и подземные воды.

За годы Советской власти система орошения аридных земель в СССР претерпела коренные изменения, выраженные прежде всего в радикальной технической реконструкции старой ирригационной сети (что позволило резко повысить продуктивность орошаемых земель): комплексном использовании стока крупнейших рек Средней Азии и Казахстана — Сырдарьи, Амударьи, Или, Мургаба, Теджена, Заравшана, Вахша; комплексном освоении мелиорированных земель. В бассейнах указанных рек построены десятки крупных водохозяйственных объектов. На р. Амударья — Тахиаташский и Тюямуюнский гидроузлы, на р. Сырдарья — Фархадское, Кайраккумское, Чардарьинское и Кзылординское водохранилища, Казалинский гидроузел.

Построены Аму-Бухарский машинный канал, Каршинский канал, Большой Андижанский и Большой Наманганский каналы, Каракумский канал им. В. И. Ленина и другие.

Площадь орошаемых земель в пустынной зоне СССР за годы советской власти выросла с 3 до 15 млн. га, то есть увеличилась более чем в четыре раза. Это позволило, в частности, значительно увеличить производство хлопка-сырца. Рост площади орошаемых земель в Узбекской и Туркменской ССР за последнее десятилетие показан в табл. 30.

На базе технически совершенных оросительных систем сложилась порайонная специализация оро-

Таблица 30

Рост орошаемых площадей (млн. га) и производство хлопка (млн. т) *

Показатель	1940	1965	1970	1975	1979
Узбекская ССР					
Орошаемая площадь	2,28**	2,64	2,70	3,01	3,39
в т.ч. под хлопчатником	0,92	1,56	1,71	1,77	1,83
Заготовлено хлопка-сырца	1,39	3,75	4,50	5,01	5,76
Туркменская ССР					
Орошаемая площадь	0,45 **	0,51	0,64	0,72	0,90
в т.ч. под хлопчатником	0,15	0,26	0,40	0,49	0,51
Заготовлено хлопка-сырца	0,21	0,55	0,87	1,08	1,22

* „Народное хозяйство СССР — 1980", М., „Статистика", 1980.

** Данные за 1950 г.

шаемых территорий и порайонное сочетание поливных культур. На водообеспеченных землях хлопководство развивается в сочетании с овоще-бахчевыми, садово-виноградными, зерновыми и зернофуражными культурами, многолетними травами (люцерна). За пределами оазисов орошаемое земледелие комплексируется с молочным животноводством.

Применение противофильтрационных облицовок и трубопроводов на оросительных сетях, закрытого горизонтального и вертикального дренажа, водорегулирующих сооружений и повсеместный переход на прогрессивные способы орошения (дождевание, подпочвенное и капельное орошение) позволяют в настоящее время сэкономить значительное количество воды. В качестве примера можно привести освоение целинных пустынных и полупустынных земель в Голодной степи (Узбекская ССР). В настоящее время там — в бывшей безводной пустыне — орошено около 500 тыс. га, причем только в новой зоне орошается свыше 250 тыс. га. Создано более 30 хлопководческих совхозов, построены современные инженерные коммуникации, проложено 180 км железных дорог, около 1600 км шоссейных дорог, 235 км линий электропередач, 250 км водопроводов, около 290 км газопроводов. Возведен комплекс современных предприятий строительной индустрии и строительных материалов, что позволило вести строительство индустриальными методами, одновременно велось сельскохозяйственное и культурно-бытовое строительство. Подробное описание всемирноизвестного объекта — Голодной степи было представлено в качестве основного документа на Конференции ООН по проблемам опустынивания. В настоящее время работы по освоению Голодной степи закончены. Опыт, приобретенный при этом, успешно переносится на освоение Каршинской и Джизакской степей.

Каршинская степь занимает площадь около 1 млн. га. Основная же ее водная артерия — р. Кашкадарья — при полном регулировании стока может оросить 150 тыс. га, предназначенных преимущественно под тонковолокнистый хлопчатник. Это, как видно, не позволяет радикально решить проблему орошения земель Каршинской степи, но может быть успешно сделано при использовании водных ресурсов р. Амударьи.

В настоящее время уже ведутся грандиозные работы. На первую очередь предусмотрен бесплотинный водозабор для орошения и освоения 200 тыс. га каршинских земель. Вода Амударьи подается по Каршинскому магистральному каналу длиной 200 км. шестью насосными станциями на высоту 132 м. Установленная мощность 35 электродвигателей равна 450 мВт, подача каждого насоса — 40 $м^3/с$. Расход воды в канале составил около 200 $м^3/с$ (первая очередь).

На 80-м километре магистрального канала построено Талимарджанское водохранилище емкостью около 1 млрд. $м^3$. Оно обеспечит круглогодичную подачу воды из Амударьи с использованием накопленных зимой запасов на орошение в летние месяцы, что позволит вдвое уменьшить пропускную способность подводящей части канала и мощность насосных станций.

Крупнейшим водохозяйственным объектом пустынь Советского Союза является Каракумский канал им. В. И. Ленина. В гл. XX специальный раздел посвящен этому сооружению. Здесь же мы упомянем лишь, что канал забирает воду из Амударьи. В соответствии с проектом протяженность его составит 1400 км (до р. Атрек), головной расход — 800 $м^3/с$, а сток превысит 18 $км^3$. В зоне канала намечено оросить 1 млн. га земель. В настоящее время длина канала — 1100 км. Для регулирования свободного осенне-зимнего стока на нем построены и строятся ряд водохранилищ. Общая емкость их в перспективе составит 1,8 $км^3$. Уже созданы Хауз-Ханское водохранилище емкостью 875 млн. $м^3$, Ашхабадское — на 48 млн. $м^3$, Копетдагское — на 190 млн. $м^3$. Кроме того, в голове Каракумского канала для регулирования стока Амударьи сооружается крупное Головное Зеидское водохранилище емкостью 3,5 $км^3$.

Строительство Каракумского канала решает целый комплекс задач — орошения земель, обводнения пастбищ, водоснабжения, рыбоводства, судоходства; возможно и энергетическое использование канала с применением ГЭС-ГАЭС.

Большое значение при освоении пустынной зоны СССР придается орошению приоазисных песчаных массивов, которые можно успешно использовать после несложной планировки, применяя соответствующую технику полива. Площадь таких песков в стране значительна — она составляет около 2 млн. га. В силу их близкого расположения к массивам уже освоенных земель и действующих оросительных систем их использование требует значительно меньших затрат.

Как ни различны виды водоснабжения в пустыне, основным ее ресурсом являются подземные воды. Лишь в отдельных местах, особенно таких, где распространены такыры — в Кызылкуме, в западной Туркмении, в Центральных Каракумах — используют атмосферные воды, сливаемые в колодцы, в дождевые ямы, сардобы. Из многочисленных способов хранения атмосферных осадков в пустыне наибольший эффект достигается при магазинировании стока в естественных подземных коллекторах, где пресная атмосферная вода образует своеобразную линзу, плавающую на подземной соленой. Практика такого сбора и хранения хорошо изучена в Каракумах в условиях, близких к производственным, где зоны аэрации и водовмещающих пород представлены песчаными отложениями.

Такие подземные водохранилища (типа подпесчаных линз) гарантируют круглогодичное обеспечение скота водой на самых отдаленных пастбищах и на приемлемой экономической основе. Однако такырные водосборы имеются не везде, поэтому создаются и искусственные асфальто-цементные водосборные площадки небольших размеров. Один гектар естественного такырного водосбора дает в среднем около 300 $м^3$ пресной воды в год, а гектар искусственного водосбора — не менее 700—800 $м^3$. Этим количеством пресной воды в смеси с минерализованной можно обеспечить отару овец из 800 голов в течение года. Имея необходимые материалы, в любом районе пустынь можно строить водосборные площадки, собирать с них атмосферные осадки в подземные хранилища воды [Бабаев, 1976].

Подавляющее большинство колодцев в пустынях Казахстана и Средней Азии неглубокие: 90% — до 30 м, 1,5% — от 31 до 99 м и лишь менее 9% имеют 100 и более метров [В. Кунин, 1959]. Самые глубокие колодцы находятся в Юго-Восточных Каракумах, достигая в отдельных случаях 270 м.

Широкое развитие получила трубопроводная подача воды в Казахстане, где из 180 млн. га пустынных и полупустынных пастбищ обводнено около 100 млн. га. Здесь построены крупнейшие в мировой практике Ишимский и Булаевский водопроводы протяженностью 1700 км с подачей 50 тыс. м^3/сут. каждый. Сооружаются 30 водопроводов сельскохозяйственного назначения общей протяженностью около 20 тыс. км и общей производительностью 360 млн. м^3 воды в год.

В последние десятилетия к существующим источникам воды добавились опресненные подземные воды. В г. Красноводске (Туркменская ССР) и г. Шевченко (Казахская ССР) построены многокорпусные выпарные и адиабатные опреснители производительностью 13,2 тыс. и 15 тыс. м^3/сут. В 1973 г. в г. Шевченко пущен в эксплуатацию первый в мире атомный опреснитель производительностью 120 тыс. м^3/сут. Успешно ведутся разработки малых опреснителей, работающих на энергии солнца и ветра.

На пустынные территории Средней Азии и Казахстана приходится примерно третья часть природных кормовых угодий Советского Союза или около 122 млн. га.

Животноводство. Общее поголовье скота в пустынях и полупустынях страны достигает 50 млн. голов, из них около 17 млн. голов овец, в том числе более 13,5 млн. голов — каракульской породы [Николаев и др., 1977].

В дореволюционный период на пустынных пастбищах России скотоводы вели кочевой образ жизни, скот держался в течение всего года только на подножном корме, что часто приводило в суровые зимы и неурожайные годы к его массовому падежу от бескормицы. За годы Советской власти принципы и характер использования пустынных пастбищ коренным образом изменились. Создание колхозов и совхозов, которые объединили мелкие индивидуальные хозяйства, позволило перейти от кочевого скотоводства к отгонно-пастбищной системе. Она основывается на том, что пастбищные угодья распределены между хозяйствами в соответствии с поголовьем скота. Его перегоняют в разные сезоны года в пределах закрепленной за колхозами и совхозами площади. Общественное владение скотом облегчило организацию зооветеринарного обслуживания, в связи с чем исчезли случаи массовой эпизоотии.

Государственные научные организации ведут племенную и селекционную работу, хозяйственные и строительные — сооружение колодцев, которые затем переходят на баланс соответствующих колхозов и совхозов. При отгонно-пастбищной системе со скотом находятся только чабаны, иногда с женами и детьми дошкольного возраста. Основная же часть животноводческого населения постоянно живет в благоустроенном колхозном или совхозном поселке, на ферме.

Огороженные, хорошо обводненные и хозяйственно устроенные пастбища, создаваемые крупными специализированными каракулеводческими хозяйствами, рассчитаны на содержание 4—5 тыс. овец, обслуживаемых бригадой из 6—7 человек. Несколько бригад объединяются в механизированный каракулеводческий комплекс. На комплексе концентрируется до 15—20 тысяч овец. Такая технология содержания овец внедрена, например, на государственном племенном заводе „Карнаб" Самаркандской области на площади 32 тыс. га. Она позволила повысить овцеемкость пастбищ в 1,5 раза, производительность труда занятых в бригадах людей — в 2 раза, производство валовой продукции на одного работающего — более чем в 2 раза.

Создание крупных овцеводческих и верблюдоводческих хозяйств позволило перейти к научно обоснованному и планомерному использованию пастбищ на постоянной территории. Такая система осуществляется на основе внутрихозяйственного землеустройства с многолетним планом эксплуатации пастбищ, предусматривающим введение пастбищеоборота с учетом кормового баланса по сезонам года, с выявлением белкового дефицита и источников его покрытия.

На пустынных пастбищах в больших масштабах проводится хозяйственное и культурно-бытовое строительство, а также осуществляется полное и равномерное обводнение всей пастбищной территории и реконструкция существующей обводнительной сети; укрепление кормовой базы овцеводства путем улучшения состава пустынной пастбищной растительности, повышения ее биологической продуктивности и создания специализированных кормовых хозяйств на орошаемых землях; укрепление овцеводческих хозяйств с целью дальнейшей специализации и концентрации производства.

Улучшение пастбищ. Следует особо подчеркнуть, что коренное улучшение пустынных пастбищ без орошения — одно из важнейших достижений советской науки и практики. Коренное улучшение пастбищ производится с обработкой почвы. Даже грубая распашка обеспечивает хорошее накопление влаги и устранение конкуренции со стороны травянистой дернины для всходов кормовых кустарников и полукустарников.

Поверхностное улучшение пастбищ заключается в подсеве растений к имеющемуся травостою без обработки почвы. Этот метод разработан применительно к приколодезным пескам и рыхло-песчаным угодьям с очень разряженной растительностью. Заделка семян в почву обеспечивается прогоном отары овец. Применяется и особая подготовка семян к высеву. Семена погружают в густой раствор из песка и глины, а затем вынимают и просушивают. Образуются тяжелые гранулы, которые после высева не выдуваются и не засыпаются песком на большую глубину, а приставшие к семенам глинистые частицы способствуют хорошему питанию всходов в первые дни их жизни.

На основе опытных данных, полученных в различных пунктах пустынной зоны Туркменской и Узбекской ССР, с учетом уже имеющегося немалого производственного опыта, при коренном улучшении пастбищ с распашкой установлены следующие нормы высева семян: саксаула черного — 5—8,9 кг/га, полыни — 0,5 кг/га, изеня — 3 кг/га, кевреика — 6 кг/га, чогона — 10 кг/га, кандыма — 15 кг/га, черкеза — 10 кг/га, однолетних солянок — 5—10 кг/га [Нечаева и др., 1978]. В первый год продукция надземной массы невелика и совсем нет трав. Они угнетены распашкой, но на 3—4-й год из запаса семян, имеющихся в почве, развивается травянистый ярус. В результате надземная и подземная фитомасса кустарников, полукустарников и трав достигает 200 ц/га, что в 6—30 раз превышает естественную фитопродукцию этих территорий.

Искусственные пастбища пригодны к использованию с 2—3-летнего возраста, долговечны и могут без дополнительного ухода служить, если они засеяны скороспелыми видами с коротким жизненным циклом, 8—15 лет, а если засеяны длительно живущими видами — 14—30 лет. Создание долголетних пастбищ позволяет изменить ограниченную сезонность естественных кормовых угодий, обогатить их осенне-зимними и круглогодичными выпасами, повысив урожайность в 3—8 раз [Нечаева и др., 1978].

Новое использование пастбищ предотвращает угрозу опустынивания, деградацию растительного и почвенного покровов.

Освоение подвижных песков и лесомелиорация. Подвижные пески в Средней Азии занимают 5—7% всей площади пустынь [Петров, 1950]. На их общем фоне они представлены отдельными пятнами.

Подвижные пески в песчаных пустынях — результат эоловых процессов, обусловленных большими скоростями ветра, незначительным количеством атмосферных осадков, скудной растительностью и широким распространением рыхлых четвертичных отложений.

Движение песков под действием ветра приводит к песчаным заносам строений, орошаемых земель, железных и шоссейных дорог или же к выдуванию оснований конструкций ЛЭП, газо- и нефтепроводов и т. д. 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 под песком были погребены тысячи гектаров орошаемых земель [Петров, 1950]. Огромный ущерб подвижные пески наносили земледелию в низовьях Амударьи.

Однако уже давно в СССР разработаны надежные способы закрепления подвижных песков. Способы эти применяются дифференцированно, в зависимости от местных лесорастительных условий, интенсивности ветрового режима и характера защищаемого объекта.

Так, рекомендованы следующие традиционные типы и конструкции механических защит:

1. Стоячие плотные, несколько облегченные механические защиты высотой 0,3—0,7 м, требующие для их устройства растительный прямостебельный материал;

2. Полускрытые стоячие механические защиты высотой до 20 см, также требующие для их устройства растительный прямостебельный материал;

3. Устилочные „продольные" механические защиты с шириной ряда 25—35 см с расходом на их устройство любого местного подручного растительного материала.

Для защиты сельхозугодий указанных районов созданы насаждения на песках площадью соответственно 80, 150, 60 тыс. га. Так, на приоазисных песках Среднеамударьинского оазиса защиты занимают 15 тыс. гектаров. Для предотвращения засыпания крупнейшего гидротехнического сооружения — Каракумского канала — установлены механические защиты 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 ежегодно устраиваются защиты на площади 150 га.

Пескоукрепительные работы, выполненные в пустынях Средней Азии с помощью традиционных методов, позволили уже несколько десятилетий назад ликвидировать угрозу песчаных заносов городов, орошаемых земель, каналов и других объектов. Однако основные массивы подвижных песков, расположенных вдали от оазисов, оставались в неизменном виде. Их мелиорация на базе существовавшей тогда технологии и агротехники с экономической точки зрения была нерентабельной.

С особой остротой был поднят вопрос мелиорации крупных барханных массивов в период интенсивного промышленного и сельскохозяйственного освоения природных богатств пустыни. Проведенные в СССР исследования для решения этих задач можно рассматривать как второй этап разработки приемов борьбы с подвижными песками на качественно новой основе, базирующейся 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. 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. Предусмотрена полная механизация трудоемких процессов, возможность ведения пескоукрепительных работ в сочетании с лесокультурными.

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.

В Советском Союзе 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.

Примером рационального применения агромелиорации может служить опыт повышения продуктивности песчаных пастбищ путем создания различными методами пастбищезащитных полос. Местами предпочтение отдается широким и узким пастбищезащитным полосам, местами для создания долголетних зимних пастбищ практикуется массивная мелиорация площадей.

Создание широких пастбищезащитных полос рационально на участках с благоприятными лесорастительными условиями, на подгорных равнинах с хорошо развитыми песчаными почвами с относительно большим количеством осадков (180—200 мм). В этом случае семена саксаула черного высеиваются на вспаханных полосах 25-метровой ширины с межполосными расстояниями в 150—200 м.

Узкополосный метод создания пастбищезащитных полос рекомендуется в типичных условиях

песчаной пустыни. Считается целесообразным создавать полосы 25-метровой ширины путем распашки не всей полосы, а пяти узких 1,5-метровых полос и строчным посевом семян саксаула в них. Расстояние между узкими полосами рекомендуется выдерживать в 5—8 м., чтобы сохранить естественную растительность на невспаханных участках.

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%. Такие полосы выполняют не только мелиоративную роль, но и служат защитой для овец во время непогоды и зимой и летом. Это обеспечивает повышение мясной продуктивности на 10—18%, выживаемость и сохранность молодняка овец на 8—15%, настриг шерсти — на 7—12% [Виноградов, 1977].

Минеральные ресурсы. Добывающая промышленность — характерная для аридных районов страны отрасль народного хозяйства. Она динамично развивается в пустынях и полупустынях Советского Союза в послереволюционные годы на базе многих важнейших полезных ископаемых, которыми весьма богаты эти территории. Успешное развитие в Средней Азии и Казахстане добывающей промышленности стало, в свою очередь, основой развития многих других отраслей и повлекло за собой значительные изменения не только в экономике, но и в других областях жизни республик.

В недрах Казахстана находятся крупные месторождения меди (Джезказган, Балхаш, Бозшакуль), титана, марганца, сурьмы, практически неограничены запасы солей (Прикаспье, Приаралье, Центральный Казахстан), значительны и разнообразны запасы строительных материалов.

Из всех полезных ископаемых, известных в пустынях Средней Азии, наибольшую ценность в настоящее время представляют нефть и газ. Долгое время добыча нефти ограничивалась Прибалханским районом в Каракумах. Разрабатывались структуры Нефтедага, Кумдага, Боедага. Истощение вторичных коллекторов нефти, необходимость роста ее добычи потребовали применения современных способов повышения давления (контурное и законтурное обводнение, закачка газа), а также разведки новых структур. Они были найдены. Ими оказались высокодебитное Котурдепе, расположенное между Небит-Дагом и Челекеном, Окарем — газоконденсатно-нефтяное на берегу Каспия, Барсакельмес — к западу от Небит-Дага, Камышлджа — к юго-западу от Небит-Дага, Комсомольское — к северу от Котурдепе.

К добыче газа в Каракумах и Кызылкуме приступили значительно позднее, чем к добыче нефти. В Центральных Каракумах газ найден вблизи Дарвазы и Зеагли. В Кызылкуме известны месторождения Газли, Мубарек, Джаркак, Уртабулак, отдающие газ для республиканских нужд и в газопроводы, проложенные на Урал и в Центр, а также в соседние республики Средней Азии. Мургабская газонефтеносная область включает ряд месторождений, из них самое крупное — Шатлык. Оно служит главным поставщиком газа четвертой очереди газопровода Средняя Азия — Центр.

