

И. С. Зонн, Н. С. Орловский

Опустынивание: стратегия борьбы

/Под ред. чл.-корр. АН СССР А. Г. Бабаева. – Ашхабад: Ылым, 1984. – 320 с 2 р. 85 к.

Рецензенты М. В. Колодин, В. Н. Николаев, Б. Г. Штепа

Книга посвящена одной из актуальных проблем охраны окружающей среды – борьбе с опустыниванием. Эта проблема, вызванная в основном антропогенной деятельностью и характерная для аридной и семиаридной зон, имеет серьезное социально-экономическое влияние на другие почвенно-климатические зоны.

Для географов, биологов и специалистов по охране природы.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблемы комплексного изучения и хозяйственного освоения аридных территорий мира приобретают все более актуальное значение в связи с быстрым ростом населения, обитающего на этих территориях, непрерывным расширением хозяйственного использования, чему способствует бурное развитие новой техники. Это позволяет широко использовать территории малонаселенные и слабововлеченные до настоящего времени в сферу хозяйственной деятельности человека.

Интенсивное освоение аридных и семиаридных земель значительно усиливает антропогенное воздействие на их природу. Не всегда это воздействие носит положительный характер. Жаркий, практически без осадков климат, усиленный ветровой режим, незакрепленность поверхности почв растительностью, наличие огромных площадей наиболее подвижного субстрата – песков во многих случаях приводят к процессу опустынивания, который в первую очередь особенно интенсивно протекает в маргинальных зонах пустынь.

Если учесть, что пустыни мира занимают треть нашей земли, становится понятным, почему в настоящее время проблема опустынивания, в основном возникшая вследствие нерационального использования природных ресурсов аридных земель, рассматривается как одна из составных частей глобальной проблемы охраны окружающей среды.

Согласно оценкам Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), площадь антропогенных пустынь составила 9,1 млн.км², а темпы потери земель вследствие опустынивания – около 50 тыс.км² в год.

В Советском Союзе пустынные территории охватывают 14% площади, составляя важнейший экономический потенциал страны. Пустынным районам отводится значительное место в решении Продовольственной программы, намеченной XXVI съездом КПСС и майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС с целью расширения производства хлопка, риса, овощей, фруктов, винограда, бахчевых, мяса, шерсти, каракуля.

В этой долгосрочной программе решающее слово должна сказать наука о пустынях. К числу ее задач прибавилось предотвращение и прогнозирование негативных процессов, связанных с вмешательством человека в пустынную экосистему, то есть опустыниванием. Пожалуй, впервые в отечественной науке и практике внимание ученых и общественности заранее обращено на проблему, которая сегодня еще не стоит во весь рост в нашей стране.

Очаговость и локальность опустынивания, отмечаемая в виде подвижных песков, вторичного засоления, уничтожения растительности в результате перевыпаса в условиях строгого планирования и контроля со стороны государственных органов не получает дальнейшего развития и может быть вовремя ликвидирована. Вот почему выход в свет настоящей работы чрезвычайно актуален.

На основании определенных диапазонов значений индекса аридности выделены следующие биоклиматические зоны.

* Экстрааридная (гипераридная) зона ($P/Et < 0,03$), годовая сумма осадков менее 100 мм, лишенная растительного покрова, исключая растения – эфемеры и кустарники по руслам водотоков. Земледелие и животноводство (за исключением оазисов) невозможно. Эта зона соответствует “подлинной, настоящей” пустыне с возможными засухами в течение одного или нескольких лет.

* Аридная зона ($0,03 < P/Et < 0,20$), годовая сумма осадков 100–200 мм, разреженная, скудная растительность, представленная многолетними и однолетними суккулентами. Неорошаемое земледелие невозможно. Зона кочевого скотоводства.

* Семиаридная зона ($0,20 < P/Et < 0,50$), годовая сумма осадков 200–400 мм, включая полупустыни и тропические кустарниковые сообщества с прерывистым травяным покровом. Зона возделывания богарных сельскохозяйственных культур (сухого земледелия) и животноводства. Зона, переходная к субгумидной, выражена нечетко – в зависимости от действительной длительности сухого периода она становится то более засушливой, то более влажной.

* Зона недостаточного увлажнения (субгумидная) ($0,50 < P/Et < 0,75$), годовая сумма осадков 400–800 мм, включает некоторые тропические саванны, средиземноморские сообщества типа маквиса и чаппаралья, черноземные степи. Зона традиционного богарного земледелия. (сельскохозяйственные культуры приспособлены к сезонной засухе). Для ведения высокопродуктивного земледелия необходимо орошение. Для зоны характерно прогрессирующее увеличение аридности под влиянием, главным образом, антропогенных факторов.

Суммируя вышеприведенные подсчеты аридных территорий, можно видеть, что около трети всей поверхности суши занято областями, где влага – решающий фактор, лимитирующий продуктивность растительности, а, вместе с тем, животноводства и рост населения (табл. 4).

Таблица 4. Площади аридных территорий, рассчитанные по биоклиматическим данным, тыс. км²

Автор	Климатические данные	Растительный покров	Почвенный покров	Внутренний сток
П. Мейгс (1957)	48796			
Ф. Джоли (1957)	47743			
М.	57000			

Кассас (1957)				
Г. Шантц (1958)	48857	46750		
Г. Дрегне (1976)			4Э149	
Де Мартонн (1927)				41838

населенные пункты с числом жителей 500, по другим - этот порог значительно выше. При более точной оценке около трети населения относимого к городскому, может перейти в категорию сельского. В мировом масштабе такая оценка дала бы следующее распределение населения аридных земель по группам: городское - 21% сельское _ 72, кочевое - 7%.