Амударьинская газонефтеносная область включает месторождения Фараб, Асак, Наип, Саман-Тепе, Багаджа, Гугуртли. Ачак — начальный пункт газопровода Средняя Азия — Центр. К нему позже было присоединено и Наипское месторождение.

По запасам месторождения Шатлык, Ачак, Наип, Саман-Тепе, Багаджа относятся к уникальным, Гургуртлинское — к крупным. В свою очередь из них наиболее выделяется месторождение Шатлык, входящее в 10 крупнейших месторождений мира. Его запасы определяются триллионами кубометров.

На природном газе работают газотурбинные электростанции в Красноводске, Небит-Даге, Безмеине и самая мощная в Туркменской ССР Марыйская ГРЭС; его важным потребителем стало население и коммунальное хозяйство городов, поселков и большинства сельских селений региона. Однако объем добычи значительно превосходит запросы местных потребителей, и по мере ввода в строй новых газовых месторождений идет строительство газопроводов республиканского, межреспубликанского и союзного значения.

К числу первых надо отнести газопроводы Кумдаг-Небит-Даг, Котурдепе-Красноводск, Майское-Безмеин. Кызылкумский газ (Мубарек, Джаркак) идет в Ташкент, Чимкент, Фрунзе, Алма-Ату и многие более мелкие населенные пункты, лежащие вдоль трасс межреспубликанских газопроводов. Газлинский и Каракумский газ по линиям газопровода Газли — Урал и Средняя Азия — Центр подается в районы Европейской части СССР. Большое место в снабжении газом центральных районов страны, включая и Москву, принадлежит Шатлыкскому, Ачакскому и Наинскому месторождениям.

Нефтегазодобывающая промышленность явилась базой для развития „большой химии" в республиках Средней Азии.

Значительные запасы минеральных солей (галоидных и сульфатных) ставят Среднюю Азию на одно из первых мест в СССР. Главное месторождение сульфатных минеральных солей — Кара-Богаз-Гол. Механизированная добыча соли ведется на берегу Аральского моря.

Богата пустыня самородной серой. Крупное ее месторождение расположено в Туркменской ССР в Гаурдакских горах. На базе этой серы близ Чарджоу работает суперфосфатный завод, производящий фосфорные удобрения (фосфориты получают из Казахстана). Минеральное строительное сырье встречается в пустынях почти повсеместно и залегает в неограниченных размерах. Среди стройматериалов важное место принадлежит цементному сырью, представленному известняками. Разрабатывается крупное Безмеинское месторождение известняков и галечников. Хорошо известно Бахарденское месторождение высококачественных песчаников, которые служат базой Ашхабадского стекольного завода. По всему Мангышлаку, Устюрту и Красноводскому плато широко распространены пласты стенового камня, идущего на строительство жилых зданий во многих городах Туркмении.

Из металлов встречаются свинец и цинк в полиметаллических рудах Кугитанга, золото — в горах Мурунтау в Кызылкуме.

Энергетика. Развитие добывающей и других отраслей промышленности, а также общий рост уровня жизни в засушливых районах страны требует увеличения производства электроэнергии. Уже сейчас в Средней Азии действует единая энергосистема, объединяющая тепловые и гидроэлектрические станции. Среди действующих электростанций — Красно-

водская, Небитдагская, Марыйская, Навоинская. В перспективе энергобаланс резко возрастет благодаря вводу на полную мощность таких ГЭС, как Нурекская, Токтогульская и каскаду на Амударье.

Все шире находят применение альтернативные источники энергии — солнце и ветер. Об их использовании см. гл. V и VI.

Транспорт. Быстрые темпы промышленного освоения природных богатств пустынь и полупустынь обусловили и ускорили развитие транспорта. Наряду с реконструкцией старых железных дорог в Средней Азии и Казахстане за последние годы через пустыни проложены новые рельсовые трассы, построены первоклассные асфальтированные шоссе в песчаных Каракумах и Кызылкуме.

Население. В пределах пустынь и полупустынь Средней Азии и Казахстана на начало 1979 г. проживало 26,2 млн. человек. За последние 20 лет (1959—1979) численность населения здесь выросла на 83,2% (в СССР в целом — на 21%). Составляя 10% общей численности населения страны, аридная зона на этот же период дала 22% прироста числа жителей СССР.

Аридная зона отличается тем, что численность сельского населения в ней не сокращается, а растет и, следовательно, увеличиваются демографические резервы урбанизации. За указанное 20-летие сельское население увеличилось на 62,5%.

В то же время зона пустынь привлекает значительные миграционные потоки из многих других районов страны, с чем связана этническая пестрота городского населения Средней Азии, причем главными миграционными перекрестками выступают столицы и города-новостройки.

Урбанизация. Ведущая в прошлом генетическая линия возникновения городов аридной зоны — их „вызревание" из сельской местности. Города формировались как торгово-ремесленная или религиозная надстройка над сельской округой с большим значением неэкономических функций. В настоящее время также нередко города „вызревают" из сельских поселений в районах интенсивного сельского хозяйства, но при ином уже социально-экономическом содержании процесса. Однако, ведущими в советское время стали ресурсная, организационно-хозяйственная и промышленная генетические линии.

Существенной особенностью народнохозяйственной основы городов аридной зоны является более тесная связь сельского хозяйства с промышленностью, значительная доля занятых сельским хозяйством среди городских жителей. Отчетливо выраженной чертой урбанизации (здесь, как и в целом в стране) явилось формирование многофункциональных больших городов — опорных центров территориальной структуры народного хозяйства. Это связано, в первую очередь, с активными процессами политической, культурной и экономической консолидации социалистических наций, с изменениями образа жизни коренного населения, огромными масштабами освоения ресурсов и перестройки хозяйства. Для осуществления этих процессов большого исторического значения нужны были мощные опорные центры, плацдармы освоения. Особенно важна роль столиц.

Достижения научно-технического прогресса позволяют существенно расширить число ареалов интенсивного использования ресурсов (ареалов концентрации) аридной зоны. Однако в целях достижения экономически эффективных решений важно направить современную технику и материальные средства в те ее районы, где можно получить максимальную отдачу. Мощная техника используется, как правило, для преодоления серьезных препятствий.

Так, „ключом" к решению проблемы освоения ресурсов Мангышлака явилось опреснение морской воды с помощью атомного реактора. Ту же роль сыграли механическая подача воды на поля Голодной степи и сооружение крупных магистральных каналов — Каракумского, Аму-Бухарского, Каршинского и др. Проведение Каракумского канала в долину р. Атрек обеспечит развитие этого единственного в СССР района сухих субтропиков в целом, в комплексе.

Контрастность аридной зоны по условиям хозяйственного развития предопределяет важное для этой территории значение всякого рода естественных и антропогенных рубежей. Очень значимы здесь такие линейные ориентиры развития, как крупные реки, морские и озерные побережья, магистральные каналы, транспортные полимагистрали, полосы контакта гор и равнины.

Особенно большое значение в макротерриториальной структуре народного хозяйства аридной зоны приобрела полоса концентрации населения и хозяйства, сформировавшаяся в зоне контакта горной и равнинной частей Средней Азии и Южного Казахстана. В предгорной зоне исторически проявилась и закрепилась, получив в советское время мощное и многостороннее развитие, главная экономическая ось всего Юго-Восточного региона СССР. Здесь сконцентрированы: посевы главной культуры — хлопчатника; транспортные пути, которые переплетаясь, образуют отчетливо выраженные полимагистрали; цепочки и гнездовые скопления наиболее значительных городов. Активная урбанизация повысила уровень концентрации хозяйства и еще отчетливее обозначила сложившуюся вдоль главной экономической оси полосу расселения.

Вне этой осевой, имеющей достаточно причудливую конфигурацию зоны, развиваются, отчасти уже достигнув высокого уровня зрелости, многочисленные очаговые формы территориальной организации производительных сил.

Как правило, в наиболее перспективных очагах такого рода создается свой базовый опорный центр в виде многофункционального города. Обычное в советской практике придание этому центру-лидеру административных функций управления исключает разрыв между экономическими и административными рангами города и позволяет ему лучше, полнее и эффективнее выполнять и организационно-хозяйственные функции. Создание и последовательное укрепление таких центров, создающих опорный каркас территориальной структуры народного хозяйства,— одна из важных черт урбанизации аридной зоны. Например, к ним относятся центры сравнительно недавно образованных областей: Мангышлакской (г. Шевченко), Тургайской (г. Аркалык), Джезказганской (г. Джезказган), Джизакской (г. Джизак), Сырдарьинской (г. Гулистан).

Процессы опустынивания. Как видно из вышеизложенного, принцип социалистического природопользования состоит в реалистическом отношении к естественной продуктивности пустыни и возможности повысить ее с помощью мелиоративных и тех-

нологических ресурсов с учетом территориальных различий и экономической эффективности. Он предполагает государственную поддержку разработанных мер, обеспеченное финансирование, привлечение научно-инженерных сил для осуществления проектов. При этом одним из важнейших условий было и остается отношение к самой природе. И все же местами пустыне наносится вред. В одних случаях это ущерб осознанный, но вынужденный, в других — это недостаточное знание или недостаточный учет законов развития наиболее хрупких пустынных и полупустынных экосистем, в результате чего могут быть ускорены или усилены процессы опустынивания.

Антропогенное опустынивание охватывает все компоненты природной среды.

Процессы опустынивания в СССР сейчас имеют сравнительно ограниченное распространение, не представляя собой масштабное явление и не нося катастрофический характер. Их нет в том объеме, насыщенности, они не обладают той интенсивностью, какая предусматривается при их характеристике в рекомендациях Плана действий Конференции ООН по проблемам опустынивания.

Однако высокой интенсивности процессы опустынивания достигали здесь в дореволюционный период. Так, в результате многовекового бесконтрольного выпаса скота в Хивинском и Бухарском ханствах на больших территориях Заунгузских и Восточных Каракумов были разбиты пески, образовались крупные барханные массивы. Особенно далеко на юг заходил так называемый Хивинский барханный язык, вытянувшийся вдоль древней караванной дороги из Хорезма в Мерв.

Еще в 1955 г. его длина достигала 75 км. В результате рационального использования пастбищ, лесокультурных работ, газофикации населенных пунктов, а потому резкого сокращения рубки саксаула на топливо, дефляционные процессы были ослаблены. Важнейшую роль сыграл Озерный коллектор, проложенный по кромке песков и отводивший поливные дренажные воды с хлопковых полей Хорезма. Именно в зоне интенсивной дефляции поднялся уровень грунтовых вод, что повысило ветроэрозионную устойчивость песчаной поверхности и улучшило лесорастительные условия. В результате барханные массивы здесь перешли в категорию слабозаросших песков, бывшие разбитые, подвижные пески — в полузаросшие.

На левом берегу Амударьи прежде существовала так называемая Приамударьинская барханная полоса, протянувшаяся на 250 км от афганской границы до Чарджоу. Происхождение этой полосы можно связывать с развитием каракулеводства в Бухарском ханстве. После коллективизации сельского хозяйства началось массовое строительство глубоких колодцев на богатых пастбищах в глубине Юго-Восточных Каракумов, что оттянуло поголовье овец из приоазисной зоны. Позже здесь были проведены фитомелиоративные работы, а вдоль кромки песков посажены саксауловые лесные полосы, давшие очень хороший результат. Сейчас от барханной полосы остались лишь групповые и одиночные барханы, кое-где одиночные и барханные цепи, а также обарханенные вершины, разбросанные среди заросших кустарниками бугристых песков. Оголенные участки составляют только около 10% всей площади бывшей Приамударьинской барханной полосы.

Применение широкобалонного вездеходного транспорта и дорожных машин, ремонтно-восстановительные работы улучшили их состояние, они перестали быть источниками дефляции. Асфальтированные дороги почти полностью исключают нежелательные контакты техники с природой и несут с собой в пустыню новые формы жизни. Стали доступнее заброшенные и глухие колодцы, рассредоточилось поголовье овец, уменьшились площади приколодезных барханных массивов и разбитых песков. Более рациональный выпас улучшил ветроэрозионное состояние поверхности ранее перегруженных угодий, вовлечены в оборот новые территории. На северо-востоке Центральных Каракумов, в Заунгузье, овцами выбиты значительные массивы пустынного мха, что значительно повысило урожайность трав и вернуло к жизни кустарники.

Прежде концентрация пастбищного скотоводства у немногочисленных водопойных пунктов в Центральных Каракумах способствовала возникновению на приколодезных территориях и вдоль скотопрогонных путей массивов разбитых песков. Строительство новых колодцев, использование водовозов позволило рассредоточить поголовье скота и теперь прежде подвижные пески закреплены растительностью.

Строительство крупных промышленных объектов, которые практически в корне изменяют сложившуюся экологическую обстановку на огромных площадях, может вызвать временные негативные последствия. Так, в процессе строительства Каракумского канала, создавшего цепь новых оазисов протяженностью более 1000 км, образовались массивы разбитых песков, а также обширные площади песчаной пульпы. В связи с фильтрацией вод из канала и ее систематического сбрасывания по обе стороны от канала образовались фильтрационные озера, часть акваторий которых постепенно начинают занимать солончаки [Харин, Каленов, 1978].

Наиболее масштабным проявлением процессов опустынивания в нашем регионе можно считать район, окружающий Аральское море (Приаралье). Прогрессирующее сокращение морской акватории, вызванное с одной стороны зарегулированностью стока Сырдарьи и Амударьи, и с другой — возросшим использованием их вод на орошение, привело к развитию в той или иной степени опустынивания на громадных территориях их дельт. На обсохшей поверхности дна моря формируется песчано-солончаковая пустыня, которая все больше и больше начинает влиять на темпы и характер изменений экологической обстановки во всем бассейне Арала. Площадь этой пустыни увеличивается, в связи с чем происходит расширение вторичной (антропогенной) пустыни, воздействие которой на природные комплексы и процессы прилегающих территорий может иметь далеко идущие, часто еще не ясные последствия [Кузнецов, 1980].

Глава XX

ТИПИЧНЫЕ АРИДНЫЕ РАЙОНЫ СССР И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ

А. „ЧЕРНЫЕ ЗЕМЛИ" КАЛМЫКСКОЙ АССР

С. В. Зонн (СССР)

„Черные земли" — обширный регион в пределах Прикаспийской низменности Европейской части СССР, почти не покрывающийся постоянным снежным покровом в зимнее время. Поверхность „черных земель" выглядит темной на фоне территорий, расположенных севернее и западнее. Поэтому она издавна получила такое название.

Весь массив Черных земель состоит из двух резко различных частей: северной — приволжско-прикаспийской глинисто-суглинистой низменной равнины с комплексным почвенным покровом, состоящим из светло-каштановых, солонцов и луговолиманных почв, и южной — всхолмленной грядово-равнинной Кумо-Манычской прадельты. На юге регион граничит с долиной р. Кумы.

Северная равнина отделяется от южной Сарпинско-Даванской впадиной — бывшей древней долиной Волги. Она оканчивается обширным районом так называемых бэровых бугров, образовавшихся на месте прадельты Волги. Эти феноменальные супесчаные гряды вытянуты с запада на восток и разделены узкими долинами, сложенными более тяжелыми отложениями. Генезис бэровых бугров до сих пор неясен. Их веерообразное расположение подтверждает дельтовое образование. Возможно, что поверхность современных бугров была песчаной равниной, затем дельтовыми протоками были отпрепарированы гряды и разделяющие их долины.

Северная часть или Сарпинская низменность региона более населена и издавна была объектом экстенсивного животноводства. Южная часть, собственно Черные земли, была зимней пастбищной базой отгонного животноводства (овцеводства) для значительной части Северного Кавказа. В летнее время скот выпасался на высокогорных пастбищах Кавказа и в предгорных степях Предкавказья и Ставрополья. Стихийность в использовании пастбищ, частая перегрузка их скотом, необеспеченность водой, при крайней засушливости (атмосферные осадки от 100 до 250 мм и вредные летние температуры 27—30°С) способствовали разбиванию супесчаных и песчаных бурых и светло-каштановых почв с образованием на их месте массивов грядово-бугристых песков. Все это приводило к снижению естественной производительности пастбищ и, как следствие, к уменьшению поголовья скота. Оно особенно сильно снижалось в годы засух и снежных холодных зим.

Проявление пастбищной дигрессии растительности и деградации почвенного покрова, особенно эоловой и отчасти водной, снижало естественный производительный потенциал территории.

В годы Великой Отечественной войны (1941—1945) так сказать обычная антропогенная деградация дополнилась ее военной формой, создавшей искусственный мезо- и микрорельеф, образованный воронками, противотанковыми рвами, временными дорогами, которые становились очагами дефляции. Все это приводило к увеличению песчаных массивов с интенсивной дефляцией прилежащих к ним массивов почв, вторичному их засолению эоловой импульверизацией солей; к расширению временной дорожной сети с усиливавшимися вдоль них эоловыми процессами, а все вместе обусловливало интенсификацию эвапотранспирации и бесполезную потерю атмосферной влаги.

Борьба со всеми этими явлениями, получившая общее определение борьбы с засухой, а по современной терминологии — борьбы с опустыниванием, начала планомерно осуществляться после 1948 г. (хотя и до этого действовали региональные проекты борьбы с засухой), когда в стране приступили к реализации большого проекта преобразования природы всего юга Европейской части СССР. Он был направлен на борьбу с эрозией, засолением, на улучшение пастбищных угодий путем создания лесных полос, орошения, мелиорации почв и др. Примерно с 1960-х гг. начался второй этап наступления на антропогенное опустынивание путем усиленных работ по обводнению территории и развитию регулярного орошения на базе создаваемых водохранилищ.

В результате осуществления этих проектов сейчас достигнуты значительные успехи в преобразовании природы края. Не во всех направлениях они имели одинаковый успех, но тем не менее уже на значительных площадях отчетливо проявляется преобразование полупустынных ландшафтов в антропогенно-степные с созданием оазисного земледелия, рыболовства и других отраслей народного хозяйства. Интенсификация освоения природных ресурсов сопровождается созданием населенных пунктов различного назначения с формированием земледельческих оазисов. Но не всегда подобное „наступление" человека в полупустынных и пустынных условиях способствовало повышению биологического потенциала осваиваемых территорий. Часто оно вызывало и снижение этого потенциала, обусловленное недостаточным учетом того, как легко может быть нарушено правильное взаимодействие между обществом и природой. Такие нарушения в наибольшей степени проявляются вокруг создаваемых районных центров, промышленных комплексов по добыче полезных ископаемых, при строительстве оросительных и других мелиоративных сооружений, дорожной сети и т. д. Происходят они, главным образом, вследствие недостаточного знания и понимания природных особенностей территорий, а также неминуемых скоплений отходов жизнедеятельности людей на них. Недостаточный учет „хрупкости" взаимо-

связей природных компонентов при проектировании техногенных воздействий на них — основная причина антропогенных нарушений природных комплексов.

Более полное знание и учет изменений, происшедших на рассматриваемой территории, стали возможными после получения космических фотокарт, позволяющих выявлять многие детали позитивного и негативного преобразования природных ресурсов, устанавливать динамику последних, а в итоге разрабатывать наиболее рациональные проекты дальнейшего освоения и организации территории в целях борьбы с опустыниванием.

Современное состояние использования природных ресурсов в сельском хозяйстве рассматриваемого региона схематически показано на рис. 14. Из него прежде всего вытекает неравномерность их освоения, а также негативные последствия этого освоения, обусловленные различными причинами. Сельское хозяйство и, в частности, его животноводческая отрасль остаются ведущими в регионе при освоении природных ресурсов и, прежде всего, естественных пастбищ. В настоящее время пастбищное животноводство с отгонной формы перешло на круглогодичный выпас. При этом возросло воздействие скота на пастбища, что повлекло за собой некоторое расширение очагов дефляции песчаных почв и превращение их в пески. Значительно точнее, чем во все предыдущие периоды, они выявлены по фотокосмическим картам и схематически показаны на рис. 14.

Расширению и совершенствованию животноводства способствовал ряд новых факторов и направлений в освоении и улучшении естественных пастбищ. Главные из них: а) прирост суши за счет мелководий Каспийского моря (см. рис. 14.) с весьма высоким потенциалом биологической массы. Производительность их такова, что может обеспечить зимние потребности в грубых кормах нескольких миллионов голов мелкого скота; б) широкие мероприятия по борьбе с безводностью вообще и в особенности — с необеспеченностью водой скота. Среди них прежде всего отметим создание артезианских и шахтных колодцев, а также местных водохранилищ, прудов, заполняемых водами поверхностного стока. Такие водоемы сооружаются по балкам, древним руслам водотоков. На их базе местами создаются мелкие оросительные системы; в) в южной части Черных земель было создано Чоградское водохранилище, заполняемое водами, перебрасываемыми из р. Терек (Северный Кавказ). Сооружение на границе полупустыни с пустыней столь большого водохранилища способствовало интенсификации животноводства, созданию условий для развития орошаемого земледелия, особенно после вывода из него Черноземельского обводнительно-оросительного канала, а также использованию для орошения вод ниже плотины водохранилища. На очереди — механический подъем вод для расширения вокруг него площадей орошаемого земледелия, прежде всего травосеяния.

На всех водохранилищах, но более всего на Чоградском, созданы рыбоводные хозяйства. В пос. Каспийском — завод по переработке продуктов животноводства, в пос. Малые Дербеты — меховая фабрика. В результате юго-восточная часть Черноземельского массива — единственная пустынная территория (атмосферных осадков 100 мм) в Европейской части СССР — стала не только интенсивно-животноводческой, но и обжита сейчас постоянными поселками и районными центрами (Каспийский, Комсомольский, Халхутинский) и большим количеством крупных совхозов. Ее прорезает железная дорога Астрахань — Кизляр. Автотрассами соединены все населенные пункты, что обеспечило мобильность их связи с центром республики г. Элистой, а также с Астраханью и Волгоградом. Богарное земледелие занимает значительные площади, а распределение этих площадей отражает основные тенденции дальнейшего его расширения. В юго-восточной (пустынной) части оно невозможно, как по климатическим, так и по почвенным условиям. Распашка при легком механическом составе почв и сильных ветрах — основная причина проявления „песчаных язв", дающих начало образованию грядово-бугристых массивов песков.

В северной части, кроме отмеченных причин, лимитирующее значение приобретают солонцово-солончаковатость почв и более тяжелый их механический состав, что увеличивает дефицит почвенной влаги.

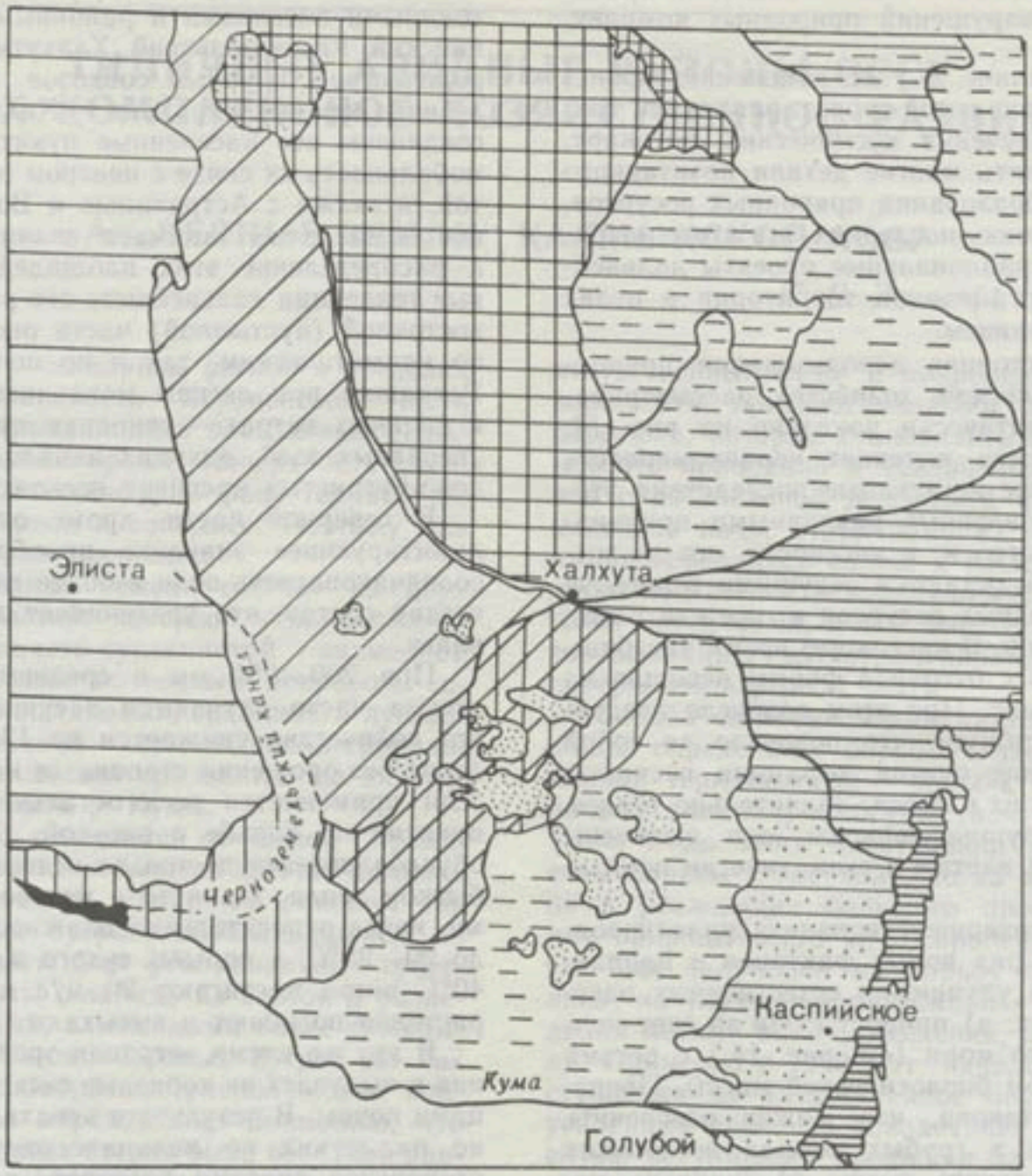
При 200—250 мм в среднем годовых осадков весьма часто случаются засушливые годы, когда это количество снижается до 130—150 мм, земледелие без орошения становится неустойчивым, даже если применяется весь остальной комплекс мероприятий по борьбе с засухой. Его неустойчивость обусловливается не только недостатком влаги и избытком тепла, но часто и юго-восточными суховеями, когда относительная влажность воздуха падает до 20—25%, а порывы сухого и нагретого до 30—40°С ветра достигают 20 м/с и более. При этом растения погибают и высыхают.

В это же время ветровая эрозия засекает растения и выдувает их корневые системы вместе с частицами почвы. В результате вспаханные поля, особенно на легких по механическому составу почвах, становятся очагами ветровой, а во время ливней и водной эрозии. Последняя нередко приводит к овражкообразованию.

В борьбе со всеми этими явлениями наибольшее значение придается лесным полезащитным полосам, создаваемым, главным образом, такой засухоустойчивой и нетребовательной древесной породой как вяз мелколиственный. Хотя высота (4—5 м) и долговечность (10—15 лет) полос из этой породы небольшие, они все же оказывают заметное преобразующее влияние на окружающую среду. При правильном размещении, достаточном уходе и поддержании полноты насаждений, они образуют сеть прямоугольных полос шириной от 5 до 10 м.

Под их защитой в снежные зимы на полях происходит накопление снега, увеличение запасов весенней влаги. В суховейные периоды они предохраняют почву от дефляции и, наконец, в годы благоприятного увлажнения под защитой полос урожайность зерновых культур оказывается на 5—8 ц с га выше, чем на незащищенных полях. Часто в полосах высаживаются ягодные кустарники — золотистая смородина и др., дающие витаминную продукцию. Кроме того, под пологом полос поселяются полезные птицы и даже появляются съедобные грибы.

Помимо полезащитных полос создаются также лесные полосы шириной до 10—15 м, защищающие дороги от навевания песка и заноса снегом, и поло-



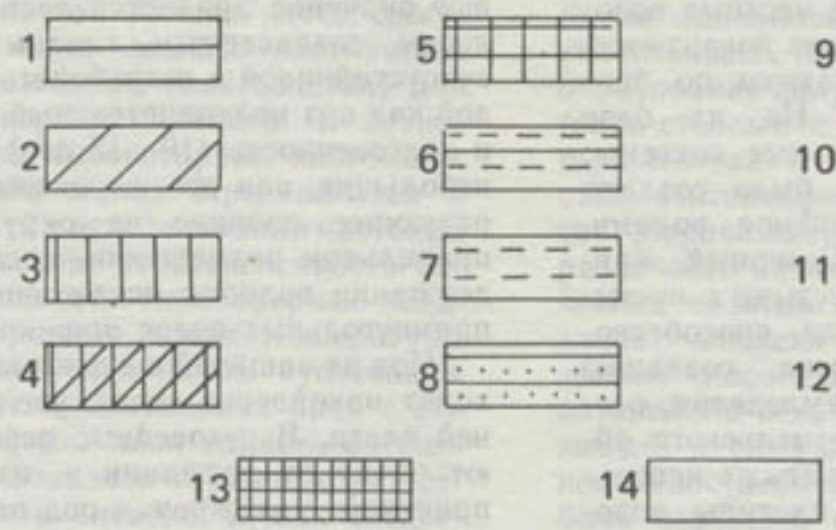


Рис. 14. Основные типы освоения территории Калмыкии по космическим снимкам [по С. В. Зонну, 1982]:

1 — Ергенинская высокая овражно-балочная равнина — богарное земледелие и животноводство; *2* — Подъергенинская наклонная лиманно-низменная равнина — преобладание животноводства и очагового орошаемого земледелия; *3* — древняя долина Маныча — преобладание богарного земледелия и овцеводства; *4* — солончаково-песчаная низменная равнина — пастбищно-овцеводческая; *5* — глинисто-солонцовая низменная равнина с очагами песков и солончаков — пастбищная, с очагами богарного и орошаемого земледелия; *6* — песчано-суглинистая слабоэродированная равнина — пастбищная; *7* — песчано-супесчаная грядово-бугристая сильноэродированная равнина — животноводство; *8* — песчаная грядово-равнинная наиболее сильно эродированная; *9* — „Бэровские бугры" — грядово-долинная древняя дельта Волги — очаговое орошаемое земледелие, овцеводство; *10* — Сарпинская впадина (древнее русло Пра-Волги) — коллектор сбросных вод; *11* — Царынский рисовый орошаемый массив; *12* — Приморская маршевая низменность — сенокосы, земледелие, овощеводство; *13* — Приволжская слабодренированная равнина — орошаемое земледелие, овощеводство; *14* — долина реки Волги

сы для борьбы с размывом почв и оврагообразованием; они имеют различную ширину в зависимости от степени развитости и мощности овражной сети. Лесными полосами окаймляются водохранилища и искусственно создаваемые пруды.

В борьбе с опустыниванием пастбищ роль лесных полос значительно меньше, поскольку они уничтожаются скотом. Лишь в тех случаях, когда пастбищные земли настолько нарушены, что дальнейшая их эксплуатация невозможна, создание полос, особенно вокруг массивов разбитых почв, весьма эффективно. Они выполняют роль „живого заслона", предохраняющего почвы от дальнейшего развевания. На уже оголенных песках более эффективны механические и травяные защиты. Первые направлены на создание лучших условий для ускорения развития травянистых, а иногда и кустарниковых растений.

Однако наиболее эффективным, профилактическим и закрепляющим песчаные разбитые почвы способом является строгое регулирование нагрузки скота на единицу площади. Норма такой нагрузки определяется состоянием растительного покрова и физическими свойствами почв: на легких и более рыхлых — нагрузка минимальная; повышается она на почвах суглинистого и глинистого механического состава. В прошлом, 30—50 лет назад, немногочисленное население вело кочевой образ жизни, юрта служила жильем и зимой, и летом. Здесь почти не было дорог. В дождливый и зимний периоды связи с городскими центрами прекращались.

Сейчас территория превращена в обжитой район, производящий не только животноводческую, но и земледельческую продукцию. Успешно развиваются и различные отрасли промышленности. Возрождена национальная культура. Гигантские успехи сделало народное образование, ярким примером чему может служить Калмыцкий университет, успешно готовящий кадры различных специалистов. Все самые отдаленные населенные пункты Черных земель связаны теперь надежными автострадами, в республике создана разветвленная сеть местных авиалиний, а столица связана со всей страной железнодорожным и воздушным сообщением. В прошлом требовались недели, чтобы добраться из Москвы до глубинных районов Калмыкии, а теперь на это затрачивается несколько часов. Так в системе планового хозяйства комплексно осуществляется борьба с процессами опустынивания.

Б. ОСВОЕНИЕ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

В. А. Духовный (СССР)

Природные условия Голодной степи, расположенной главным образом в Северо-Восточном Узбекистане, типичны для долин аридной зоны Средней Азии. Занимает она как бы неправильный треугольник, ограниченный с севера и северо-востока Сырдарьей, с юга — Туркестанским хребтом и горами Нуртау, с запада — Арнасайским понижением и соленым озером Тузкане, на северо-западе она примыкает к пустыне Кызылкум. Общая площадь пригодных к сельскохозяйственному использованию земель в Голодной степи составляет 600 тыс. га.

Климат здесь резко континентальный. Средняя годовая температура 12,5°С, средняя температура июля 27—30°С, января —2°, —7°С. Максимальная зарегистрированная температура 48°С (в тени), минимальная —36°С. Вегетация хлопчатника, винограда, фруктовых деревьев продолжается 210—220 дней. Сумма температур вегетационного периода (выше 10°С) превышает 4500°С, число ясных дней — 150.

Значительное влияние на климат района оказывают ветры. Наиболее сильные из них, так называемые „урсатьевские фёны", достигают скорости 40 м/с, их продолжительность 3—4 суток, а повторяемость — 52 дня в году. Эти ветры в основном дуют зимой, летом преобладают западные ветры, отличающиеся меньшей силой. Вследствие их действия южная часть Голодной степи имеет высокую испаряемость — 1,5 тыс. мм в год; влажность воздуха в июле — августе колеблется от 20% на сухих пространствах до 30% на увлажненных поливом. Годовое количество осадков 250—300 мм, в области подгорной равнины — до 360 мм.

Голодная степь — обширная равнина, наклоненная от предгорий Туркестанского хребта на юге к р. Сырдарье на севере и незначительно — к западу в направлении Арнасайского понижения. Южная часть Голодной степи расположена на предгорной равнине Туркестанского хребта с абсолютными отметками 500—310 м над уровнем моря. Подгорная равнина образовалась в результате слияния конусов выноса рек, стекающих с Туркестанского хребта. Она, постепенно выполаживаясь, переходит в плоскую равнину, занимающую большую часть Голодной степи с отметками 310—260 м над уровнем моря. Вблизи Сырдарьи равнина сливается с третьей надпойменной террасой, круто обрывающейся к реке. На территории равнины расположены древнерусловые понижения: Шурузякское, Сардобинское, Джетысайское.

Коренные породы в Голодной степи залегают на глубине около 250 м и представлены меловыми и третичными отложениями, прикрытыми сверху более молодыми пролювиальными эоловыми и аллювиальными отложениями.

В гидрогеологическом отношении территория находится под влиянием подземного и поверхностного стоков Туркестанского хребта, дренируемого Сырдарьей. Различаются четыре зоны по характеру взаимодействия с напорными водами: зона погружения грунтовых вод, расположенная в верхней части конусов выноса; зона разгрузки напорных вод — на периферии этих конусов и в районах выклинивания; зона транзита потока, практически бессточная с глубоким уровнем грунтовых вод; зона слабого естественного оттока, дренируемая рекой. Минерализация грунтовых вод повышается от первой зоны (3—5 г/л) к третьей (30—50 г/л) и затем снижается в четвертой (10—15 г/л). Характер минерализации меняется от сульфатно-хлоридно-натриевого к хлоридно-сульфатно-натриевому. Грунтовые воды во всех зонах, но особенно во второй и третьей, находятся под влиянием орошения.

Соответственно гидрогеологическим зонам происходит и смена почвенных типов. В первой зоне развиты незасоленные сероземы, местами щебнистые бурые почвы; далее луговые и лугово-сероземные и засоленные солончаковые с высоким содержанием гипса. Зона третья представлена светлыми серо-

земами, незасоленными или слабозасоленными с глубинным засолением и высоким содержанием гипса. Почвы четвертой зоны наиболее плодородные: это сероземы и сероземно-луговые незасоленные с поверхности.

С 1956 г. начались работы по еще более широкому освоению Голодной степи, по развитию орошения в так называемой ее новой зоне на площади в 350 тыс. га. Уже на первом этапе нового строительства была создана единая строительно-освоенческая организация — Главголодностепстрой, на которую возлагалась координация работ, осуществление строительства и освоение вновь орошаемых земель. В процессе работ по орошению новой зоны Голодной степи новые организационные принципы постоянно совершенствовались и развивались.

В первый период (1956—1961 гг.) наряду со строительством основных ирригационных и дренажных магистралей (Южно-Голодно-степский канал, Центральная ветка, Центральный голодно-степский коллектор и др.) выполнялся значительный объем работ по прокладке инженерных коммуникаций: железных и автомобильных дорог, линий электропередач, связи, водопроводов и т. д. В этот же период создана мощная промышленная база строительных материалов, позволившая обеспечить строительство необходимыми ресурсами.

Такой подход к организации строительства был достаточно смелым и новым. В противовес существовавшим обычаям к орошению земель приступали не сразу, а сначала затрачивали часть выделенных капитальных вложений на создание индустриальной базы, затем ускоренными темпами вели жилищно-коммунальное строительство и работы по освоению земель. Создание в составе строительно-освоенческой организации базы стройиндустрии позволило повысить заводскую готовность изделий.

С 1961 г. развернулась в широких масштабах ирригационно-мелиоративная подготовка земель, строительство совхозов и организация сельскохозяйственного производства на осваиваемых землях. Развитие орошения велось постепенно с освоением в среднем по 16—17 тыс. га в год, что позволило за 20 лет завершить освоение массива в целом. По мере строительства оросительной сети с высоким КПД (0,78—0,82), планировки земель и создания надежного дренажного фона организовывались новые хозяйства (совхозы) с площадью орошения каждого в 6—8 тыс. га. Параллельно с мелиоративными объектами в совхозах возводились жилые и производственные постройки, коммунальные и другие объекты. К 1981 г. успешно функционировало уже 57 хозяйств, в основном, хлопководческого направления. Этими хозяйствами в 1980 г. было произведено 520 тыс. т хлопка-сырца, 220 тыс. т арбузов и дынь, 15 тыс. т фруктов и винограда, много молока, мяса и других продуктов. Объем годовой валовой продукции к 1982 г. достиг 432 млн. руб.

Каждый совхоз создавался за год до начала посевов. Дирекция нового хозяйства в это время осуществляла приемку строящихся объектов, проверку и испытание их по качеству, набирала и подготавливала рабочую силу и специалистов, оснащала техникой и механизмами. В первый год обычно засевалось 45—50% земель, во второй 75—80% и в третий — осваивались полностью все земельные угодья. За 4 года, в основном, завершалось все строительство совхоза. В хозяйствах со второго года наряду с хлопководством и некоторыми другими отраслями земледелия создавалось молочное животноводство, а с третьего года — шелководство и другие отрасли.

В основном местное животноводство развивалось в специализированных откормочных комплексах и хозяйствах. Там организовывалось и по одному садовиноградарскому хозяйству. В каждом административном районе площадью 35—50 тыс. га создавались базы для ремонта и технического обслуживания сельскохозяйственной техники, материального снабжения, включая снабжение удобрениями, действующие на договорных началах с хозяйствами. Сейчас общий объем этих вспомогательных отраслей составляет 10% объема сельскохозяйственного производства — 48 млн. руб. в год. Для переработки продукции были построены хлопкозаводы, заготовительные пункты, молочные заводы, холодильники и т. д. Мощности хлопкозаводов составляют сейчас по 66 тыс. т каждый, а заготовительных пунктов — по 8—11 тыс. т. Эти мощности наращивались постепенно по мере ввода земель и увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Один хлопкозавод обычно обслуживает 6—7 совхозов, а один заготовительный пункт 1—2 совхоза. Молочные заводы, холодильники, консервные заводы создавались по одному на район. Управление эксплуатацией водохозяйственных объектов (оросительных сетей, насосных станций, коллекторов и дренажа) осуществляется специальными централизованными службами, на которые возлагается подача оросительной воды, содержание и ремонт объектов, поддержание необходимых режимов и уровней грунтовых вод.