В последние годы при общей тенденции быстрого роста населения, значительная доля его приходится на аридные территории. Особенно это заметно с одной стороны для городов, расположенных в прибрежных пустынях - Аден, Абу-Даби, Александрия, Дакар, Триполи, Эйлат, Перт и других, с другой - в оазисах крупнейших пустынь (табл. 7).

Большинство пустынь земного шара природного происхождения. В прошлом климат неоднократно менялся, изменяя тем самым и границы пустыни.

Интересная попытка сделана А. В. Орловой (1978) по реставрации размещения пустынь в прошлые геологические эпохи в зависимости от изменения положения Земли относительно направления потока солнечных лучей, то есть угла наклона земной оси.

Особый интерес для нас представляет рассмотрение климатических изменений в послеледниковый период (табл. 8).

Американский писатель Э. Хемингуэй в книге “Зеленые холмы Африки” очень точно написал: “С нашим появлением континенты быстро дряхлеют”. Аридные территории имеют длительную историю освоения, на протяжении которой человек, во-первых, трудом создавал на месте пустынь их полную противоположность - орошаемые оазисы, и, во-вторых, постепенно накапливал “энергию взрыва” - проблемы опустынивания.

Табл.6. Оценка численности населения аридных территорий ив географическим регионам в принадлежности к хозяйственным системам*

Регион**	Общая численность населения по регионам, тыс. чел.	Численность населения по хозяйственным системам, тыс. чел.(%)			тыс. чел.(%)
		городское	сельское	кочевое	
Средиземноморский	106200	42000/ 39	60000/ 57	4200/ 4	

бассейн				
Районы, прилегающие к Сахаре	75500	11700/ 15	46800/ 62	17000/ 23
Азия и район Тихого океана	377500	106800/ 28	260400/ 69	10300/ 3
Америка	68100	33700/ 50	29300/ 43	5100/ 7
Итого	627300	194200/ 31	396500/ 63	36600/ 6

* Kates R. W., Johnson D. L., Haring K. G., Population, Society, and Desertification, UNCOD, 1977, Nairobi, Kenya.

** Районирование предложено Советом управляющих ЮНЕП для региональных совещаний Конференции ООН по борьбе с опустыниванием.

Таблица 7. Рост населения в оазисах Сахары.

Оазис	Год/население		
Депрессии Западной пустыни (АРЕ)	1897/ 36800	1937/ 39793	1960/ 52897
Средний Феццан (Южная Ливия)	1932/ 5660	1954/ 15246	1966/ 30822
Уаргла (АНДР)*	1872/ 14000	1940/ 25000	1960/ 33677
Аулеф, район Тидикельта (АНДР)	1909/ 4205	1940/ 6334	1960/ 8892

* По Rouvillois-Brigol, 1975.

Таблица 8. Типы климатических изменений.

Изменения климата	Продолжительность	Причина возникновения изменений климата
Климатические революции	10 ⁶ лет	Геотектоническая деятельность (дрейфы континентов, орогенез, крупномасштабные изменения площади материков и океанов). Возможны изменения солнечной активности
Климатические колебания	10 ⁴ -10 ⁶ лет	Изменения солнечного излучения - периодические или непериодические (с периодом 10 ⁴ лет).

	Изменение количества солнечной радиации в связи с длительными изменениями элементов земной орбиты (эксцентриситета, наклонения и прецессии) Все другие климатические изменения продолжительностью более 10 лет. Апериодические изменения
Климатические флуктуации 10-10⁴ лет	(вулканическая деятельность), квазипериодические изменения (изменение солнечных пятен), изменение магнитного поля, океанических течений и других физических факторов
Климатические циклы 10 лет	Очень кратковременные квазипериодические естественные колебания климата (например, 2--3-летние, вызываемые атмосферными процессами) Вызываются действием антропогенных факторов в глобальном, региональном и местном масштабах.
Антропогенные изменения 10-? лет	Глобальные изменения: изменение концентрации в атмосфере углекислого газа и окислов азота. Региональные изменения: энергетические системы,

индустриализация,
урбанизация,
уничтожение
растительности.
Местные изменения:
урбанизация, сельское
и пастбищное
хозяйство,
водохранилища,
вырубка леса,
облесение

В. Массон (1977) отмечал три формы взаимодействия человека с пустыней:

- адаптивное к конкретной экономической ситуации с выработкой специфических культурно-хозяйственных типов;
- негативный нейтрализм, выражающийся в прямом игнорировании пустынных зон как возможной территории для развития культурных процессов;
- активное освоение пустынной зоны с проведением мероприятий, преобразующих природное окружение, и на основе высокого научно-технического потенциала, ведущих к образованию различного рода антропогенных ландшафтов.

Ю. А. Исаков и другие (1980) на разных исторических этапах развития выделяют также 3 эпохи антропогенного воздействия на экосистемы в целом: доисторическую - первобытную, раннеисторическую с господством натурального хозяйства и позднеисторическую с установлением господства товарного хозяйства.