Эксплуатации дренажной сети в Голодной степи уделяется первостепенное значение. Недостаточность естественного оттока вод на большей части этой территории, склонность земель к засолению, а местами и первичная засоленность почв требовали создания интенсивного дренажа. Был построен вертикальный дренаж на площади 36 тыс. га (386 скважин глубиной 30—54 м), а на остальной площади закрытый горизонтальный дренаж с глубиной 3—3,5 м, частотой в 47 п. м/га дрен и 12 п. м коллекторов. Для поддержания этой сети в исправном состоянии ежегодно проводится профилактическая промывка 850—900 км закрытых дрен и ремонт 45—50 скважин. Для наблюдения за мелиоративным состоянием земель существует сеть наблюдательных скважин (по 1 на 20—25 га). По ним трижды в месяц контролируется глубина и минерализация грунтовых вод. Кроме того, на 180 створах систематически измеряются величины оттока дренажных и сбросных вод и их минерализация.

Для обеспечения хозяйств энергией и связью, транспортными артериями в составе комплекса строились районные электрические подстанции мощностью 10—20 тыс. кВт., совхозные подстанции мощностью 2,5—6 тыс. кВт и соответствующие линии электропередач напряжением 110, 35, 10 кВ, а также линии связи и межхозяйственные дороги с асфальтовым покрытием. Перевозки осуществлялись как внутрихозяйственным транспортом, так и автобазами общего пользования, обычно в каждом районе.

Огромные объемы формируемого ирригационного комплекса требовали больших затрат труда, а стало быть значительного привлечения трудоспособного

населения. Ежегодно численность работающих в составе комплекса в Голодной степи увеличивалась на 5—7 тыс. человек, что при коэффициенте семейности 3,1 вызывало необходимость строительства и ввода в эксплуатацию селитебных комплексов в совхозах, районных центрах, поселках строителей на 15—20 тыс. человек. В сумме это составляет 130—200 тыс. м ^{2} благоустроенного жилья со всеми соответствующими коммуникациями, школами, детсадами, магазинами, столовыми, банями и другими коммунально-бытовыми и культурными объектами.

Завершающееся по истечении 25 лет освоение земель Голодной степи подтвердило высокую эффективность комплексного метода освоения земель. Несмотря на тяжелые условия, получена высокая экономическая, экологическая и социальная эффективность орошения.

Социальная эффективность орошения Голодной степи проявилась в поглощении значительной части прироста трудоспособного сельского населения в Узбекской части бассейна реки Сырдарьи. За период 1956—1975 гг. он составил немногим более 600 тыс. человек, одну треть его (210 тыс.) поглотила новая зона орошения Голодной степи.

Благодаря интенсивному строительству в прежде безлюдной пустыне, здесь возникла большая потребность в рабочей силе. Создание льгот целинникам, большая массовая работа по привлечению контингента комсомольцев — все это способствовало притоку людей в Голодную степь. В последующем появилась возможность получить комфортабельное жилье с водопроводом, газом и электричеством и помещениями для содержания личного скота. Другим фактором привлечения населения в Голодную степь явился высокий уровень механизации сельского хозяйства и индустриализации строительства и промышленности. До сего времени показатели производительности труда в освоении земель, так же как и показатель производства хлопка на 1 человека в Голодной степи остаются самыми высокими в стране. Отсюда и повышенный уровень средней заработной платы как в строительстве и промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Социальное значение орошения Голодной степи огромно не только для созданных новых административных областей — Джизакской и Сырдарьинской, но и для прилегающих густонаселенных районов Ферганской и Зеравшанской долин. Благодаря усиленному притоку рабочей силы в 1965—1980 гг. удалось перераспределить сельское трудоспособное население.

Еще выше экологический эффект орошения земель Голодной степи. Многолетние наблюдения по изменению природных условий Голодной степи под влиянием орошения показывают, что за годы освоения относительная влажность воздуха повысилась с 22—25% до 45—50%, температура снизилась в среднем в вегетационный период на 3—4°С.

Благодаря осуществленным мелиоративным мероприятиям и высокому уровню ирригационных систем здесь достигнуто повышение бонитета земель: до освоения лишь 42% земель имело бонитет 0,8 и выше, а значительная часть территории (приблизительно 24%) имела бонитет 0,5—0,6. В настоящее время около 90% земель имеет бонитет свыше 0,8, что создает потенциал долговременного плодородия земель.

В. КАРАКУМСКИЙ КАНАЛ

М. К. Граве, Л. М. Граве (СССР)

Освоению пустынь Средней Азии и, прежде всего, развитию орошения в среднеазиатских республиках Советское государство уделяет большое внимание с первых лет своего существования.

После окончания Второй мировой войны в государственных планах экономического и социального развития СССР освоению пустынь принадлежит особое место. Орошаемые и перспективные для орошения земли пустынь Средней Азии расположены на древних и современных субаэральных, то есть наземных, дельтах и подгорных пролювиальных равнинах. Поэтому развернувшееся за последние десятилетия гидротехническое строительство, в частности сооружение крупных оросительных каналов, было направлено на регулирование и перераспределение стока главных среднеазиатских рек (Амударьи и Сырдарьи) с целью обеспечения водой именно этих территорий, страдающих от ее резкого недостатка. Такую задачу выполняет и Каракумский канал им. В. И. Ленина — один из первенцев послевоенного ирригационного освоения пустынь в нашей стране [Граве М., Граве Л., 1981].

Идея о переброске амударьинской воды через пустыню Каракумы в маловодные южные районы Закаспийской области возникла у передовых русских инженеров еще в дореволюционное время. Толчком для нее послужило открытие акад. В. А. Обручевым в 80-х гг. прошлого столетия древнего речного русла — Келифского Узбоя — пересекающего с востока на запад междуречье Амударьи и Мургаба. Предложение инженеров использовать цепь руслообразных котловин Келифского Узбоя в Юго-Восточных Каракумах для подачи воды в Мургабский оазис и далее на запад привлекло внимание предпринимателей. Были проведены рекогносцировочные экспедиционные исследования и разработано несколько вариантов проекта канала. Однако эти оригинальные разработки тогда были неосуществимы.

Лишь в советское время были начаты планомерные изыскательские работы по трассе будущего Каракумского канала.

Сооружение канала, уже близкое к завершению, ведется поэтапно. Каждый этап строительства предусматривает последовательное освоение все новых земельных массивов и подготовку очередных площадей для орошения на следующем этапе. По мере увеличения длины канала одновременно на всем протяжении углубляется и расширяется его ложе, что обеспечивает планомерное возрастание пропускной способности водной магистрали.

В 1959 г. вступила в строй первая очередь канала — от Амударьи до Мургаба — длиной 397 км, из которых около 300 км проходит по песчаной пустыне. На этом отрезке проектировщикам и строителям пришлось решить ряд кардинальных вопросов. Главным был вопрос о фильтрационных потерях. Впервые в мировой практике была разработана методика и осуществлен прогноз потерь воды из канала. Было доказано, что несмотря на большие масштабы первоначальных потерь, они вскоре начнут уменьшаться благодаря кольматации ложа и насыщению водой пород под каналом. Уже через год эти потери снизились почти в 6 раз, продолжая уменьшаться в дальнейшем, обеспечивая устойчивое

повышение КПД системы. Расчетные и экспериментальные данные показали возможность строительства канала без гидроизоляции. Правильность такого вывода подтвердилась в процессе эксплуатации канала.

Оригинальной была и методика прокладки канала в песках. Вместо обычного „сухого" способа строительства впервые применен метод „ведения воды за собой". Суть его — в разработке наземными средствами лишь узкой пионерной траншеи. Затем в нее пускается вода, используя которую плавучие землесосы расширяют ложе канала до проектного сечения. Первая очередь канала привела воду в Мургабский оазис в крайне засушливом 1959 г., что предотвратило тогда массовую гибель посевов хлопчатника.

Вторая очередь строительства продолжила канал на 138 км — от р. Мургаб до р. Теджен. Одновременно было сооружено крупнейшее на трассе Хаузханское водохранилище, накапливающее осенне-зимний сток канала, работающего круглогодично. Строительство его было начато в апреле 1960 г., и всего через семь месяцев амударьинская вода дошла до Тедженского оазиса.

В 1961 г. началось строительство третьей очереди канала — от Теджена до Ашхабада. Уже в мае 1962 г. столица Туркменской республики получила воду, подведенную по пионерному каналу длиной 258 км. К 1975 г. была завершена прокладка полного профиля третьей очереди канала и его продолжения (44 км) от Ашхабада до Геок-Тепе с регулирующим Копетдагским водохранилищем в конце.

В начале 70-х годов было начато строительство четвертой очереди канала в „пионерном" варианте. Сейчас канал полного профиля, длиной около 260 км, от Геок-Тепе достиг северо-западной оконечности Копетдага у г. Казанджика. Таким образом, водой стала снабжаться вся подгорная равнина, лежащая между горами и южной кромкой песков Каракумской пустыни. Следующим этапом развития канала, к которому уже приступили, является его продление на юго-запад к р. Атрек и строительство водовода в трубах на северо-запад через Небит-Даг до Красноводска.

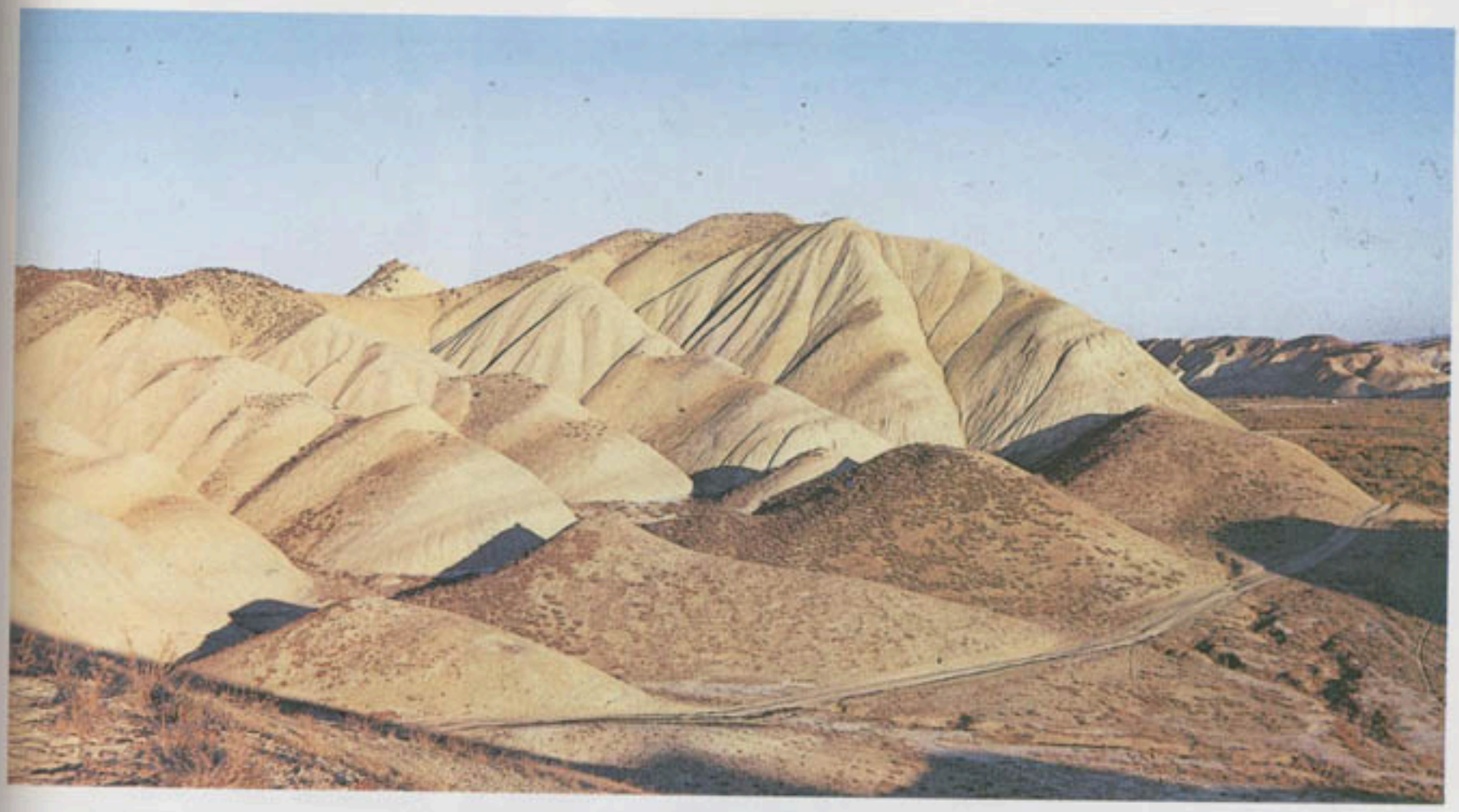
В настоящее время Каракумский канал, забирая воду из Амударьи выше г. Керки, обеспечивает устойчивое орошение центральной части субаэральных дельт Мургаба и Теджена, северной подгорной равнины Копетдага, а вскоре подаст воду на Западнотуркменскую низменность, где тогда можно будет выращивать лучшие сорта хлопчатника и ценные субтропические культуры. Одновременно пресная вода будет подана в города и на нефтепромыслы западного Туркменистана.

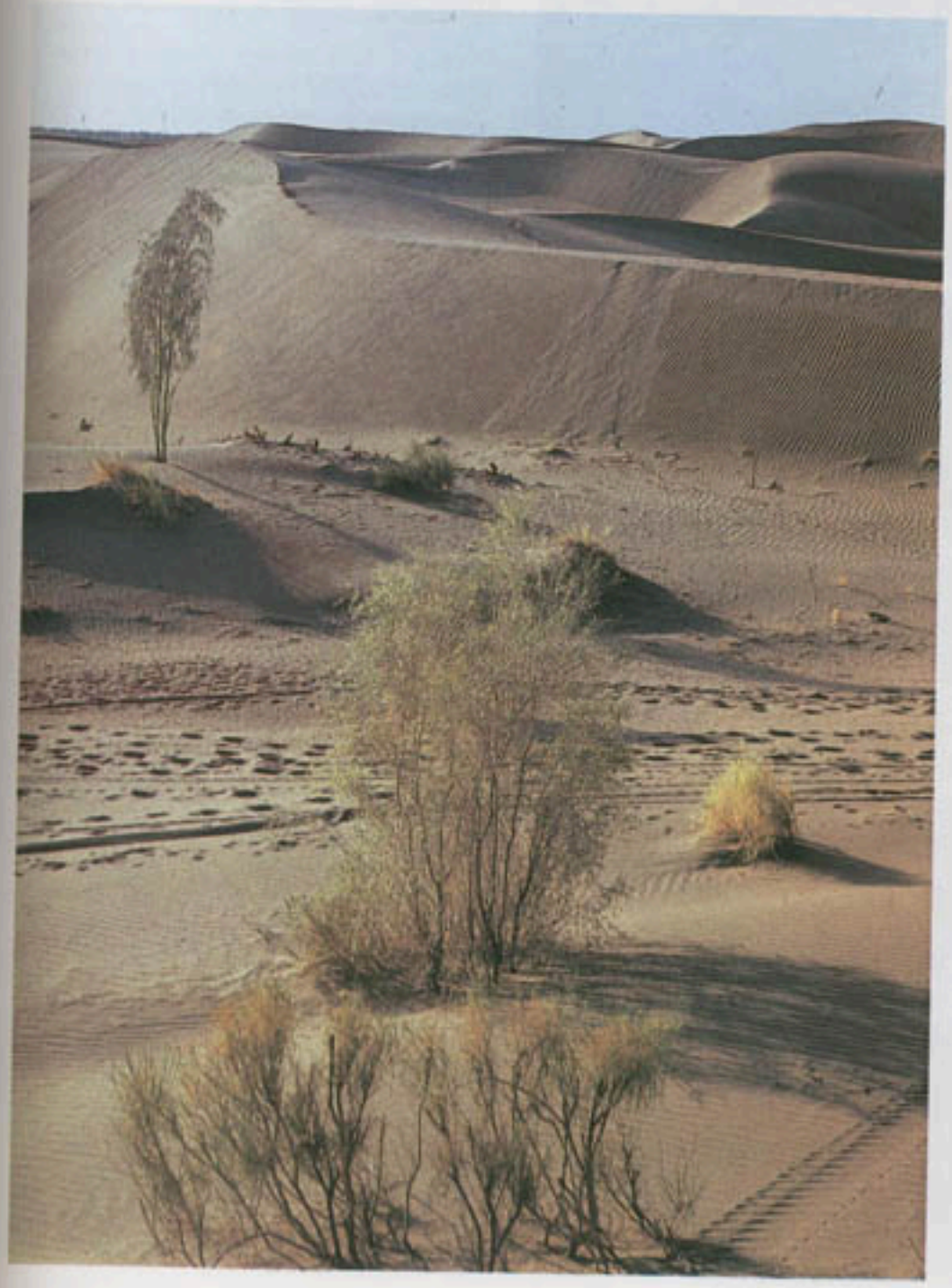
По своим параметрам канал является одним из крупнейших, если не самым крупным среди подобных сооружений в пустынях мира. Его длина достигает 1100 км, причем первые 450 км судоходны. Максимальный головной водозабор превышает 500 м^3/с, а орошаемая площадь — 550 тыс. га. Ежегодно канал перебрасывает из Амударьи на запад 10—11 км^3 воды, обводняет 3,5 млн. га пустынных пастбищ. Продукция с земель, освоенных в зоне канала, не только покрыла затраты на строительство, но и дала более 4 млрд. руб. прибыли. По окончании строительства, в 80-х гг. длина канала составит 1400 км, он будет орошать до 1 млн. га земель и обводнять свыше 7 млн. га пастбищ. Головной водозабор достигнет 800 м^3/с, а годовой сток — 18,2 км^3. Канал будет судоходен от головного сооружения до Ашхабада (около 800 км). Ежегодная стоимость продукции сельского хозяйства в зоне канала составит 2010 млн. руб., а общий доход хозяйств и государства достигнет 1,7 млрд. руб., что более чем в 1,5 раза превышает стоимость строительства канала, включая и его четвертую очередь [Сапаров, 1978].

Хотя в СССР процессы опустынивания как правило имеют локальный характер, что определяется в первую очередь социально-экономическими условиями, на территории южного Туркменистана до строительства канала они приобретали значительные масштабы. Особенности их проявления различались от места к месту в зависимости от литолого-геоморфологических, гидрогеологических и других условий, а также от характера хозяйственного использования территории. В этом отношении южный Туркменистан отчетливо делился на три района: междуречье Амударьи и Мургаба (Юго-Восточные Каракумы), дельты Мургаба и Теджена, северная подгорная равнина Копетдага.

Юго-Восточные Каракумы до проведения Каракумского канала были полностью лишены поверхностных водооттоков. Эта, преимущественно песчаная, местами глинистая, а вдоль Келифского Узбоя солончаковая пустыня, издавна использовалась для выпаса скота (каракульских овец). Скотоводство базировалось на пустынной растительности псаммофитов, для водопоя служили колодцы с солоноватой, реже пресной водой. Грунтовые воды залегают на глубине в среднем 15—20 м, их минерализация местами достигает 20—30 г/л. Опустынивание на этой территории было связано прежде всего с интенсификацией эоловых процессов в результате вытаптывания и стравливания скотом растительности, скрепляющей поверхность песков. Особенно это заметно вдоль троп, многократно использующихся при перегоне скота и вокруг колодезных площадок. Последние, как правило, обрамлены кольцом подвижных барханных песков, образующих локальные или „точечные" очаги опустынивания, хорошо заметные на аэрофотоснимках первых послевоенных десятилетий [Виноградов, 1976]. Широкая полоса барханных эоловых форм прослеживалась в это время и вдоль левобережья Амударьи по границе расположенного в долине оазиса и песков Юго-Восточных Каракумов. Их возникновение объясняется не только аэродинамическими условиями придолинной полосы, но и антропогенным воздействием — вырубкой древесно-кустарниковой растительности песчаной пустыни жителями оазиса на топливо. Ширина Приамударьинской барханной полосы в 1947 г. достигала 4—8 км.

Иной характер опустынивание имело в дельтах рр. Мургаб и Теджен. Центральная часть этих дельт уже несколько тысячелетий используется для орошаемого земледелия [Массон, 1959]. Существующие здесь оазисы постоянно страдали от маловодья из-за неустойчивого стока этих рек, являвшихся единственным источником пресной воды для полива. Так, при среднем многолетнем расходе воды Мургаба, у Тахта-Базара в 49,8 м^3/с, в отдельные годы он падал до 20—24 м^3/с. Поэтому даже годы с относительно высокой водностью нередко сопровождались резким дефицитом стока в период вегетационных поливов и промывки почв. В результате





Причудливые формы принимают порой ландшафты аридных территорий (пустынные предгорья Копетдага)

Характерный ландшафт Репетекского биосферного песчано-пустынного заповедника



Каракумский „лес". Саксаул (Haloxylon) — один из основных растений-пескоукрепителей



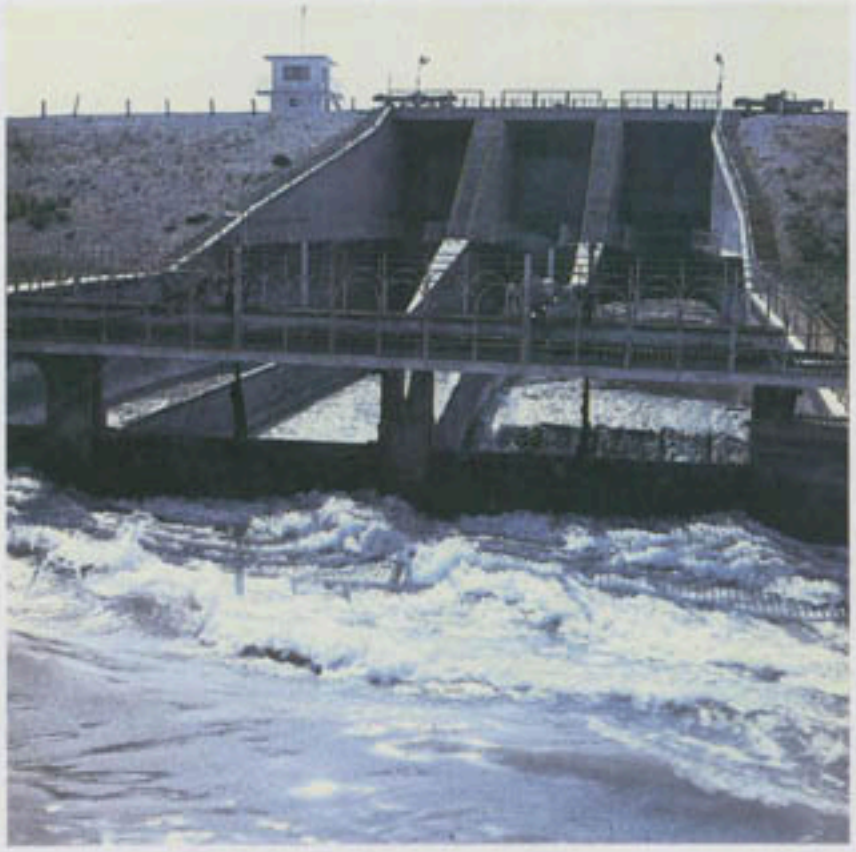
Комплексный метод закрепления подвижных песков, сочетающий агролесомелиорацию с использованием вяжущих веществ



Практические занятия по устройству клеточных защит для слушателей международных курсов СССР ЮНЕП по борьбе с опустыниванием



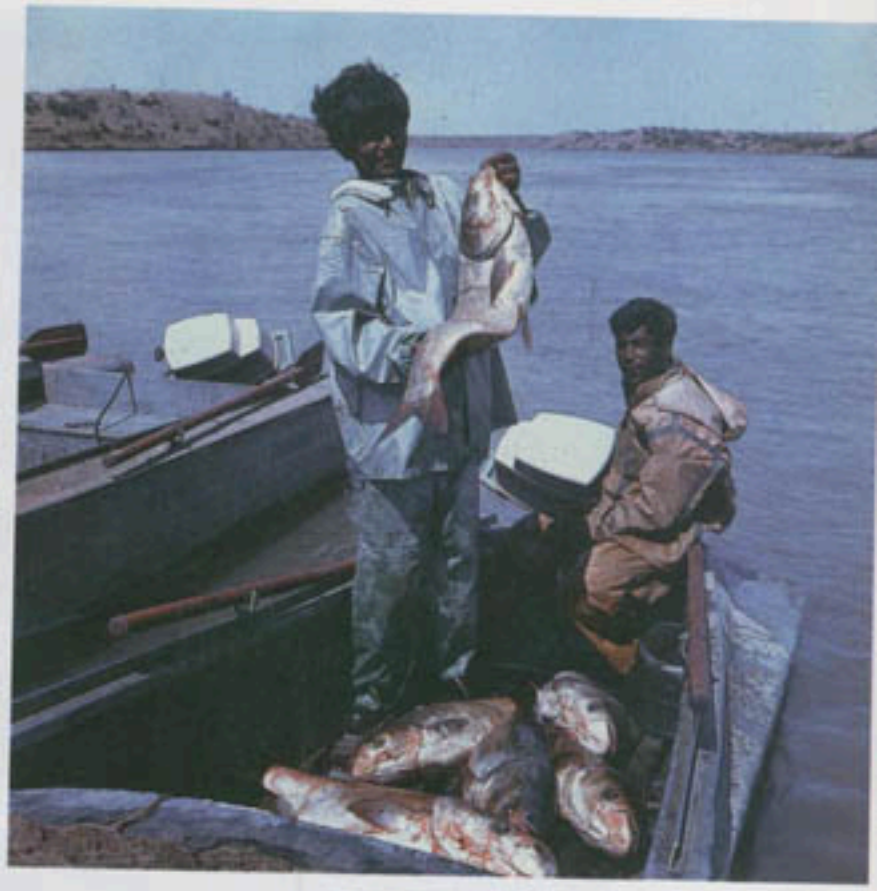
Антропогенный ландшафт пустыни



Гидротехническое сооружение на Каракумском канале

Рукотворной рекой называют Каракумский канал, пробуждающий жизнь в пустыне





Рыбоводство в пустыне — новый вид хозяйственной деятельности









Капельное орошение — самый экономичный и эффективный способ орошения в условиях аридных районов

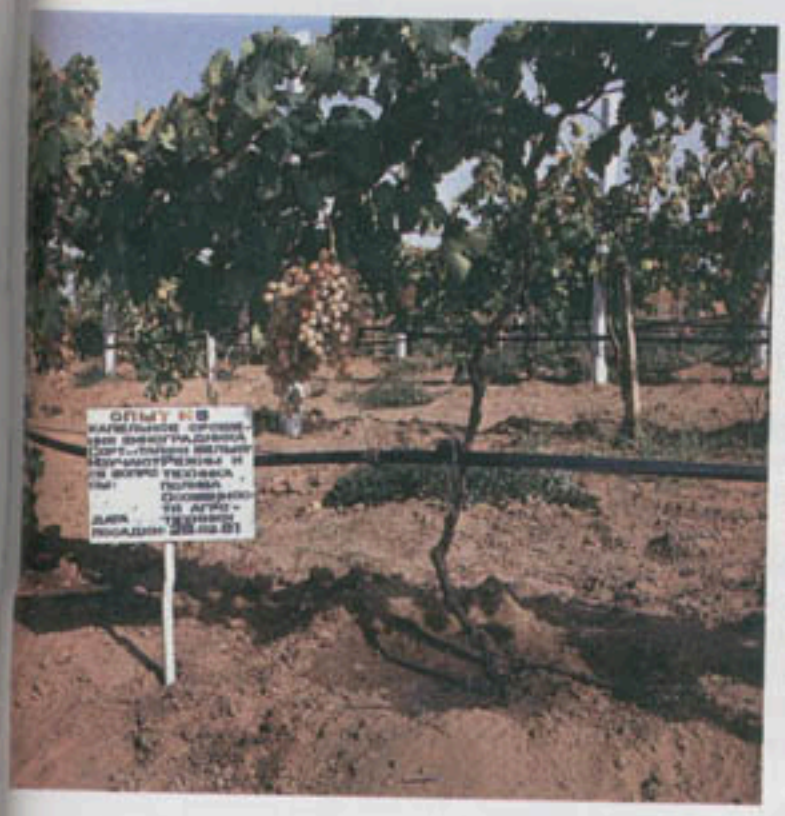
Центральные Каракумы. Заготовка страховых запасов кормов в одном из животноводческих хозяйств

Животноводческий комплекс
Каракум

Подготовка земель к сельскохозяйственному освоению в зоне Каракумского канала



Бороздковый полив хлопчатника











Газово-компрессорная станция в Средней Азии. Добывающая промышленность — перспективная отрасль хозяйства аридных районов

г. Небит-Даг — „столица" Туркменских нефтяников

орошаемая площадь в дельте Мургаба колебалась от 70 до 100 тыс. га, иногда без орошения оставались все кормовые, овоще-бахчевые и садовые культуры, погибала часть посевов хлопчатника. Сельское хозяйство несло большие убытки в результате засухи и снижения урожайности. По данным Б. Сапарова (1978), потери за год порой превышали 50 млн. руб. Для сравнения отметим, что стоимость строительства первой очереди Каракумского канала, по тем же данным, выражается в сумме 88,7 млн. руб. В дельте Теджена положение было еще более сложным. Дело в том, что эта река на территории СССР в летние месяцы обычно вообще пересыхает; в период май — август, когда наиболее велика потребность в воде на орошение, проходит всего 38% годового стока при среднем годовом расходе у Пуль-Хатума равном 30,7 м ^{3}/с [Кирста, 1976]. Понятно, что засухи в Тедженском оазисе имели еще более пагубные последствия, а орошаемая площадь колебалась в пределах всего 23—30 тыс. га.

Периодическое снижение водообеспеченности оазисов, а также использование пустынной растительности на песках, обрамляющих периферию дельт для топлива, приводило к оживлению эоловых процессов и наступанию барханов на культурные земли. Кроме того, поскольку при орошении этих оазисов в течение тысячелетий не применялся дренаж, вследствие вторичного засоления почв из сельскохозяйственного оборота выпадали значительные площади. Достаточно сказать, что вместе с оросительными водами р. Мургаб в оазис ежегодно поступало и накапливалось в нем 900—1300 тыс. т. солей, из них 660—980 тыс. т токсичных для растений [Реджепбаев, Овсяников, 1976].

В прикопетдагской зоне до проведения Каракумского канала источником воды являлись выходящие из гор небольшие речки дождевого питания, с неустойчивым стоком, малодебитные родники, а также кяризы (фоггара, канат) и скважины. Суммарный среднегодовой расход всех этих источников едва достигает 10—11 м ^{3}/с, т. е. втрое меньше, чем Теджена. В результате водообеспеченность сельского хозяйства здесь составляла в среднем не более 35%, хлопок в этих районах почти не сеялся, подгорная равнина использовалась, в основном, для выпаса скота; небольшие бахчи, виноградники, а также населенные пункты, существовали буквально на голодном водном пайке. Наряду с общим дефицитом воды отрицательную роль играли нерегулируемые селевые паводки, сметающие все на своем пути. В результате обильных, но кратковременных ливневых осадков в условиях слабопроницаемых пород, развитых на водосборах, по долинам и логам одновременно спускались огромные объемы воды (сотни кубометров в секунду), несущей такое количество обломочного материала, что водная масса превращалась в грязевый или грязекаменный поток. Эти потоки широко разливались по подгорной равнине, размывая поверхность. В результате равнина приобрела дробно расчлененный руслами труднопроходимый рельеф, по типу приближающийся к „дурным землям". Одновременно периферия подгорной равнины на стыке с песками Каракумов подтапливалась, возникали эфемерные мелководные озера и лужи, которые, высыхая, оставляли на поверхности засоленную корку.

После строительства Каракумского канала многие из отмеченных проявлений опустынивания почти исчезли. Влияние канала на окружающую пустыню сказалось различно на разных его отрезках в зависимости от многих причин как природного, так и хозяйственного порядка.

В междуречье Амударьи и Мургаба канал проходит в легкофильтрующих, преимущественно песчаных и песчано-глинистых отложениях. В результате фильтрации и сброса воды из канала, в том числе при работе земснарядов, уровень грунтовых вод поднялся на 10—15 м, местами до 20 м. Вдоль канала в понижениях эолового рельефа возникло множество постоянных фильтрационных и временных сбросных озер. Гидрогеологическое и гидрологическое влияние канала охватило территорию площадью более 2 тыс. км ^{2}. Наибольшая ее ширина на востоке — севернее Келифского Узбоя, превратившегося в цепочку проточных озер, соединенных каналом. В средней части междуречья зона влияния канала сужается до 1—2 км, а западнее снова расширяется до 10—12 км и продолжает увеличиваться, поскольку фильтрационные потери здесь еще не стабилизировались. Подземное и поверхностное обводнение привело к коренной перестройке природных комплексов пустыни. Здесь возникли совершенно новые для Каракумов гидроморфные комплексы, ранее известные лишь в обеспеченных водой долинах и дельтах крупных транзитных рек Средней Азии — аналогии тугайных и сазовых ландшафтов. В прилегающей к каналу полосе первичная ксерофитная растительность пустыни полностью сменилась или существенно обогатилась влаголюбивыми видами. По берегам канала и озер появились заросли тростника, дальше от берега развились такие фреатофиты, как тамариск, местами поднялись тополя, ивы и другие оазисные деревья. Общий годовой прирост надземной фитомассы в новых растительных ассоциациях, занимающих на междуречье около 530 км ^{2}, составляет в среднем около 3100 тыс. т, что в 15 раз больше прироста пустынной растительности на той же площади [Граве М., Граве Л., 1981].

Одновременно произошло увлажнение, местами заболачивание песчаных пустынных почв. В зоне канала появилось большое количество уток, гусей, чаек, бакланов, у водоемов останавливаются перелетные птицы, в зарослях тростников поселились кабаны. В канал и озера проникло из Амударьи много рыбы, а для борьбы с зарастанием канала в нем были разведены дальневосточные породы рыб-фитофагов.

В результате этих изменений процессы опустынивания резко сократились. Поскольку отгонное животноводство получило мощный источник водоснабжения в виде канала и фильтрационных озер, прекратилось использование колодцев вблизи водной магистрали. Соответственно значительно уменьшилось число очагов точечного опустынивания. Кроме того, появилась возможность создания страховых запасов корма за счет новой влаголюбивой растительности и путем создания ферм с посевами кормовых трав (люцерны) на обводненных участках. Среди песков возникли небольшие очаги овощеводства, бахчи и даже хлопковые плантации.

В пределах Мургабского и Тедженского оазисов водоподача стала устойчивой, регулируемой, не зависящей от колебаний стока Мургаба и Теджена. Надо сказать, что воды Каракумского канала значительно менее минерализованы, чем в Мургабе. Поэтому, несмотря на то, что в разные по водности

годы от 59 до 71% всей поступающей в Мургабский оазис воды доставляется каналом. Количество солей, приносимых им, меньше, чем приносимых Мургабом и составляет 700—1000 тыс. т, в том числе 400—600 тыс. т токсичных [Реджепбаев, Овсяников, 1976]. После проведения канала в оазисах началось интенсивное строительство дренажных систем. Благодаря этому к началу 70-х гг. на орошаемых массивах дельты Мургаба установился отрицательный баланс солей. Так, в 1970 г. по тем же данным за пределы оазиса было удалено 2968 тыс. т солей, что составило 120% от их ежегодного поступления. Следует однако учесть, что в почвах имеются еще огромные запасы солей, накопившихся за период бездренажного орошения и опустынивания, которые должны быть удалены при помощи промывок и дренажа.

Обеспеченность водой позволила начать наступление на приоазисные пески. Создались более благоприятные условия для их закрепления растительностью. Отдельные участки песков теперь выравниваются и используются как дополнительные площади под огородные и плодовые культуры, а местами и для посевов хлопчатника.

Развитие ирригации и увеличение объема сельскохозяйственной продукции стимулировало рост легкой и обрабатывающей промышленности. Одновременно, используя воду канала и природный газ, стала действовать крупнейшая в Средней Азии Марыйская ГРЭС мощность 1,2 млн. кВт, снабдившая промышленность, ирригационные системы и населенные пункты дешевой электроэнергией. Проблема топлива была решена в результате разработки Шатлыкского газового месторождения. Только в 1979 г. оно дало 37 млрд. м ^{3} горючего газа. Два десятка лет назад такое количество газа добывалось во всем Союзе. Теперь баллоны со сжиженным газом доставляются в любой пункт республики, включая отдаленные фермы в пустыне Каракумы.

Приход амударьинской воды на подгорную равнину Копетдага создал необходимые предпосылки для гарантированного орошения наиболее плодородных земель. Их освоено сейчас более 100 тыс. га (против 20 тыс. га, орошавшихся на местном стоке). Природные комплексы здесь еще не претерпели столь существенных изменений, как в песчаной пустыне, за исключением площадей, вошедших в сферу орошения. В пределах последних существовавший ранее разреженный покров ксерофитов и эфемеров сменился обильной культурной растительностью, свидетельствующей о планомерном наступлении на пустыню. Разнообразная добывающая и обрабатывающая промышленность, города и поселки подгорной зоны были обеспечены водой, возникли невиданные ранее возможности рекреации на пресных водоемах. Ввод в строй 300-километрового водопровода Ашхабад — Ербент, питающегося из канала, ликвидировал зависимость животноводства в Центральных Каракумах от колодезного водоснабжения и подвоза пресной воды на фермы. Естественные пастбища теперь дополняются посевами кормовых трав и орошаются амударьинской водой. Проведение канала ограничило распространение селевых паводков. Селепропускные сооружения, собирая временный поверхностный сток и наносы к определенным местам у канала, перебрасывают паводковые воды по акведукам через водную магистраль к северу. Здесь они направляются в понижения рельефа песков Каракум, где и отлагаются. В дальнейшем эти участки будут осваиваться для нужд сельского хозяйства.

Таким образом, на примере зоны Каракумского канала можно видеть, насколько действенным средством борьбы с опустыниванием являются крупные ирригационные сооружения в условиях планового и комплексного освоения пустыни. Регулируемое и направляемое в интересах всего общества рациональное использование земель, комплексное развитие районов орошения, в которых разумно сочетаются сельскохозяйственные и промышленные объекты, плановое ведение хозяйства — все это способствует не только сокращению и локализации процессов опустынивания, но и более полному использованию природного потенциала пустынь.

Г. ТАДЖИКСКИЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

К. Ш. Джураев (СССР)

Южный Таджикистан до Великой Октябрьской социалистической революции представлял собой отсталую периферию Бухарского ханства. Экономика района зависела прежде всего от пастбищного животноводства, основу которого составляло разведение грубошерстных овец, и от богарного земледелия, которое было ориентировано преимущественно на возделывание потребительских зерновых и зернобобовых культур. Небольшие по площади поливные земли тоже использовались главным образом под посевы продовольственных культур и лишь несколько тысяч гектаров были заняты гузой — местным низкоурожайным сортом хлопчатника.

Уже на заре Советской власти орошение было признано делом государственной важности. В таком основополагающем документе, как план ГОЭЛРО, представленном в 1920 г. VIII Всероссийскому съезду Советов, подчеркивалось: „Орошение есть основная канва жизни всего Туркестана. Производными от орошения являются хлопководство, шелководство, виноградарство, плодоводство и культурное скотоводство, опирающееся на зимний корм в виде люцерны, получаемой на орошенных полях, в виде кормовой жировой муки, получаемой в процессе переработки хлопковых семян... Вторыми, третьими и прочими производными от орошения являются все виды как существующей, так и намечаемой в будущем промышленности, представляющие различные стадии переработки продуктов сельского хозяйства".

Было высказано также предвидение, что дальнейшее орошение земель без искусственного подъема воды или без гидротехнических сооружений, плотин и каналов невозможно.

Идеи, содержащиеся в докладе Государственной Комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО), были подтверждены всей практикой последующего социалистического строительства в Таджикистане. Южный Таджикистан занимает площадь более 53 тыс. км ^{2}, что составляет 37% территории республики. В его пределах представлено несколько гипсометрических поясов, включая высокогорный, с отметками до 6 тыс. м. Основное хозяйственное значение имеют крупнейшие межгорные долины — Гиссарская, Вахшская, Кулябская и другие.

Расположенные ниже части района обладают засушливым (150—350 мм осадков в год) и жарким в летние месяцы климатом, допускающим возделывание тонковолокнистого хлопчатника и других субтропических культур. Период с устойчивой среднесуточной температурой не ниже 10°С продолжается там до 240—250 дней в году, а сумма эффективных температур выше 10°С достигает 2400° и более. Поэтому первоочередное развитие Южного Таджикистана было направлено на превращение его в основную базу производства тонковолокнистых сортов хлопка (в Гиссарской долине и некоторых более высоких частях других долин выращиваются средневолокнистые сорта).

В истории создания крупного хлопкового хозяйства в рассматриваемом районе можно выделить два этапа ирригационного строительства. Первый — освоение земель, староорошаемых или целинных, близко и удобно расположенных по отношению к водным источникам, что позволило сравнительно быстро организовать там дешевое самотечное орошение на больших площадях. Этот процесс сочетался с заселением прежде всего слабоосвоенных равнинных местностей переселенцами с гор, а также из некоторых старообжитых долин. Второй этап характеризовался переходом к орошению более отдаленных от рек или высоко расположенных массивов, что требовало строительства более сложных гидромелиоративных объектов и много дешевой электроэнергии. Возможности для этого открылись в связи с созданием мощных энергетических узлов на главной реке района — Вахше, на бассейн которой приходится 50% гидроресурсов республики.