Г. Дрегне (1981) конкретизирует временный фактор этого воздействия - период 1000-3000 лет назад, когда огромные районы Европы, Азии и Африки подвергались эрозии и засолению почв; период 50- 150 лет назад, когда колонизация европейцами обширных земель привела к эрозии почв и перевыпасу; период последних 30 лет, когда увеличение нагрузки на землю в развивающихся странах привело к ускорению развития процессов опустынивания всех видов.

В доисторическую эпоху человек, по словам крупного французского зоолога и борца за охрану природы Ж. Дорста, "...подобно животным вел себя по отношению к природе одновременно и как хищник и как соперник, но вместе с тем, он приспособлялся к окружающей среде, подчиняясь ее требованиям и изменяя свой образ жизни в соответствии с климатом и условиями того местообитания, в котором обосновался". Будучи собирателем, охотником и рыболовом, первобытный человек практически не влиял на природные экосистемы. В тех же случаях, когда это Происходило (пожары), нарушения экосистем восстанавливались самой Природой.

В раннеисторическую эпоху (период рабовладения и феодализма) в связи с развитием натурального уклада хозяйства биологическое равновесие между человеком и природой довольно быстро исчезло: охотник стал скотоводом и земледельцем. Расширив арсенал орудий производства, он вместе с тем расширил и границы в природные экосистемы. Увеличение поголовья скота заставляло искать новые участки для выпаса. Бывший скотовод, превратившись в земледельца, еще глубже изменил первичные ландшафты. Окружающая среда Ближнего Востока, Средиземноморья, районов Центральной Америки

первая приняла на себя удары топоров и действия плугов, нарушивших навсегда биоэнергетические связи ее компонентов.

Ф. Энгельс писал: “Людам, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и в других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения власти”[Маркс К; Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 496]. Начавшееся в больших масштабах уничтожение лесов повлекло за собой начальную стадию деградации почв - эрозию.

В. Массон (1977) подчеркивает, что вторжение человеческой культуры в пустынную зону в эпоху классовых формаций носило утилитарно-потребительский характер, что приводило к уничтожению растительности и усилению подвижности песков. Это было связано с чрезмерной эксплуатацией природных ресурсов скотоводами и оживлением торговли путем пересечения пустынь многочисленными тропами и путями. В этот период экосистемы пустынь все еще испытывали относительно незначительное антропогенное влияние за счет выпаса и частичной вырубки кустарников.

И несмотря на это, по-видимому, именно тогда зародился процесс опустынивания. Как ни странно, но человек, своими действиями деградируя продуктивные экосистемы, стал приб-

Таблица 16

Типология опустынивания	
Континент	Тип опустынивания
Африка	Ирригационно-богарно-скотоводческий
Азия	Богарно-ирригационно-скотоводческий
Австралия	Богарно-скотоводческий
Северная Америка	Скотоводческо-техногенный
Южная Америка	Техногенно-богарно-скотоводческий

Опустынивание в странах Африки

Континент, который по словам Ж. Гарруа, еще недавно считался “Эльдорадо девственных земель”, занимает ведущее место по развитию процессов опустынивания, что определяется общей площадью опустынивания, составляющей 17,3 млн.км² (Дрегне, 1981).

По ориентировочным данным Г. Шанца (1940– 1943), на долю тропических и субтропических пустынь и полупустынь в Африке приходится 11–32% территории.

Крупнейшая пустыня мира Сахара во многом определяет характер физико-географических процессов в обширной зоне африканского континента севернее 10-й

параллели. Подобное действие в несколько меньших масштабах оказывает пустыня Калахари на крайнем юго-западе Африки.

Последняя оценка потенциала опустынивания Южной Африки сделана на Конференции ООН по проблемам опустынивания (UNCOD, 1977). Территории Намибии, Ботсваны и более половины Южной Африки считаются потенциальной пустыней, причем обширные районы Капской провинции и часть Северного Трансвааля подвержены очень высокой степени риска. Опасность опустынивания стала реальностью вследствие уязвимости земель, нагрузки землепользования и воздействия климатических факторов.

До колонизации окружающая среда Африки находилась в устойчивом равновесии. С приходом европейцев это равновесие нарушилось за счет роста пахотных земель, интенсификации использования пастбищных земель и включения континента в целом в сферу мирового производства.

Английский ботаник Стеббинг (1935, 1938, 1953) едва ли не первым с тревогой указал на распространение пустынных условий на семиаридные страны севернее и южнее Сахары.

Им установлено, что в излучине Нигера, севернее Тимбукту, Сахара наступает на саванны со скоростью около 1 км/год. В последние десятилетия в связи с непрерывно усиливающимся воздействием человека на различные экосистемы континента и в том числе пустынь и полупустынь эта скорость значительно возросла (табл. 17). В настоящее время в аридных районах имеются все распространенные формы опустынивания: перевыпас, водная и ветровая эрозия, засоление и переувлажнение, резкое истощение питательных веществ в почвах за счет укороченности перелога, последствия строительства дорог, промышленных предприятий и т.д. Дорст (1968) подчеркивает, что губительное “вторжение” скотоводства в Африке характеризовалось коренными изменениями окружающей среды.

В большей части маргинальных районов Африки в сухие сезоны с незапамятных времен выжигают растительность. Этот разрушительный способ вызывает обеднение растительности, деградацию луговых сообществ, “цементирование” земель и ускоренную эрозию.