Суммарные потенциальные гидроэнергоресурсы Таджикской ССР оцениваются примерно в 33 млн. кВт, и по обеспеченности в расчете на 1 км ^{2} республика занимает первое место в стране. Хотя в Вахшской долине уже на протяжении многих лет функционирует каскад гидроэлектростанций суммарной мощностью около 260 тыс. кВт. решающее значение для формирования Южно-Таджикского ТПК (территориально-производственного комплекса) имеет построенная выше на Вахше Нурекская ГЭС мощностью 3 млн. кВт, первые два агрегата которой, по 300 тыс. кВт каждый, начали давать промышленный ток в конце 1972 г. Это уникальное гидротехническое сооружение с плотиной высотой более 300 м, образовало водохранилище объемом 10,5 км^3, которое обеспечивает сезонное регулирование стока реки. Гидрографическая сеть Таджикистана имеет главным образом ледниково-снеговое питание, в результате чего половодье приходится на весенне-летний период, что отвечает временным запросам поливного земледелия.

Однако из общего неосвоенного фонда пахотнопригодных земель почти 65% возможно оросить лишь машинным способом, что требует подъема воды на 100 м и выше. В этих условиях укрепление электроэнергетической базы Южного Таджикистана приобрело первостепенное значение для обеспечения дальнейшего развития орошаемого сельского хозяйства, поскольку позволило организовать внутрибассейновый переброс речного стока и подъем ирригации в горные долины и на высокие плато.

Впервые столь сложные водохозяйственные мероприятия были осуществлены в засушливом горно-долинном районе, охватывающем лежащие к северу от излучины р. Вахш Явонскую и Обикиикскую долины с их горным обрамлением. Здесь, прежде всего благодаря Нурекской ГЭС, орошается уже более 50 тыс. га ранее экстенсивно использовавшихся земель, причем к настоящему времени стали отчетливо обособляться три природно-хозяйственных зоны: долины, предгорья-адыры и горы.

Специализированное поливное полеводство отчетливо тяготеет к равнинным землям долин и имеет явно выраженную профилирующую отрасль — хлопководство. Под хлопчатник не только отведены наибольшие площади — культура размещается на лучших по качеству поливных массивах и в первую очередь обеспечивается оросительной водой и требуемой рабочей силой.

Искусственное орошение в сочетании с мягким субтропическим климатом открывает возможности для развития в описываемом районе многих ранее отсутствовавших и малораспространенных отраслей сельского хозяйства. Появилась настоятельная необходимость оценить в конкретных условиях района их достоинства и требования к земельным угодьям, найти экономически оправданные сочетания разных отраслей в одном хозяйстве и т. п. Вместе с тем возникла нужда в определении места традиционных отраслей, доминирующих в исторически сложившейся на территории района системе сельского хозяйства, в рамках формирующейся новой территориально-производственной системы.

Требовал ускорения процесс формирования многоцелевого сельского хозяйства на новоорошенных землях, что связано с задачей увеличения товарной продукции продовольствия для снабжения растущего населения, в котором неуклонно повышается доля горожан. Отставание менее заметно в молочном животноводстве, несомненный импульс развитию которого был дан в результате широкого внедрения на орошаемой пашне кормовых культур, нужных, в том числе, для хлопковых севооборотов. Но такие отрасли аграрно-индустриального комплекса, создаваемого на поливных землях Яванской и Обикиикской долин, как овощеводство, субтропическое садоводство, шелководство еще не заняли предназначенных для них позиций. Частично это связано с трудностями переходного периода и с необходимостью крупных вложений в создание многолетних насаждений, отдача от которых в первые годы будет очень незначительной.

На адырах направление хозяйства уже существенно отличается, а в перспективе станет еще сильнее отличаться от того, какое сложилось в орошаемых долинах. На более выравненные адыры тоже уже пришла вода, и этот процесс получает дальнейшее развитие. Основной специализацией сельского хозяйства предгорного пояса станет производство винограда и фруктов, в том числе и на неполивных землях. Разбивка насаждений многолетних культур уже начата. В северных урочищах под виноградники отводится несколько сот гектаров хороших земель обеспеченной богары. На южных орошаемых адырах ведутся посадки яблоневых и персиковых садов. В перспективе виноградарство и садоводство целесообразно сочетать с разведением овец, мясного и молочного скота и богарным земледелием.

Организация крупного орошаемого хозяйства в регионе отнюдь не означает ликвидацию зерново-животноводческого производства, тяготеющего к богаре. Можно говорить лишь о сокращении территориальной сферы его распространения. Подобная тенденция ставит на повестку дня вопрос об интенси-

фикации сельского хозяйства, основывающегося на использовании богарных угодий. В настоящее время сельскохозяйственное производство на поливных землях, с одной стороны, и на неорошаемых, с другой, существует в значительной мере автономно. Между тем, только на основе углубления и совершенствования этих связей неполивное хозяйство сможет компенсировать свои территориальные потери, которые вызываются расширением орошаемой пашни. Поэтому интересы ирригационного земледелия, сосредоточенного в долинах, нецелесообразно противопоставлять требованиям зерново-животноводческого хозяйства, привязанного к адырам и горной полосе. Следует стремиться к взаимоувязыванию интересов и того, и другого с тем, чтобы развитие производительных сил, наблюдаемое в одной из природно-хозяйственных зон, положительно сказалось также на экономике остальных.

Низкие и средние горы района были и остаются зоной сезонных (зимне-весенних) пастбищ, в основном для овец. Постоянные селения здесь отсутствуют. Эта зона нуждается в особом внимании: требуются строительство и ремонт помещений для людей и скота, улучшение дорог, обводнение сухих урочищ, заготовка страховых кормов.

Вместе с тем, мелиоративные преобразования в горных местностях района необходимо проводить осторожно, тщательно подсчитывая их эффект. Учитывая удаленность пастбищных угодий в горах от поселений и сложный характер рельефа, перспективы имеют такие приемы выращивания кормовых растений, которые не требуют значительных затрат на единицу площади, могут быть применены на больших площадях и, не давая высокого урожая, все же делают травостой пригодным для сенокошения или обеспечивают необходимый запас зеленого корма на сухой летний период. Напомним, что низкая урожайность естественных кормовых угодий вовсе не означает снижения производительности труда в пастбищном животноводстве и отнюдь не сказывается отрицательно на его жизнеспособности.

Мелиоративные преобразования засушливых территорий экономически оправдываемые развитием трудоемких отраслей, существенно содействуют повышению демографической емкости территории, что нельзя недооценивать в условиях быстрого роста населения в республике. Общая численность населения в Южном Таджикистане в настоящее время составляет около 2,6 млн. чел., из которых примерно 500 тыс. чел. живут в столице — г. Душанбе. Плотность населения очень неравномерная: в Гиссарской долине — 150—160 чел./км^2, Вахшской и Кулябской — 60—70 чел./км^2, а во многих горных долинах 15—30 чел./км^2. Благодаря ирригации, в последних можно довести плотность населения до уровня Вахшской и Кулябской долин. Это важно не только с точки зрения интересов занятости; в малолюдных ареалах трудно обеспечить высокий социально-культурный уровень обслуживания сельских жителей, и поселения там характеризуются узким набором выполняемых функций.

В целях усовершенствования обслуживания в условиях горной страны осуществляется специальное дробное экономико-географическое районирование территории для составления научно обоснованной программы расселения. Для выделения микрорайонов разрабатываются комплексные социально-экономические схемы расселения, определяются оптимальные размеры городов, поселков, деревень, характер развития и размещения учреждений народного образования, культуры и др., подготавливаются соответствующие кадры для народного хозяйства с учетом перспектив роста региональной экономики.

Интенсификация аграрного производства на базе орошения в Южном Таджикистане привела к созданию разнообразных перерабатывающих сельскохозяйственное сырье промышленных предприятий: хлопкоочистительных, маслобойных, эфиромасличных (благодаря большим плантациям герани), плодо-овощеконсервных, винодельческих и др. Значительная их часть рассеяна по сельской местности и повышает ее экономический потенциал, обеспечивая условия для развития агропромышленной интеграции. Возможность получения дешевой электроэнергии, вырабатываемой Нурекской ГЭС, к которой в будущем добавится еще несколько крупных гидростанций на Вахше (из них Рогунская, мощностью более 3 млн. кВт, уже строится), облегчает местным колхозам и совхозам организацию производств, основывающихся на использовании собственной сельскохозяйственной продукции.

Нурекская ГЭС явилась стимулятором диверсификации и обогащения отраслевой структуры всего Южно-Таджикского территориально-производственного комплекса.

К тому же, в пределах Южно-Таджикского ТПК выявлено много антиклинальных структур, перспективных на нефть и газ. Имеется буроугольное месторождение Зидды, месторождения горючих сланцев, разнообразное сырье для химической промышленности — соли (Ходжа, Мумин, Ходжа-Сартис), известняки и доломиты (Касхур, Тут-булак), фосфориты (Чинар, Авак, Каратаг). Причем такое сырье, как поваренную соль, доломиты, природный газ при обилии дешевой электроэнергии наиболее эффективно перерабатывать электрохимическими методами.

В настоящее время химическая промышленность в Южно-Таджикском ТПК представлена Вахшским азотно-туковым заводом (в г. Курган-Тюбе), который удовлетворяет запросы хлопководческих хозяйств республики в нитратных удобрениях, и Яванским электрохимическим комбинатом, производящим хлор, соду и еще около 20 видов химических продуктов.

Вместе с тем, высокие темпы роста населения в Южном Таджикистане, как и во всей республике, стимулируют развитие трудоемких отраслей промышленности. Душанбе уже превратился в значительный центр машиностроения, где выпускаются оборудование и машины для легкой и пищевой индустрии, бытовые холодильники, кабельные изделия, запасные части для сельскохозяйственной техники и т.д. Поэтому имеются уже необходимые условия, чтобы шире организовать относительно сложные, неметаллоемкие производства, например, вычислительной техники, в которых будет занято много рабочих.

Литература

Андрианов Б. В., Итина М. А., Кесь А. С. Земли древнего орошения в низовьях Сырдарьи и задачи их освоения.— Вопросы географии. Сб. 99, 1975.

Бабаев А. Г. Проблемы комплексного освоения пустынь и их решение в СССР.— Проблемы освоения пустынь, 1976. № 3—4.

Бабаев А. Г., Фрейкин З. Г. Пустыни вчера, сегодня, завтра. М.; Мысль, 1977.

Виноградов Б. В. Формы опустынивания по данным аэро- и космических съемок. Проблемы освоения пустынь, № 3—4, 1976, с. 35—44.

Виноградов В. Н. Значение лесных мелиораций при освоении аридных территорий. Волгоград, 1977, с. 3—8.

Граве М. К., Граве Л. М. Каракумский канал и природа пустыни. М., Знание, 1981.

Кирста Б. Т. Гидрологические особенности западных районов Средней Азии. Ашхабад, Ылым, 1976.

Ковда В. А. Основы учения о почвах. Кн. 1, 2. М., Наука, 1973.

Ковда В. А. Некоторые проблемы экотоксикологии.— Химия в сельском хозяйстве, 1976, № 3.

Кузнецов Н. Т. Предварительные итоги и некоторые направления дальнейших исследований по проблеме Аральского моря.— Проблемы освоения пустынь. 1980, № 5.

Кунин В. Н. Местные воды пустынь. М., 1959.

Курочкина Л. Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1978.

Лещинский Г. Т. Среднегодовой сток в пустынях средней Азии и Западного Казахстана.— Проблемы освоения пустынь, 1974, № 3.

Массон В. М. Древнеземледельческая культура Маргианы М.—Л., Из-во АН СССР, 1959.

Нечаева Н. Т., Шамсутдинов З. Ш., Мухамедов Г. И. Улучшение пустынных пастбищ Средней Азии. Ашхабад, Ылым, 1978.

Николаев В. Н., Амангельдыев А. А., Сметанкина В. А. Пустынные пастбища, их кормовая оценка и бонитировка, М., Наука, 1977.

Петров М. П. Подвижные пески пустынь Союза ССР и борьба с ними. М., 1950.

Реджепбаев К., Овсянников А. С. Условия накопления и перераспределение солей в почвах Мургабского оазиса. Ашхабад, Ылым, 1976.

Саларов Б. Межбассейновая переброска воды с помощью Каракумского канала им. В. И. Ленина. Ашхабад, 1978.

Харин Н. Г., Каленов Г. С. Изучение антропогенного опустынивания по космическим снимкам.— Проблемы освоения пустынь, 1978, № 4.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ХОЗЯЙСТВЕННОМУ РАЗВИТИЮ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ГЛАВА XXI

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ ПРОГРАММ ХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ АРИДНЫХ РАЙОНОВ

В. В. Владимиров, С. А. Истомин (СССР)

Процессы опустынивания непосредственно сказываются на уровне жизни населения аридных зон. Поэтому важнейшим мероприятием борьбы с опустыниванием следует считать комплексное социально-экономическое развитие аридных территорий, предполагающее эффективное сочетание индустриализации и урбанизации с развитием сельского хозяйства и охраной окружающей среды.

Цель настоящей главы — обобщить и систематизировать основные принципы комплексного подхода к планированию социально-экономического развития территорий в целях борьбы с опустыниванием, а также раскрыть сущность, этапность и наиболее важные методические особенности разработки региональных схем комплексного социально-экономического развития и охраны окружающей среды для этих территорий.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ И ИХ МЕСТО В СИСТЕМЕ ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Управлять природными процессами, качеством среды невозможно не научившись предсказывать результаты человеческой деятельности, возможные антропогенные воздействия. А это означает, что борьба с опустыниванием невозможна без создания четко действующего планирования, основными задачами которого должны быть: неуклонное повышение экономического и социального потенциала страны, сбалансированное развитие всех отраслей ее хозяйства и всех ее районов, удовлетворение растущих материальных и духовных потребностей населения, рост его благосостояния.

Программа развития территории, подверженной опустыниванию, своей основной целью имеет, конечно, восстановление биологического потенциала. Экономическая и социальная составляющая программа при всей своей важности, также ориентируется на повышение биологического потенциала и формирование территориальной структуры, обеспечивающей стабилизацию процесса опустынивания, а в особо благоприятных условиях — его полную нейтрализацию и ликвидацию.

Региональные планы комплексного развития аридных территорий основываются на следующих принципах:

— они должны быть интегрированы с национальными планами и являться их частью;

— в рамках регионального плана, в свою очередь, должно быть интегрировано экономическое, социальное и экологическое планирование;

— планы должны быть комплексными, т. е. охватывать все отрасли хозяйства, все виды деятельности в данном регионе;

— приоритет в борьбе с опустыниванием должен быть отдан экологическим подходам к средоохранным мероприятиям;

— следует исходить из необходимости превентивного осуществления любых мероприятий, направленных против опустынивания;

— в этих планах должны найти отражение развитие сельскохозяйственного производства, индустриализация, урбанизация, развитие транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, средозащитные мероприятия.

Региональные схемы разрабатываются на перспективный период в 20—25 лет с выделением срока первоочередных мероприятий на 5—10 лет.

Предложения на перспективный период носят прогнозный характер и ориентированы на максимально возможную, с точки зрения современного состояния научно-технической базы, степень достижения поставленных целей („идеальная" модель). Первоочередные мероприятия намечаются в соответствии с имеющимися для их реализации ресурсами, максимально с ними увязываются и „вписываются" в стратегическую схему перспективных предложений. При этом, региональные схемы представляют собой перманентно обновляющиеся документы. По истечении срока, установленного для реализации первоочередных мероприятий, они корректируются в пределах нового расчетного срока. При необходимости (изменение социально-политических, экономических и других условий) корректироваться может и вся схема в целом.

Предложения региональных схем служат необходимой исходной базой для составления плановых заданий, а также основой для разработки различных проектов и планов — отраслевых схем развития промышленности и сельского хозяйства, территориально-производственных комплексов, ирригационных систем и путей сообщения.

СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СХЕМ

Системный анализ комплексной проблемы борьбы с опустыниванием путем социально-экономического

СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ И ЭТАПЫ ЕЕ РАЗРАБОТКИ

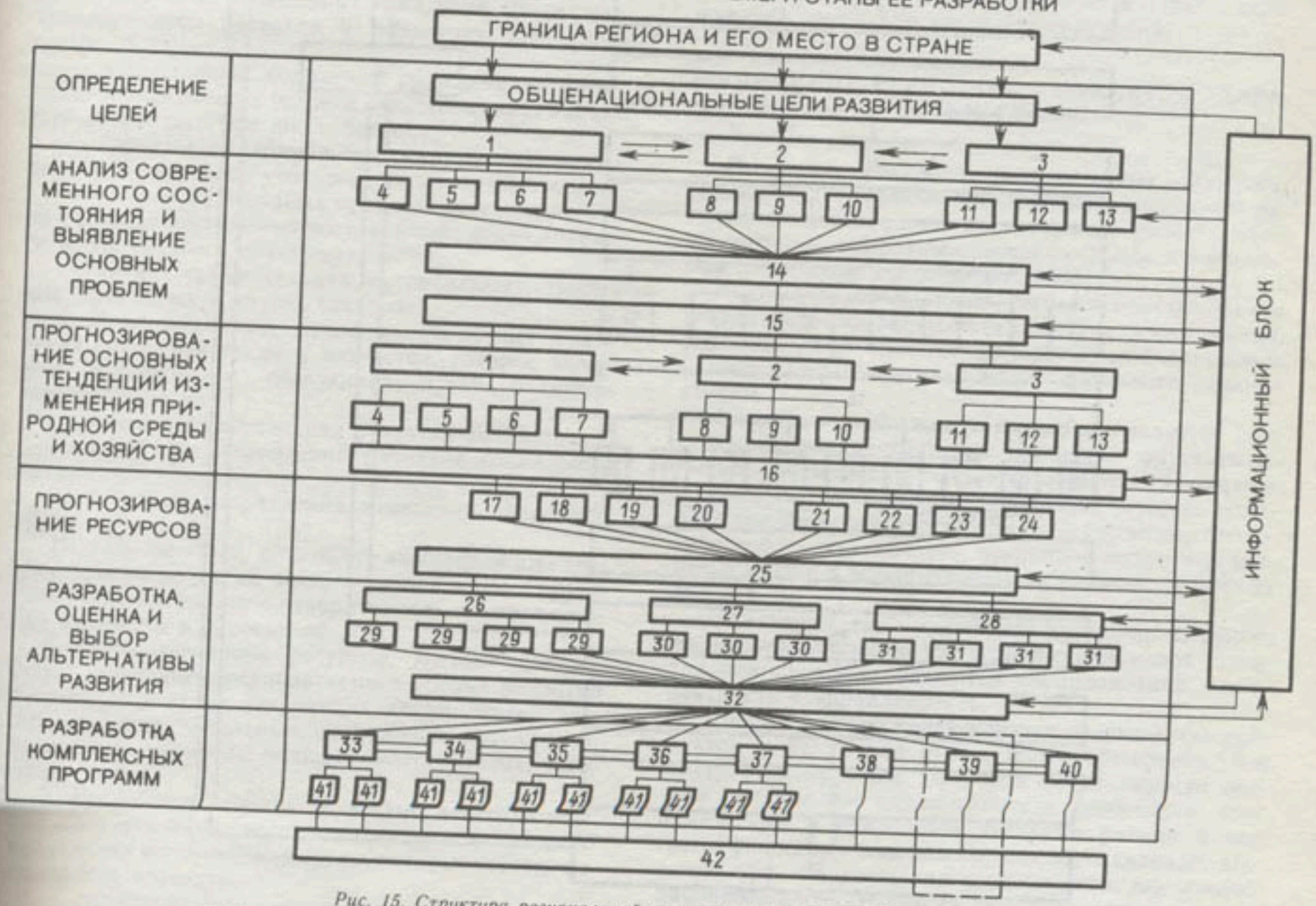


Рис. 15. Структура региональной схемы и этапы ее разработки:

1 — экономические цели; *2* — социальные цели; *3* — экологические цели; *4* — хозяйство; *5* — население и трудовые ресурсы; *6* — производственная и техническая инфраструктуры; *7* — система землепользования; *8* — система расселения; *9* — специальные структуры; *10* — уровень обеспеченности населения питанием; *11* — природные условия и ресурсы; *12* — неблагоприятные природные явления; *13* — нарушения природной среды антропогенными факторами; *14* — нарушение границ региона; *15* — уточнение региональных целей; *16* — ожидаемый уровень развития региона; *17* — материальные ресурсы; *18* — трудовые ресурсы; *19* — земельные ресурсы; *20* — социальный потенциал; *21* — минерально-сырьевые ресурсы; *22* — водные ресурсы; *23* — биологические ресурсы; *24* — энергетические ресурсы; *25* — уточненный в соответствии с имеющимися ресурсами уровень развития региона; *26* — основные направления развития хозяйства; *27* — основные направления развития социальной сферы; *28* — основные направления изменения природной среды; *29* — альтернативы развития хозяйства; *30* — альтернативы развития социальной сферы; *31* — альтернативные пути целенаправленного преобразования природной среды; *32* — оценка альтернатив и выбор оптимального решения; *33* — комплексная программа развития инфраструктуры; *34* — комплексная программа развития хозяйства; *35* — комплексная программа развития системы расселения; *36* — комплексная программа социального развития; *37* — комплексная программа охраны и улучшения окружающей среды; *38* — целевая программа обеспечения населения региона питанием; *39* — целевая программа борьбы с опустыниванием; *40* — прочие целевые программы; *41* — подпрограммы развития региона; *42* — разработка организационных и технических мероприятий по реализации намеченных программ

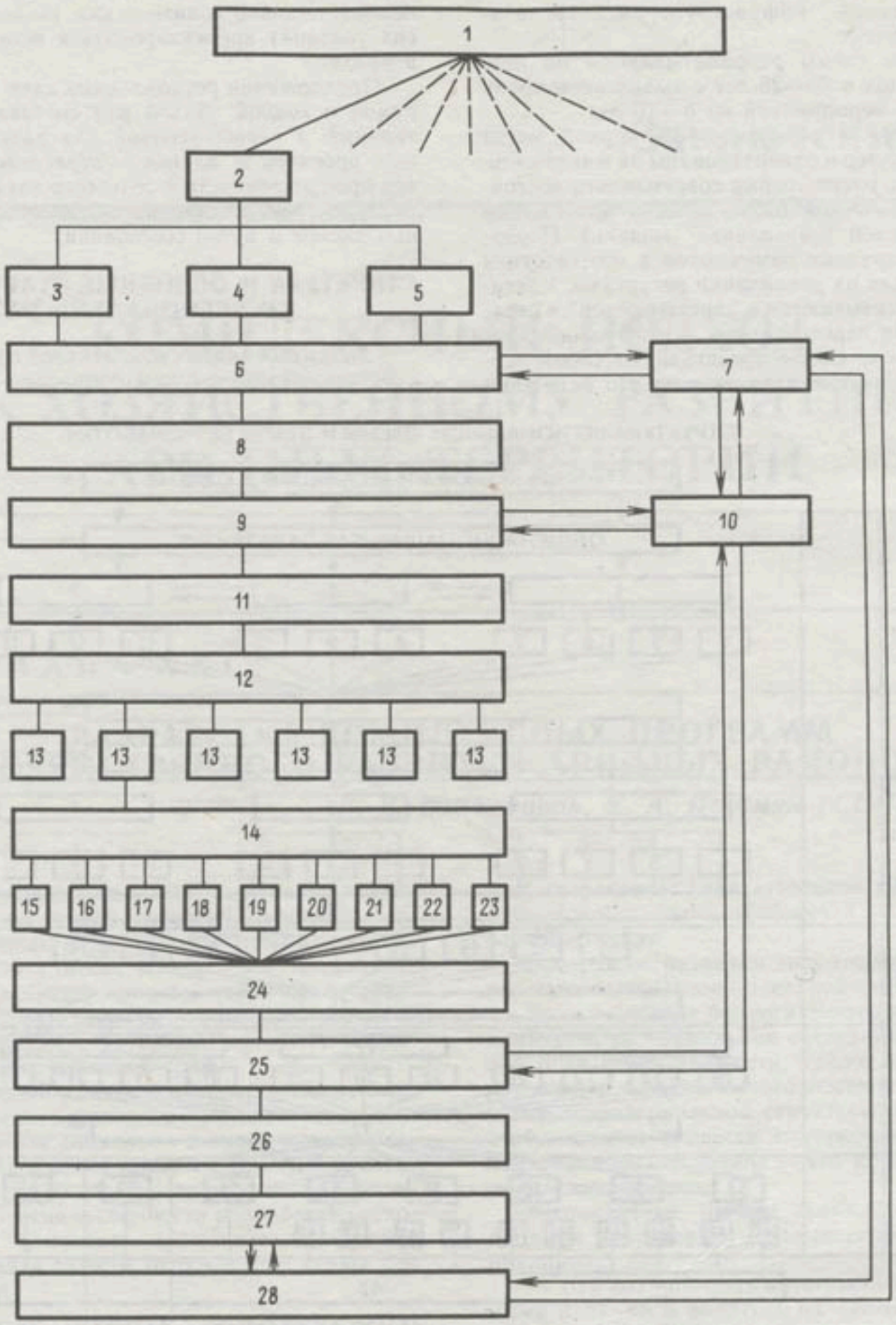


Рис. 16. Структура целевой программы борьбы с опустыниванием:

1 — оптимальная альтернатива комплексного социально-экономического развития региона; *2* — целевая программа борьбы с опустыниванием; *3* — анализ тенденций развития процесса опустынивания; *4* — анализ аналогов и прогрессивных методов борьбы с опустыниванием; *5* — анализ возможностей борьбы с опустыниванием; *6* — прогнозирование процессов опустынивания при заданном уровне социально-экономического развития региона; *7* — другие комплексные и целевые программы; *8* — выявление проблемных отраслей, ареалов и ситуаций; *9* — определение (уточнение) необходимых для решения проблемы ресурсов; *10* — ресурсный блок; *11* — увязка с опустыниванием; *12* — разработка и оценка вариантов проектных решений; *13* — варианты проектных решений; *14* — разработка системы конкретных мероприятий и пространственная их локализация; *15* — водохозяйственные мероприятия; *16* — лесомелиоративные мероприятия; *17* — мероприятия по инженерной подготовке территории; *18* — агротехнические и зоотехнические мероприятия; *19* — экономические мероприятия; *20* — технологические мероприятия; *21* — социальные мероприятия; *22* — мероприятия, связанные с созданием системы охраняемых территорий; *23* — организационные мероприятия; *24* — взаимная увязка системы мероприятий; *25* — окончательная увязка системы мероприятий с ресурсами; *26* — определение эффективности программы; *27* — организационные и технические мероприятия по реализации программы; *28* — увязка с другими программами региональной схемы

развития в рамках разработки региональных схем предполагает применение ряда специальных процедур и использование многих методов [Блауберг, и др., 1969].

Основные процедуры и этапы разработки региональных схем состоят в следующем (рис. 15).

1. Определение границ объекта составления схемы по трем группам критериев: экономическим, природным и социальным.

2. Постановка проблемы и факторный анализ формирования региона с характеристикой форм и видов современного развития процессов опустынивания на рассматриваемой территории.

3. Определение (качественное и количественное) целей региональной схемы различного уровня.

4. Системный анализ современного состояния региона и выявление основных проблем развития, который предполагает:

— выделение основных формирующих подсистем исследуемого региона, определение форм и видов их взаимного функционирования с целью последующего прогнозирования важнейших тенденций социально-экономического развития и изменения природной среды;

— исследование комплекса природных и социально-экономических условий (ограничений), характерных для того или иного региона;

— определение возможного нарушения границ региона и повторное уточнение региональных целей;

— выявление основных проблем развития региона с позиций достижения поставленных целей (прежде всего, борьба с опустыниванием);

— анализ существующих материальных, трудовых, природных и других ресурсов.

5. Прогнозирование основных тенденций изменений природной среды и хозяйства, которое включает исследование следующих путей развития региона:

— основных направлений развития хозяйства;

— основных направлений развития социальной сферы;

— основных направлений изменения природной среды.

На этом же этапе, в процессе выявления ожидаемого уровня развития региона, необходимо определить основные принципы территориальной организации хозяйства и расселения.

6. Прогнозирование ресурсов, которое способствует уточнению предполагаемого уровня развития региона состоит из следующих групп: материальных; трудовых; земельных; социального потенциала; минерально-сырьевых; водных; биологических; энергетических.

7. Разработка, оценка и выбор альтернативы социально-экономического развития региона, охраны и улучшения его природной среды, которые состоят из следующих процедур:

— структурно-функциональный анализ территориальной организации объекта;

— определение принципов формирования альтернатив и критериев их эффективного функционирования и развития;

— формирование альтернатив развития хозяйства, социальной среды, целенаправленного преобразования природной среды;

— оценка альтернатив, выбор наилучшей альтернативы и определение ориентировочных ресурсов для ее осуществления.

8. Разработка следующих комплексных и целевых программ:

— комплексная программа развития хозяйства;

— комплексная программа развития систем расселения;

— комплексная программа развития технической инфраструктуры;

— комплексная программа охраны и улучшения окружающей среды;

— комплексная программа социального развития;

— целевая продовольственная программа;

— целевая программа борьбы с опустыниванием.

В заключение необходима разработка организационных и технических мероприятий по реализации намеченных программ.

Примерная структура целевой программы борьбы с опустыниванием показана на рис. 16.

Ниже рассматриваются основные процедуры и этапы разработки региональных схем комплексного социально-экономического развития и охраны окружающей среды для аридных территорий.

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕГИОНОВ — ОБЪЕКТОВ РАЗРАБОТКИ СХЕМЫ

Выделение регионов, подверженных опустыниванию, следует производить на основе достаточно детальных исследований по трем основным группам критериев — природным, экономическим и социальным [Белоусов, Владимиров, 1980].

Окончательно граница региона опустынивания устанавливается по внешнему контуру суммы границ, выявленных по частным критериям, с обязательным учетом административно-территориального деления страны.

Главным естественным критерием является современное распространение процессов опустынивания, включая территории, потенциально находящиеся в опасном состоянии, т. е. в пределах которых отчетливо проявляются эти процессы — снижение биологической продуктивности, вторичное засоление, развитие эрозии и дефляции почв, понижение грунтовых вод и т. д.

Основными экономическими критериями, принимаемыми во внимание при выделении регионов объектов планирования являются специализация, комплексность и управляемость.

Специализацию характеризует производство продуктов и услуг для рынка более обширного, чем внутрирегиональный. При этом специализация должна максимально соответствовать социальным, экономическим и природным условиям района и его географическому положению, что обуславливает высокую эффективность как производства, так и межрайонного продуктообмена на основе рационального территориального разделения труда. Специализация при этом выступает не только как первая и основная хозяйственная функция экономического района, но и как пространственная категория, определяющая ареал сосредоточения производств той или иной отрасли.

Комплексность понимается в широком смысле как рациональная взаимосвязанность важнейших элементов социально-экономической структуры района.

Управляемость характеризует регион как систему с такой отраслевой и территориальной структурой, которая позволяет рассматривать его как органи-

зационную ячейку территориального управления хозяйством, где с наименьшими издержками могли бы решаться как зависимые, так и автономные проблемы регионального развития и, прежде всего, проблема борьбы с процессами опустынивания.

Главными социальными критериями при выделении региона-объекта планирования служат, прежде всего, формирующаяся в нем система расселения, некоторые демографические и гигиенические показатели (например, миграция населения, наличие очагов паразитарных и эндемичных заболеваний, маршруты кочевых перемещений). При этом наиболее важным критерием является наличие в регионе пространственной организации системы расселения — городов, поселков, деревень, зон массового отдыха и туризма, природных сельскохозяйственных зон, границы которой охватывают все эти элементы территории.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ

Анализ формирующих факторов способствует правильной постановке задачи, выявляет содержание основных целей региональной схемы, которые, в свою очередь, определяют функциональные подсистемы и критерии их эффективной организации. Помимо рассмотрения социальной, экологической и экономической групп факторов региона на этом этапе, необходимо более подробно рассмотреть природно-ресурсный потенциал аридных территорий и основные природные и антропогенные факторы их опустынивания.

Нередко все эти факторы действуют совместно, и эффект их взаимодействия значительно превосходит простую их сумму.

Для большей эффективности проведения факторного анализа представляется целесообразной дальнейшая разработка системных признаков классификации аридных территорий в виде так называемых индикаторов опустынивания. Такой подход позволяет осуществить диагностику и контроль ряда физических, биологических и социальных факторов для своевременного обнаружения негативных процессов в аридных экосистемах. Такие индикаторы нужны для:

— оценки уязвимости экосистемы в отношении опустынивания;

— предсказания опасности опустынивания до начала этого процесса;

— мониторинга процесса в районах, страдающих от опустынивания или находящихся под угрозой опустынивания;

— оценки последствий процессов опустынивания и разработки программ мероприятий по борьбе с ним.

ЦЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Одним из распространенных методов системных исследований является метод целеполагания — „дерево целей". При построении дерева целей определяются основные цели формирования, функционирования и развития системы. Эти цели последовательно детализируются и конкретизируются вплоть до частных, далее неделимых задач, реализация которых обеспечивает достижение поставленных целей. Таким образом, метод построения дерева целей заключается в разложении главной общей цели создаваемой системы на совокупность подчиненных ей подцелей, представленных в виде многоуровневого графа, где главная цель является как бы корнем этого „дерева", а реализующие ее подцели — вершинами нижних уровней графа [Оптнер, 1968]. Можно выделить три главных взаимосвязанных цели развития рассматриваемого региона — экономическую, социальную и экологическую.

Главная экономическая цель 1) может быть сформулирована как развитие хозяйственного комплекса региона, обеспечивающее максимальную эффективность производства и проведение действенных мер по борьбе с опустыниванием.

Главная экологическая цель 2) состоит в том, чтобы обеспечить постоянное и неуклонное улучшение природной среды региона и в первую очередь создать условия для эффективной борьбы с опустыниванием и для решения этой проблемы.

Главная социальная цель 3) — обеспечить население региона возможно лучшими условиями для труда, быта, образования и отдыха с учетом стабилизации процессов опустынивания и улучшения окружающей среды. Например, главная социальная цель может быть конкретизирована следующими целями первого уровня:

3.1. Наиболее эффективное использование трудовых ресурсов, решение проблемы трудовой занятости населения, развитие производств (и подготовка кадров для них), наиболее соответствующих задачам борьбы с опустыниванием;

3.2. Формирование системы расселения региона, обеспечивающей его население благоприятными условиями труда, быта и отдыха и соответствующей по своим параметрам и функциональным характеристикам условиям аридных территорий;

3.3. Решение проблемы питания населения путем сочетания развития высокопродуктивного сельского хозяйства с развитием промышленности (благодаря использованию обществом преимуществ межрайонного и межгосударственного разделения труда);

3.4. Реализация программы всеобщего образования, подготовки национальных кадров, культурного развития населения регионов, включая широкое распространение экологических знаний;

3.5. Решение проблемы медицинского обслуживания населения, ликвидация эндемичных и паразитарных заболеваний, проведение широких мероприятий по охране материнства и младенчества.

Рассмотрим более подробно, например, конкретизацию социальной подцели 3.2. Возможна следующая дифференциация:

3.2.1. Создание необходимых градостроительных предпосылок для предоставления населению региона максимально широких возможностей удовлетворения материальных и духовных потребностей при обеспечении благоприятных условий проживания и функционирования в суточном и недельном циклах жизнедеятельности;

3.2.1.1. Сокращение затрат времени населения на массовые межселенные трудовые поездки;

3.2.1.2. Повышение доступного разнообразия мест приложения труда;

3.2.1.3. Обеспечение населения региона полным набором стандартных услуг при минимальных затратах времени на межселенные культурно-бытовые передвижения;

3.2.1.4. Повышение доступного разнообразия центров специализированного социально-культурного и бытового обслуживания населения;

3.2.1.5. Обеспечение населения региона местами кратковременного отдыха при минимальных затратах времени на рекреационные поездки;

3.2.1.6. Повышение надежности и комфортности межселенных пассажирских связей в пределах региона;

3.2.1.7. Улучшение гигиенических условий в местах проживания и массового отдыха населения;

3.2.1.8. Выравнивание условий труда, быта и отдыха городского и сельского населения региона;

3.2.2. Создание широких градостроительных предпосылок для интенсификации общественного производства и повышения экономической эффективности всех видов промышленного и гражданского строительства в регионе;

3.2.2.1. Повышение эффективности использования трудовых ресурсов региона благодаря росту производительности труда вследствие уменьшения затрат времени на трудовые поездки и снижение „транспортной усталости" маятниковых мигрантов;

3.2.2.2. Улучшение условий для концетрации различных производств на одной площадке;

3.2.2.3. Обеспечение нормативного уровня рентабельности сооружения и эксплуатации объектов межселенного обслуживания и зон кратковременного отдыха населения;

3.2.2.4. Предотвращение экономических потерь от снижения эффективности использования сельскохозяйственных земель;

3.2.2.5. Повышение экономической эффективности развития и эксплуатации межселенной транспортной и инженерной инфраструктуры;

3.2.3. Создание необходимых градостроительных предпосылок для восстановления и поддержания экологического равновесия и успешной борьбы с опустыниванием;

3.2.3.1. Повышение равномерности распределения антропогенных нагрузок на ландшафт с учетом пороговых значений демографической емкости отдельных планировочных зон региона;

3.2.3.2. Обеспечение благоприятных условий функционирования источников восстановления возобновляемых природных ресурсов;

3.2.3.3. Повышение степени учета различий в уровне геохимической активности природного ландшафта при распределении антропогенных нагрузок;

3.2.3.4. Повышение степени учета устойчивости природного ландшафта к физическим нагрузкам при распределении всех видов рекреационной деятельности на территории региона.

Анализ и прогноз основных тенденций развития региона

Проведенная структуризация целей формирования и развития региона определяет необходимость рассмотрения различных аспектов его функционирования — социальных, экономических, научно-технических, экологических, организационно-управленческих, функционально-хозяйственных, территориально-планировочных и др.

При анализе района — объекта региональной схемы — необходимо рассматривать его как систему, определяемую взаимодействием ряда составляющих ее подсистем. Так, природная субсистема определяется взаимным функционированием геоподсистемы и экоподсистемы. В свою очередь геоподсистему можно рассматривать как результат взаимодействия гидро-гео- и литоподсистем, а экоподсистему — как результат совместного функционирования и взаимного влияния био-, гидро- и аэроподсистем.

Антропогенная субсистема исследуемого района определяется взаимодействием производственной, градостроительной и инфраструктурной подсистемой *. Основными составляющими производственной системы являются промышленность, сельское, лесное и водное хозяйство. Градостроительную подсистему можно рассматривать как результат взаимодействия системы расселения (жилищное строительство) и систем культурно-бытового, общественного и рекреационного обслуживания. Анализ инфраструктурной подсистемы предполагает исследование проблем организации и функционирования транспорта, связи, энергоснабжения, водообеспечения и водоотведения.

Оптимизация такой сложной системы требует поэтапного подхода, основанного на предварительном вычленении и оптимизации систем более низкого уровня (подсистем) с обязательным учетом и фиксацией всех важнейших связей между ними. В качестве такого рода подсистем целесообразно вычленить систему хозяйственного комплекса объекта, систему расселения и систему окружающей среды, объединенных между собой тесными функциональными связями и обслуживаемых единой инженерно-транспортной инфраструктурой. В сложных системах одновременно существуют несколько структур, поэтому эти системы и называются полиструктурными.

Как уже отмечалось, планы комплексного развития, в том числе и региональные схемы, своим конечным выходом должны иметь систему скоординированных в пространстве и времени мероприятий — развитие сельского хозяйства, индустриализация, урбанизация, развитие инженерно-транспортной инфраструктуры.

Сельскохозяйственное производство имеет в большинстве аридных районов мира особое значение что, в первую очередь, обусловлено выдающимся местом этой отрасли народного хозяйства как крупнейшего землепользователя **.

Индустриализация аридных территорий позволяет также при соблюдении известных экологических ограничений существенно снизить темпы антропогенного опустынивания ***. Это может быть достигнуто, во-первых, благодаря потенциальным возможностям многих отраслей промышленности оказывать экологически благоприятное воздействие на природную среду; во-вторых, благодаря тому, что концентрация предприятий обрабатывающих отраслей промышленности в городах — опорных пунктах аридных территорий, повышает потенциал развивающихся оазисов и притягивает избыточное сельское население, существенно уменьшая тем самым антропогенную нагрузку на внегородские территории.

Главным в индустриализации аридных территорий должен стать правильный учет экологических приоритетов, что выражается, прежде всего, в стремлении сбалансировать техногенные нагрузки на среду с биологическими и физическими возможностями

---

* См. главу VII монографии.

** См. главу IV монографии.

*** См. главу VI монографии.

ландшафтов, в пределах которых развиваются те или иные промышленные производства.