Скотоводство, развивающееся в маргинальных зонах, являясь важнейшим источником питания, стало одновременно и причиной деградации почв. Превышение допустимой нагрузки на естественные пастбища вызывает эрозию за счет уничтожения растительного покрова и выбивания почвы, ведет к обеднению видового состава за счет уничтожения скотом ценных кормовых растений.

Перегрузка пастбищ начинается тогда, когда для содержания домашнего скота человек вынужден уничтожать или допускать уничтожение растительности вокруг своих поселений. На юге Сахары с появлением первых полупустынных растений кочевники обрезают ветки акаций на корм верблюдам и козам. Положение ухудшается по мере продвижения пустыни и увеличения поголовья скота.

Таблица 17. Площади аридных земель в Африке, подверженных опустыниванию, тыс. га (по Dregne, 1981)

	Орошаемые земли	Богарные земли	Пастбищные земли
--	--------------------	-------------------	------------------

Страна						
Алжир	330	65	4500	4000	83000	76500
Ботсвана	1	0,20	30	20	50000	10000
Верхняя Вольта	5		2700	2500	16000	15000
Гамбия	29,5	5	200	100	0	0
Джибути		0	0	0	2,2	2,2
Египет	2855	735	5	1	10000	9700
Зимбабве			300	150	7500	4000
Камерун	2	0,30	8	7	10 -	6
Кения	42	1,10	300	270	22000	21000
Ливия	135	12	2500	2000	35200	33600
Мавритания	28	0,15	1500	100	72300	71000
Мадагаскар	900	45	200	150	5000	4800
Мали	90	12	2000	1500	108000	106000
Марокко '	680	125	7000	5600	28000	27200
Намибия	7	0,10	10	5	66000	16500
Нигер	6	0,83	4000	3000	104000	101000
Нигерия	15	0,60	5500	5200	30000	28000
Острова Зеленого Мыса	1	0,03	45	30	0	0
Сенегал	135	0,10	2400	2000	13000	12100
Сомали	165	9	1000	950	63600	57500
Судан	1600	250	3500	2600	203000	198000
Танзания	55	4	2400	1900	28000	14000
Тунис	130	50	3000	2100	10100	9000
Уганда	8	0,20	—	—	375	350
Чад	3,5	0,17	1800	1700	97000	96000
Эфиопия	55	5	3500	3100	85125	77000
ЮАР	1017	46	1000	650	45000	38000
Всего	8295	1366,78	48048	39633	1182212,2	1026258,2

* Данные Зонна И. С., Носенко П. П. (1981).

По масштабам антропогенного опустынивания прежде всего за счет дефляции Африка стоит на первом месте в мире (Mankind get., 1977). Вследствие чрезмерной эксплуатации почвенно-растительных ресурсов (особенно из-за перегрузки пастбищ и рубки кустарников) в Северной Африке ежегодно опустынивается более 100 км² (Аууад Mohammed, Ghabbour Samir, 1977). Уничтожение лесов и кустарников, начавшееся

столетия назад и осуществляющееся по принципу “бери, что ближе лежит”, привело к катастрофическим последствиям.

В Верхней Вольте в 1955 г. население столицы Уагадугу добывало дрова в непосредственной близости от своих жилищ. Сейчас все леса вокруг города сведены в радиусе 35 км. Аналогичные картины наблюдаются вокруг крупных городов Нигера, в поясе Сахеля и Восточной Африке. Сомали уже стоит на грани катастрофы. На Эфиопском плато ежегодно, начиная с середины XX в., леса сводятся без восстановления на площади около 1000 км², что уже привело к катастрофическим засухам в провинциях Волло и Огаден. Seidlitz (1977) метко подметил, что все эти районы являются районами, “где будущее сожжено”.

Предполагая среднее потребление древесины 1,5 кг/чел/сут. и что 60% населения в аридной зоне использует этот вид топлива (плюс 10% на навоз), мы имеем ежегодное потребление около 59 млн. т, или теоретически денудацию 59 млн. га из 400 млн. га Средиземноморской зоны Африки. Это соответствует ежегодной скорости денудации в 14% (Le Houerou, 1977). Только за счет частичного восстановления растительности во “влажные” годы превращение Средиземноморья в полную пустыню возможно займет не 50, а 100 лет (Floret, Le Flogh, 1973). В аридной и семиаридной зонах Африки ведение сельского хозяйства без орошений невозможно (табл. 18).

Таблица 18. Страны Африки с дефицитом осадков (по Fauck, 1978)

Страна	Площадь дефицита осадков, % к общей площади страны	Страна	Площадь дефицита осадков, % к общей площади страны
Египет	100	Сенегал	87
Ботсвана	91	Сомали	100
Чад	92	Западная Сахара	100
Эфиопия	74	Верхняя Вольта	94
Кения	75	Алжир	96
Мали	95	Ливия	100
Мавритания	100	Марокко	85
Намибия	90	Судан	91
Нигер	100	Тунис	92

Площадь орошения в Африке составляет 8481 тыс. га, причем почти 80% ее приходится на страны, расположенные в вышеуказанных зонах (Зонн, Носенко, 1981).

Широкое распространение в пределах Северной Африки и Египта получило “иригационное” опустынивание в форме засоления и подтопления орошаемых и окружающих территорий. Эта проблема вызвана чрезмерными поливами фильтрацией из

каналов, отсутствием необходимого дренажа' а в отдельных районах – с использованием для поливов минерализованных вод.

Расширение орошаемых земель увеличивает потери земель за счет засоления 30–40 тыс. га/год (Le Houeou, 1977). Особое место в этой проблеме занимает деятельностью оазисов.

Опустынивание районов на сахарской границе в Северной Африке происходит со скоростью 100 тыс. га/год, что в большинстве случаев обусловлено деятельностью человека (Le Houeou, 1968). М. Толба (1977) указывает, что Сахара “растет” на 1,5 млн. га/год. Ежегодно африканцы теряют площадь, равную площади Ямайки, каждое десятилетие – площади Чехословакии.

По данным Агентства международного развития США, на южной окраине Сахары 60 тыс.км² (65 млн. га) некогда продуктивных земель превратились в пустыню в течение последних 50 лет; около 60 тыс.км² теряется ежегодно (табл. 19).

Все исследователи единодушны в том, что причина резкого снижения продуктивности обширных зон, примыкающих к Сахаре, – выбивание пастбищ скотом и чрезмерная эксплуатация земель. Кочевники-туареги говорят, что Сахара – это шкура леопарда: среди бурых скал, каменистых россыпей и желтых песков темными пятнами разбросаны зеленые рощи оазисов. В большинстве случаев в Алжире, Египте, Ливии, Тунисе, Марокко отмечается их постепенная гибель, обусловленная засолением, заносами песка, оттоком населения. По расчетам Де Воса, в 1975 г. средние годовые потери почв в Африке – 715 т на 1 км² (в Европе 84 т). По другим расчетам, из 18,3 млн.км² засушливых земель здесь более 72% в той или иной степени могут считаться деградированными (Hidore, 1978).

Немаловажный фактор, способствующий развитию процессов опустынивания в Африке, – пыльные и песчаные бури. Объем выносимой в атмосферу пыли неуклонно и быстро возрастает.

Таблица 19. Темпы деградации земель в Африке (Matlock, 1981)

Местоположение	Скорость деградирования земель	Автор
Пустыня Сахара	17 тыс. га/год	Стеббинг, 1935
Ливия	40 тыс. га/год	Ле Уэру
Северная Америка	18 тыс. га/год*	
Пустыня Сахара	100 тыс. га/год	Ле Уэру, 1970
Пустыня Сахара	64 750 тыс. га/50 лет	Клаус
Пустыня Сахара	180 км ² за 200 лет	Агенство международного развития

* Только за счет вырубки деревьев.

Ветровая эрозия создает серьезную угрозу для почв с поверхностью, недостаточно закрепленной растительностью. Более мелкие частицы почв такие, как пыль, глина и органика выдуваются и уносятся ветром на значительные расстояния, оставляя более грубые фракции – песок, гальку. В экстремальных условиях и песок приходит в движение.

Анализ пыльных бурь, а также их мониторинг в Сахаре и Сахельской зоне проведен в 1977 г. на специальном семинаре в Готеборге (Швеция), материалы которого опубликованы в трудах СКОПЕ (Saharan Desert, 1979). На семинаре отмечалось, что сахарская пыль концентрируется на островах Барбадос, Тенериф, Зеленого Мыса. Многие авторы не исключают, что перевыпас на территории Судано-Сахельской зоны – источник сахарской пыли. Полевые измерения, проводившиеся летом 1974 г., показали, что над западным побережьем Северной Африки перенесено 200 млн. т почвенной пыли.

В последние 10 лет перенос пыли на запад от Барбадоса до Африки составляет ежегодно 25–37 млн. т, а общее количество выноса пыли в атмосферу с континента превысило 60 млн. т/год. За 1966–1973 гг. содержание взвешенных частиц возросло с 6 до 24 мг/м³ воздуха в среднем для континента (Hidore, 1978).

Е. Стеббинг (1938) приводит пример постепенного наступления пустыни Туркана в Северо-Западной Кении под воздействием господствующих ветров, разносящих пески иссохших берегов озера Рудольф. Выбивание пастбищ стадами животных разрушает структуру поверхности почвы. Под действием ветра начинает развиваться ветровая эрозия. Во влажные периоды скотопроегонные тропы превращаются в русла временных водотоков, вдоль которых развивается водная эрозия, ведущая к гибели многих растений. Так, развитие эрозии и уничтожение растительности привело к возникновению условий пустыни в Северной Уганде, где осадки составляют 635 мм/год.

Усиление засушливых условий в Судане и Сомали, приведшее к распространению пустынной растительности, связано с уменьшением поглощения влаги из-за перевыпаса и вытаптывания растений домашними животными, а не с климатическими изменениями (Cloudley-Thompson, 1974). Наибольшее внимание общественности привлекает процесс расширения площадей пустынь в Западной Африке. Однако эта опасность существует и для таких стран, как Судан, Эфиопия и Сомали, расположенных в восточной части континента. В настоящее время Судан имеет потенциальную возможность стать житницей арабских стран благодаря огромным площадям неиспользуемых земель и вод Нила. Но, если ухудшение природных ресурсов этой страны не будет приостановлено в ближайшее время, возможность эта в значительной мере сократится. Известный египетский эколог С. Габбоир отмечает, что наиболее тревожным с экологической точки зрения является постепенное смещение к югу растительных зон в Судане, сопровождающееся сведением лесов и расширением пустынь. Пустыни занимают место степей, степи – саванн, саванны – бывших лесов.