В свою очередь, инженерная инфраструктура представляет собой важный элемент хозяйственного комплекса аридных районов и один из основных факторов борьбы с опустыниванием. Образуя вместе с городами и поселками, промышленными комплексами, крупными сельскохозяйственными подразделениями своеобразный каркас хозяйственной территориальной системы, элементы инфраструктуры служат связующими звеньями между опорными узлами наступления на пустыню и одновременно с этим являются своеобразными „экологическими" коридорами, а также объектами, активно участвующими в экологических процессах в борьбе с опустыниванием.

Наиболее важные составляющие этой части работы — анализ природных условий и ресурсов региона с точки зрения наиболее рационального их использования и борьбы с опустыниванием в конкретных условиях; анализ неблагоприятных физико-географических и физико-геологических явлений (в том числе связанных с антропогенными воздействиями на природную среду); комплексная оценка территории с точки зрения степени ее благоприятности для важнейших видов человеческой деятельности; анализ материальных и трудовых ресурсов, системы хозяйства и землепользования; анализ производственной, социальной и технической инфраструктуры, анализ расселения, общественного обслуживания и т. д.

На основе всестороннего анализа современного состояния хозяйства и природной среды региона, тенденций, влияние которых можно ожидать на протяжении расчетного периода, формулируются основные проблемы, которые выступают в самом общем виде как разница между нормативным (ориентированным на достижение определенной цели) уровнем и современным состоянием. Выявление главных проблем позволяет разработать основные перспективные направления развития региона и систему мероприятий по борьбе с опустыниванием.

Одна из главных задач прогноза — оценить общую потребность региона в сырьевых, материальных, технологических, энергетических, транспортных, трудовых, финансовых, информационнных ресурсах для обеспечения предполагаемого объема выпуска, реализации и потребления продукции в стоимостном и натуральном выражении, а также для выполнения намеченных конструктивных мероприятий. Прогноз может разрабатываться в нескольких вариантах применительно к различным возможностям решения проблемы. Оценки прогнозируемых показателей желательно получить в виде наиболее максимального и минимального значений.

ФОРМИРОВАНИЕ И ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВЫ РАЗВИТИЯ

Необходимым условием успешной процедуры процесса принятия решения является определение критериев эффективного функционирования региона. Их определение непосредственно связано с характером целей развития территориально-хозяйственного комплекса.

На основе системного анализа природной и антропогенной подсистем региона, проблем и основных направлений его развития, критериев и ограничений эффективного формирования формулируются и оцениваются основные взаимоисключающие альтернативы развития и территориальной организации производственной и непроизводственной сфер, расселения, инфраструктуры, а также политики в областях охраны окружающей среды и, прежде всего, мер, предпринимаемых против опустынивания [Принципы... 1978].

Возможны два пути формирования альтернатив — комплексный и покомпонентный.

Комплексный подход предполагает составление альтернатив, учитывающих одновременно все аспекты проблемы — экономический, социальный и экологический. Такой подход целесообразен в условиях сравнительно гомогенной, несложной структуры хозяйства региона (нередко в условиях освоения новых территорий).

Покомпонентный подход характеризуется составлением альтернатив отдельно для экономической, социальной и экологической составляющих региона в соответствии с поставленными целями. Подобный подход более приемлем в условиях достаточно сложной структуры хозяйства, мозаичной структуры природной среды региона, преимущественно в уже освоенных районах. При этом необходима предварительная оценка покомпонентных альтернатив, выбор из них наиболее предпочтительных, сведение их в две-три комплексные альтернативы и вторичная их переоценка.

Ниже более подробно рассмотрены основные процедуры покомпонентного подхода к формированию альтернатив градостроительной составляющей региона.

На первом этапе реализации рассматриваемой процедуы следует использовать традиционные методы комплексной оценки территории, формирования планировочной структуры и функционального зонирования территории района. Использование этих методов наряду с учетом выявленных ограничений социально-экономического, территориально-планировочного, экологического, инфраструктурного и других аспектов дает возможность исключить из рассмотрения определенное множество теоретически возможных, но заведомо неконкурентноспособных альтернатив.

Комплексная оценка помогает заранее отбросить все наиболее дорогостоящие и экономически недопустимые варианты освоения территории. При комплексной оценке должны оцениваться все территории рассматриваемого региона с позиций соблюдения интересов всех (или наиболее важных) отраслей хозяйства, являющихся одновременно основными землепользователями, с учетом всей совокупности природных и антропогенных факторов. Следовательно, комплексная оценка территории путем сравнительной оценки отдельных участков района по комплексу природных и антропогенных факторов позволяет установить степень благоприятности этих участков для тех или иных видов хозяйственного использования — строительства, массового отдыха, сельского и лесного хозяйств.

Планировочная структура определяет число и характер взаимосвязей основных элементов пространственного каркаса, в рамках которого и могут быть сформулированы возможные альтернативы будущего развития.

Основанием для отнесения той или иной конкретной территории к определенной функциональной зоне являются ранее разработанные комплексная оценка

территории и перспективная планировочная структура объекта региональной схемы:

— комплексная оценка позволяет выделить отдельные участки территории, характеризующиеся относительно однородными локальными условиями их перспективного хозяйственного освоения и примерно одинаковым состоянием природной окружающей среды;

— схема перспективной планировочной структуры дает возможность учесть особенности размещения участка территории относительно основных структурно-планировочных элементов района.

В основу разработки различных вариантов развития региона может быть положен анализ взаимодействия и сочетание перечисленных выше функциональных, планировочных и инфраструктурных альтернатив. Идея такого подхода состоит в том, чтобы в результате коллективного обслуживания проектировщиками и экспертами всех вариантов возможных сочетаний, их число значительно сократилось, т. к. только на основе логических рассуждений и с учетом уже выявленных целей, критериев и ограничений эффективного формирования часть из них будет признана практически нереализуемой.

Проблема оптимизации проектного решения любой территориально-градостроительной задачи должна пониматься как наиболее рациональное разрешение всех противоречий при обеспечении наименьших расхождений проектируемого объекта с теми требованиями, которые предъявляются к его формализованной логической (или математической) модели. Задача выбора оптимального варианта сводится при этом к количественному определению качественного уровня функционирования и развития объекта в соответствии с принятыми критериями. Однако, следует заметить, что окончательное решение проблемы может быть принято только в режиме диалога человека и машины [Ларичев, 1980].

Среди методов многокритериального анализа наиболее известными и часто применяемыми является один из методов системного анализа — метод — „стоимость — эффективность". Его появление связано с необходимостью сравнения альтернатив по ряду факторов самой разной природы. Метод состоит из трех основных операций:

— построение модели эффективности;

— построение модели стоимости;

— синтез оценок стоимости и эффективности.

Известны три основных подхода к синтезу оценок стоимости и эффективности:

— фиксированная эффективность при минимально возможной стоимости (выбирается самая „дешевая" альтернатива, обладающая заданной эффективностью);

— фиксированная стоимость и максимально возможная эффективность;

— отношения этих двух критериев.

Центральной операцией окончательной процедуры процесса принятия решения является качественно-количественное сравнение альтернатив. Процесс выбора наилучшей альтернативы определяется главным образом тем, насколько всесторонне учтены элементы эффекта и затрат в каждой из них. При этом важно обеспечить четкое выделение всех элементов, связанных с реализацией данной альтернативы (всех элементов процесса изменения хозяйства, социальной сферы и природной среды региона за рассматриваемый период).

КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОГРАММЫ

Разработка системы конкретных конструктивных мероприятий, а также окончательная увязка целей и ресурсов осуществляется в рамках долгосрочных комплексных программ. Такие программы представляют собой плановые документы, которые определяют законченные во времени и пространстве комплексы производственных, технических, социальных, экологических, организационных и других мероприятий, направленных на реализацию одной или нескольких целей и охватывающих совокупность материальных, трудовых и других ресурсов, сгруппированных по общности их целевого назначения.

Важнейшая составная часть любой комплексной и целевой программы состоит в разработке системы конструктивных мероприятий по ее осуществлению, в их взаимной увязке, в определении сроков выполнения мероприятий и состава их исполнителей. При этом вначале формируется функциональная структура программы, т. е. совокупность всех ее мероприятий, построенная на основе технических и экономических признаков, а затем — организационная структура, определяющая конкретных исполнителей тех или иных мероприятий программы. Разделение мероприятий и их исполнителей по отраслевым и ведомственным признакам позволяет в дальнейшем перейти от программных мероприятий к конкретным заданиям отраслям и ведомствам по их реализации.

Система мероприятий программы может быть разработана на основе целевого или технологического признака. В первом случае комплекс программных мероприятий создается путем непрерывного объединения вокруг каждой цели. По мере дробления целей разделяются и конкретизируются мероприятия, выстраивающиеся в виде групп параллельных действий, направленных на достижение цели. Во втором случае мероприятия группируются вокруг полного производственного цикла, включающего производство, распределение, реализацию и потребление программной продукции. Если последовательно проанализировать ту или иную технологическую цепочку, можно установить мероприятия, необходимые для реализации всех его этапов. Первый подход следует считать для данного вида региональных схем основным, а второй — вспомогательным, корректизирующим.

Применительно к целевой программе борьбы с опустыниванием система мероприятий может включать следующие их виды:

— экономические (рациональная структура промышленности, сельского хозяйства и т. д.);

— технологические (например, внедрение безотходных и малоотходных технологий в промышленности, „экологизация" технологических циклов);

— водохозяйственные (рациональные приемы увеличения водных ресурсов — накопление и перераспределение осадков, создание водохранилищ, опреснение морской и минерализованной подземной воды и др.);

— лесомелиоративные (создание защитных лесных полос, интродукция засухоустойчивых пород деревьев и т. д.);

— мероприятия по инженерной подготовке территории (закрепление песков, укрепление основных фундаментов сооружений, понижение уровня грунтовых вод и т. д.);

— агротехнические и зоотехнические (рациональные севообороты, рациональная пастьба скота и т. д.);

— социальные (повышение благосостояния населения — обеспечение его комфортабельными жилищами, продуктами питания и т. д.);

— мероприятия, связанные с созданием системы охраняемых территорий заповедников, заказников, резерватов и т. д.);

— организационные мероприятия.

В составе любой программы одно из главных мест занимает блок ресурсов, необходимых для ее успешного осуществления. При этом главной задачей является согласование системы мероприятий с системой ресурсов (материальных, трудовых, финансовых, информационных и др.). Расходование каждого вида ресурса увязывается с его целевым назначением.

Особое значение при формировании программы имеют организационные мероприятия, с помощью которых совершенствуется управление выполнением программы, устанавливаются права и ответственность исполнителей, формируются научно-исследовательские и проектные институты, выполняющие основной объем работ по разработке и реализации региональных схем и комплексных программ.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА И МОНИТОРИНГ

Разработка региональных схем, как и социально-экономическое планирование в целом, должны опираться на достаточно полную и достоверную базу и систему мониторинга, т. е. слежения и контроля за изменениями, происходящими в окружающей среде (прежде всего, за процессами опустынивания).

Важным элементом региональной схемы и всех ее программ являются исходные данные, необходимые для выполнения аналитических прогнозных и синтезирующих этапов схемы. Они определяют начальный уровень состояния проблемы борьбы с опустыниванием, возможные пути ее решения и имеющиеся в том или ином регионе ограничения.

Исходные данные должны содержать также перечень ограничений социально-экономического, экологического, технологического и ресурсного характеров. Как правило, эти ограничения во многом зависят от законодательных актов, от ранее принятых решений по данной проблеме, имеющихся в наличии ресурсов, внешнеэкономических и политических факторов.

Комплексность воздействия, разнообразие объектов и видов хозяйственной деятельности обусловливаются разнохарактерностью информации о природной и хозяйственной составляющей территории. Необходимы следующие группы данных о современном и прогнозируемом состоянии хозяйства и природной среды региона: экономическая, технологическая, эколого-гигиеническая и эколого-географическая. Исходные материалы могут быть основными (базовыми) и специализированными *.

Базовая информация по разным группам данных может быть объединена в две подгруппы:

1. Современное размещение хозяйственных объектов и развитие хозяйства на перспективу по отраслям и регионам, особенно по размещению водоемких и вредных в санитарном отношении предприятий; демографические данные (средняя плотность населения по региону в целом и его частям, миграции и причины их изменения); наличие и состояние природных ресурсов; потребление ресурсов в настоящее время и на перспективу, а также размеры их возможного изъятия (особенно водных ресурсов);

2. Природная среда и оценка ее состояния (ландшафтная карта региона и карта потенциальной устойчивости природных комплексов к антропогенным воздействиям); устойчивые природные явления и процессы, экстремальные природные процессы; биопродуктивность региона (в том числе по сравнению со смежными территориями) и т. д.

Специализированная информация представлена пятью подгруппами:

1. Расширение площадей орошаемых земель и расчет их потерь от засоления, заиливания, ирригационной эрозии и т. п., увеличение численности скота и состояние травянистой растительности в связи с нагрузкой на пастбища; ретроспективные и прогнозные данные о восстановлении растительного покрова во влажные периоды; потребление топлива и состояние древесно-кустарниковой растительности; темпы сведения древесной растительности (млн. га в год); потери продуктов питания в результате засух, пыльных бурь, ветровой и водной эрозии (т/га в год);

2. Источники промышленного и сельскохозяйственного воздействия на природную среду, их размещение, объемы производства в соизмеримых величинах; выбросы твердых, жидких и газообразных отходов (в кг или $м^3$/год на тонну продукции или в условных единицах), степень их токсичности; предполагаемые изменения в технологии производства и возможном изменении вида топлива; состояние воздушной среды при разных метеорологических условиях;

3. Намеченные преобразования природной среды (в первую очередь те, которые могут оказать влияние на вариантность прогноза при формальном подходе);

4. Состояние здоровья населения как показатель адаптации к окружающей среде; демографические показатели, рождаемость и смертность, продолжительность жизни; общие и специфические очаговые формы заболеваний; переносчики болезней; физическое развитие детей и подростков; особенности расселения; возможные генетические последствия опустынивания и т. д.;

5. Признаки опустынивания (особенно ранние); темпы и ритмы природного и антропогенного процессов опустынивания, соотношение темпов и ритмов; выявление опасных в отношении опустынивания местностей.

Необходимая для социально-экономического планирования информация должна накапливаться в региональных банках информации, организацию которых необходимо предусмотреть до начала разработки региональных схем.

Важнейшими составляющими информационной базы являются картографические материалы.

Одним из обязательных условий достоверности информационной базы региональной схемы в действенности ее реализации, а также необходимой корректировки предложений этой схемы является создание специальной системы слежения и контроля за окружающей средой (и, прежде всего, за процессами опустынивания) средствами мониторинга.

Система мониторинга должна обеспечивать:

— информацию о проявлении естественного и антропогенного опустынивания;

* В настоящем тексте не представляется возможным перечислить все виды необходимой информации.

— контроль за состоянием и изменением важнейших компонентов природной среды;

— контроль за всеми видами хозяйственной деятельности, могущими нанести ущерб природной среде и здоровью населения;

— регистрацию изменений в состоянии здоровья населения;

— сбор информации по всем видам использования территории и трансформации земель;

— слежение за реализацией региональной схемы и в первую очередь контроль за выполнением решений, связанных с охраной и преобразованием окружающей среды в целях борьбы с опустыниванием.

Таким образом, региональные схемы комплексного социально-экономического развития и охраны окружающей среды для аридных территорий, будучи важными составляющими частями региональных планов развития, должны представлять собой предпроектные научно обоснованные документы, на основе которых определяются основные проблемы развития тех или иных регионов и разрабатывается комплекс взаимосвязанных мероприятий, обеспечивающих наиболее эффективное развитие хозяйства, социальной сферы, охраны окружающей среды на аридных территориях, ориентированных на борьбу с опустыниванием. Разработка таких схем потребует привлечения значительных сил проектировщиков и научных работников в рамках междисциплинарного комплексного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

Белоусов В. Н., Владимиров В. В. Комплексная районная планировка. М., Стройиздат, 1980.

Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. М., Наука, 1969.

Ларичев О. И. Методологические проблемы практического применения системного анализа.— В сб.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1979. М., Наука, 1980, с.210—220.

Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., Советское радио, 1968. Принципы формирования групповых систем населенных мест. М., Стройиздат, 1978

Послесловие

Совершенно очевидно, что в настоящее время опустынивание становится глобальной проблемой окружающей среды. Всеобщая заинтересованность в проведении Конференции ООН по проблемам опустынивания и ее созыв в Найроби (Кения) в 1977 г. подтверждают пристальное внимание мирового сообщества к проблемам деградации природы в аридных, семиаридных и прилегающих областях земного шара. Тем не менее, глобальный характер проблемы опустынивания отличается от других сходных проблем окружающей среды, таких как увеличение содержания двуокиси углерода в атмосфере, уменьшение содержания озона в стратосфере и изменение климата. В то время как последние являются глобальными по своей природе, причины и последствия опустынивания носят локальный, региональный или национальный характер. Опустынивание становится глобальной проблемой потому, что оно распространено в мировых масштабах и интерес к разрешению этой проблемы является международным.

Научные работы, содержащиеся в настоящем издании, подтверждают оба эти положения, а именно: что во всем мире наблюдается интерес к проблеме опустынивания, что лишний раз подчеркивается той ролью, которую играет ЮНЕП в оценке, мониторинге и решении этого вопроса; что вопрос этот необходимо решать на национальном уровне. Каждый год процессы опустынивания проявляются во множестве новых районов и наиболее эффективной является немедленная борьба с ними и причинами их развития. В противном случае, районы распространения опустынивания расширяются, иногда стремительно, ввиду отсутствия заинтересованности и желания бороться с ними, а также отсутствия технических и финансовых средств. Это часто приводит к убеждению, что пустынные районы расширяются или же что климат земли изменяется к худшему.

Задача решения многосторонних аспектов опустынивания достаточно сложна. Подобные вопросы часто возникают в результате определенной, обычно жизненно важной человеческой деятельности, особенно в аридных зонах развивающихся стран. В конечном итоге, опустынивание подрывает те источники, которые все более необходимы для поддержания жизнедеятельности численно растущего населения.

Немногие проблемы окружающей среды требуют столь скорого разрешения как проблема опустынивания, особенно в свете последних событий, поставивших под угрозу жизнь жителей, пострадавших от засухи. Хочется надеяться, что опыт и идеи, которыми делятся с читателями этой книги выступающие в ней ученые, явятся новым существенным вкладом в дело борьбы с опустыниванием во всех его проявлениях.

Внешторгиздат. Изд. № 1367А
Подписано в печать 24.09.85г.
ВТИ. Зак. 288

В настоящее время около 850 млн. человек, проживающих в более чем 100 странах мира, стоят перед все усиливающейся угрозой опустынивания — глобальной экологической проблемой.

Катастрофа, разразившаяся в результате первой фазы „великой" суданосахельской засухи 1968—1973 гг., не прекратившейся и поныне, побудила мировое сообщество рассмотреть состояние природной среды аридных территорий во всем мире. В 1977 г. по инициативе ЮНЕП была созвана Конференция ООН по проблемам опустынивания в Найроби. Итоговым документом её явился Всемирный план



действий по борьбе с опустыниванием — комплексная программа мер, направленных на предотвращение, приостановление или ликвидацию последствий процессов опустынивания, поразивших почти три четверти площади аридных, семиаридных и субгумидных зон мира, в первую очередь, в развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки.

Опустынивание связано с уменьшением или уничтожением биологического потенциала Земли и ведет к возникновению условий, аналогичных условиям пустынь. Потери продуктивных земель на фоне непрерывного роста численности населения и увеличения потребностей в продовольствии происходит повсеместно и в нарастающих масштабах. Это подчеркнул острый социально-экономический и экологический кризис в странах Африки в начале 1980-х годов.

Однако, как указывал Исполнительный директор ЮНЕП д-р Мостафа Толба, опустынивание можно остановить, поскольку главной причиной его является нерациональная хозяйственная деятельность человека. В связи с этим, в основе борьбы с опустыниванием должен лежать всесторонний комплексный подход к природопользованию и охране окружающей среды.

Настоящая международная монография, подготовленная проектом СССР/ЮНЕП „Помощь и обучение в борьбе с опустыниванием путем комплексного развития" в рамках Центра международных проектов Государственного комитета СССР по науке и технике, обобщает советский и мировой опыт в области комплексного агроиндустриального освоения аридных территорий, сочетающего региональное социально-экономическое развитие с вопросами борьбы с опустыниванием.

Книга рассчитана на широкий круг читателей и, в первую очередь, на ученых и специалистов в области аридных исследований и охраны природы засушливых областей мира. Книга иллюстрирована цветными диапозитивами, картами и рисунками.