Продвижение Сахары к югу связано также с широким распространением здесь и на севере суданских равнин древних дюнных полей, выдвинувшихся сюда в одну из эпох аридного климата плейстоцена. Закрепленные растительностью, при ее повреждении в результате выпаса скота, дюны начинают развеваться, и пески перемещаются к югу под действием северо-восточных ветров Сахары (Харматтана).

Критическими областями опустынивания, определенными по космическим снимкам, являются участки северо-западнее излучины р. Нигер, северо-западнее оз. Чад и южнее Дарфура и Кордофана в Судане (Виноградов, 1976).

Вот описание ситуации, которая сложилась в Судане: “Песок, всюду песок. Он сыплется, кажется, с неба, затмевая красноватой пеленой солнце, палящее нещадным зноем. Ветер гонит его по улицам, заноса в дома. Он забивается в одежду, оказывается на посуде, скрипит на зубах. Хартум, город с миллионным населением на берегу Нила, медленно погружается в песок” [“За рубежом”, 1982 г., № 12 (1133)]. Опасаются также, что в скором времени пески поглотят Дакар – столицу Сенегала.

Одновременно с продвижением Сахары на юг, которое стало особенно заметным с начала 70-х гг., пустыня расширяет границы и в северном направлении – к Средиземному морю. В течение текущего столетия население сухих районов Северной Африки увеличилось в 6 раз. В то же время быстрыми темпами шло уничтожение растительности в Марокко, Алжире, Тунисе и Либерии, особенно после 1930 г., когда численность населения этих стран стала увеличиваться особенно быстро. Интенсивное использование пастбищ, чрезмерное расширение посевов зерновых культур и вырубка деревьев на топливо привели к ухудшению плодородия земель в этих странах и превращению, по данным ФАО, в пустыни примерно 100 тыс. га земель в год.

Проблема расширения площадей пустынь существует и в Южной Африке, особенно в Ботсване. В Кении и Танзании чрезмерным выпасом скота серьезно повреждены огромные полусухие районы, используемые под пастбища.

Опустынивание в Африке резко усилилось катастрофическими засухами, начало которых относится к концу 60-х гг. и которые с небольшими перерывами и сменой мест продолжаются и по настоящее время.

В 1968–1973-е гг. засухе подверглись практически все страны Судано-Сахельской зоны от Сенегала до Сомали, но особенно ощутили ее Сенегал, Мали, Мавритания, Нигер, Чад. Анализ годовых изогнет в этой зоне показал, что в период засухи 1972 г. изогнета 200 мм сместилась на 180–250 км к югу по сравнению с нормальным периодом 1931–1960 гг. (Rapp, 1977). Наблюдалось массовое высыхание колодцев, полностью исчезли временные (дождевые) поверхностные водоемы, опустошились естественные пастбища, погибли кустарниковые и лесные насаждения.

Достаточно сказать, что за эти годы три четверти территории Мавритании превратились в пустыню, в большинстве районов которой распространены подвижные пески. В 1980 г. Сахель вновь пережил засуху. Она распространилась на Сенегал, Мали, Верхнюю Вольту, Гамбию, Мавританию, Нигер и Чад [Известия, 1980, 19 дек.].

С 1979 г. жестокая засуха обрушилась на северо-западные районы Намибии – Дамараленд и Каоколенд, где расположена пустыня Намиб. Большинству фермеров, обеспечивающих 10% валового национального продукта и 25% дохода страны от экспорта каракулевых шкур и мяса, пришлось покинуть свои земли. Скот в этих районах полностью исчез. Дикие животные перебрались в другие районы или исчезли.

Небывалая засуха охватила также многие районы Южно-Африканской Республики. Особенно серьезно пострадали обширные территории бангустана Квазулу, где над выжженными солнцем полями, усеянными трупами коров, павших от бескормицы, носятся тучи пыли. Кроме Квазулу, от засухи пострадали территории, размещенные к северо-западу и к востоку от Капской провинции, а также юго-запад Оранжевой провинции. В некоторых районах хорошего дождя не было с начала 1977 г., и реки почти пересохли. [За рубежом, 1980, № 37 (1054).]

Таково в общих чертах развитие процессов опустынивания в целом на континенте. Для более полного представления ниже приводится описание опустынивания в отдельных странах, с одной стороны, наиболее подверженных им, с другой — имеющей определенный характер их проявления.

Египет. Почти 96% общей площади Египта, составляющей около 1 млн. км², — пустыня. Остальные 4% (2,7 млн. га), расположенные в долине и дельте Нила, являют собой интенсивно используемые в земледелии плодородные почвы, которые по праву считаются “даром Нила”. Орошаемое земледелие — единственный возможный путь получения сельскохозяйственной продукции, которое наряду с большим эффектом в значительной мере непрерывно обостряет или по крайней мере держит в определенном напряжении экологическую обстановку.

В 1980 г., по данным ФАО, из общего количества населения 41,9 млн. чел. около 50% (21,2 млн. чел.) занято в сельском хозяйстве. Сельскохозяйственный сектор страны дает около 30% валового национального продукта.

В условиях лимитированных плодородных земель планируемый рост населения страны на 2000-й год при ежегодной норме прироста 2,6% становится весьма критическим.

Обрабатываемые земли характеризуются очень высокой плотностью населения, в орошаемых районах — 1320 чел/км². Интенсификация сельского хозяйства потребовала замены систем орошения на круглогодичное, чему способствовало строительство Высотной Асуанской плотины.

Почвенно-климатические условия и нерациональное использование обрабатываемых земель в Египте привели к серьезному развитию таких форм опустынивания, как широкомасштабное вторичное засоление и подтопление орошаемых и окружающих их земель, а также дефляция и эрозия пустынных земель.

Среди основных факторов вторичного засоления почв, которое могло быть поднято до уровня национальной проблемы страны, в первую очередь следует назвать переход к системе круглогодичного орошения на фоне отсутствия или незначительного дренажа.

В результате избыточной подачи воды при постоянном орошении в течение нескольких лет на большей части возделываемых в дельте земель уровень грунтовых вод поднялся и достиг критической величины. В условиях отсутствия дренажа и при высоких нормах испарения подтопление привело к проявлению засоления.

По оценке 1960 г., площадь земель, подверженных засолению, составляла 310 тыс. га, из них 150 тыс. га было в восточной части дельты, 60 тыс. га — в средней, 40 тыс. га — западной и 40 тыс. га — в Верхнем и Среднем Египте. По современным оценкам, площадь засоления увеличилась до 800 тыс. га, что составляет 30% всех обрабатываемых земель (Khatib, 1971, Zikki, El-Sawaby, 1980).

Характерный пример засоления за последние 15 лет — район Западной Нубарии, расположенный в 50 км юго-западнее Александрии. Организация здесь орошаемого земледелия и садоводства в 1968 г. на площади 200 тыс. га с первоначальной глубиной залегания грунтовых вод от 20 до 60 м уже через три года вывела их на глубину до 3 м (Schuize, Ridder, 1974). Причина этого — недостаточно правильно запроектированная и построенная система дренажа.

Цепь депрессий, расположенных западнее долины Нила, известной под названием Вади Эль-Гедид (“Новая долина”), орошаемая артезианскими водами, в настоящее время вследствие засоления потеряла с 1960 г. две трети орошаемых площадей. Развитию засоления в Новой долине способствуют несколько факторов: чрезвычайно аридный климат, с почти полным отсутствием осадков, высокими температурами (июль — средняя 31°) и испаряемостью 4000 мм/год. При этом депрессионный характер рельефа затрудняет работу дренажа. К тому же увеличилась опасность наступления подвижных песков. В оазисе Харга барханы перемещаются со скоростью 15 м/год. В результате последнего потеряны значительные площади садов в таких древних оазисах, как Дахла и Харга (Meckelein, 1976, 1980).

Более яркий пример опустынивания — один из наиболее известных и древних (331 до н.э.) оазисов Сахары — оазис Сива, расположенный в северо-западной части Египта, в 300 км от Средиземного моря и 500 км западнее долины Нил, на 18 км ниже уровня моря, и площадью 750 км². Здесь, как и в других оазисах Египта, орошение вызвало засоление земель за счет подъема грунтовых вод вследствие затрудненного естественного дренажа. “Истощение” подземных источников воды, которых ранее насчитывалось около 1000 (Wakid, Marriey, 1953), а в настоящее время только 300, упадок ирригационных систем, существовавших многие столетия, резко сократили обрабатываемую площадь оазиса. Анализ причин свидетельствует о том, что лишь в редких случаях опустынивание вызвано климатическими изменениями или другими естественными факторами. Ведущая роль в этом принадлежит антропогенному воздействию. Запустению сельскохозяйственных земель во многом способствовали социально-экономические изменения. Несмотря на то, что население оазиса с 1960 г. по 1976 г. почти удвоилось, достигнув 7200 чел., значительная активная часть его эмигрировала на заработки с одной стороны в Ливию, с другой — плотнонаселенные районы долины Нила (Ghonaim, 1980).

В последние два десятилетия в Египте проведены работы по исследованию опустынивания, вызываемого эрозией и дефляцией пустынных земель и переотложением их продуктов на плодородных землях (Kishk, 1977; Dawood e.a., 1974; Philobbos, Kishk, 1976). Все они подчеркивают тот факт, что в зоне контакта пустыни с аллювиальными отложениями в долине и дельте Нила, которая составляет 3—4 км по обе стороны долины Нила, наблюдается изменение механических и физико-химических свойств почв в сторону уменьшения их плодородия.

Кишк (Kishk, 1980) считает, что почвы, подверженные опустыниванию, занимают на протяжении 1200 км долины Нила с каждой стороны по 3 км. Отсюда площадь их составит 720 тыс. га. Предположив также, что потери сельскохозяйственной продукции вследствие этого процесса составят 25%, он пришел к выводу о потере 8% валового национального продукта, что оценивается в 100 млн. египетских фунтов в год. Наступление пустыни на плодородную долину Нила, по данным египетского геолога Ф. Эль-База (1977), происходит со скоростью 13 км/год.

Тунис. Территория Туниса, пожалуй, наиболее изучена в плане процессов опустынивания. Этому способствовали работы по изучению природных ресурсов страны в течение более 30 последних лет. Особый вклад в понимание многих процессов, связанных с опустыниванием, внес французский ученый Ле Уэру (Н. Le Houerou). Его исследования во многом предопределили направления работ, связанных с предотвращением опустынивания.

Граница аридных и пустынных земель в стране проходит примерно по изогие 350 мм, соединяющей города Кассерин и Эндивилль (рис. 6). Эта площадь (120 тыс. км²)

разделяется на две зоны: аридную со среднегодовыми осадками 100—350 мм, покрывая 55 тыс. км² (34% площади страны) и пустынную с осадками менее 100 мм (63 тыс. км², или 40% площади страны).

Следует отметить, что эти границы осадков имеют определенное биогеографическое и агрономическое значение. Изогieta 350 мм соответствует северной границе степной растительности (полупустыне — в нашем понимании, Le Houerou, 1970) и южной границе регулярного и продуктивного производства богарных зерновых. Изогieta 100 мм ограничивает распространение на север многих пустынных видов, в то же время является южной границей неорошаемого земледелия (Le Houerou, 1959).

Пустынная зона Туниса представлена каменистым реками с чрезвычайно скудной растительностью и Большим Восточным Эргом, чьи дюны покрывают площадь около 25 тыс. км². Кроме того, в этой зоне около 5,6 тыс. км² площади занято шоттами — обширными засоленными депрессиями, лишенными растительного покрова.

По данным Ле Уэру (Le Houerou, 1969), между изогиями 250—400 мм степь явилась результатом деградации лесной растительности, которая представлена *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea* или *Tetraclinis articulata*. Деградация растительности усилилась особенно за последние полвека, что было вызвано быстрым ростом населения, который не замедлил сказаться в форме интенсивного перевыпаса, расширения эпизодических участков выращивания зерновых и сведения древесных культур на топливо. Сведение на топливо исчислялось в 1 кг/чел./сут, что составляло в среднем 0,5-1 га/чел/год (Le Houerou, 1970). Только в вилайете Габес сведение лесов на топливо разрушило 10 тыс. га степи в год (Floret, and Le Floch, 1972).

По подсчетам, в Тунисе за 1890-1975 гг. было расчищено и возделано 2,7 млн. га бывшей степи (A/conf. 74/4).

В начале XX в. *Stipa tenacissima* покрывала 1,35 млн. га земель в Тунисе (Bondy, 1950). Разрушение ее шло настолько быстро, что на сегодня осталось лишь 600 тыс. га, и дальнейшее разрушение идет со скоростью 10 тыс. га в год (Le Houerou, 1969).

Интересное исследование сделали Флоре и Флок (Floret and Le Floch, 1973). Используя предложенное ими моделирование, получили количественное выражение процессов опустынивания и их прогресс как функцию различных типов землепользования за период свыше 25 лет на площади 20 тыс. га. Исследование показало, что если существующие тенденции будут продолжены до 2000 года, площадь опустынивания увеличится с 35 до 65%. Производство продукции уменьшится до 35%.

Население аридной и пустынной зоны составляет 2,8 млн. чел., из них 2,2 млн. живут в сельской местности. Количество кочевников в Тунисе оценивалось в 300 тыс. чел. Плотность населения в аридной зоне составляет 31,8 чел/км². Рост населения увеличивается быстро. За 1966-1975 гг. он составил 2,32%, что считается одной из основных причин темпов опустынивания в маргинальных районах Сахары. Это выражается, прежде всего, в интенсивном сельскохозяйственном использовании земель, превышающем их потенциальные возможности.

Темпы антропогенного опустынивания усилились за последние 100 лет. Ле Уэру (1959) определил и объяснил процесс опустынивания: “В Южном Тунисе, где человек создал пустыню, климат является только благоприятным обстоятельством..., опустынивание

происходило в основном в течение двух мирных периодов высокого демографического роста: в период Римской империи и в настоящее время”.

Действительно, аридная зона Туниса имеет долгую историю. Ей характерны остатки нескольких исторических цивилизаций. Эта зона была значительно населена и возделывалась в течение первых семи веков нашей эры, когда являлась частью Римской империи, иногда считалась ее “кормилицей”. Часть территории в районе Гафса, также как побережье залива Габес, была занята оливковыми плантациями, от которых остались лишь отдельные экземпляры и руины маслобоен. Сохранились многочисленные остатки гидротехнических сооружений этого же периода.

С середины VII в. после завоеваний арабами до конца XIX столетия аридная зона Туниса подчинена жизненным укладам кочевых и полукочевых скотоводческих племен. Результат этого - исчезновение многих деревень, заброшенность многих оросительных сооружений, резкое нарушение флористического состава естественных пастбищ.

Темпы опустынивания маргинальных земель пустыни достигают нескольких сот тысяч гектаров в год. Исследование района площадью 106 тыс.км² в южной части Туниса показали, что менее чем за 10 лет “антропогенная” пустыня распространилась на 12,5 тыс.км² (С. Floret, E. Le Floch, 1976). О “разрастании” пустынь говорит и сравнение карт, аэрофотоснимков, сделанных 10-30 лет назад, с современными. Флок (Le Floch, 1976), дешифрируя аэрофотоснимки с целью изучения эволюции землепользования в степной зоне между Габесом и Гафсой на площади 80 тыс. га (среднегодовое количество осадков 170 мм), получил следующие результаты: в 1948 г. - 87% пастбищ и 13% культур; 1963 г. - 72 и 28%; в 1975 г. - соответственно 58 и 42%.

Исследования, проведенные Х. Меншингом (1977) в степной зоне Туниса на землях Улед Сиди Али Бен Аун, показали тесную связь процессов опустынивания (при условии сильной ветровой эрозии) с оседлостью номадов Хаммама в начале XX века.

Опустынивание за счет чрезмерной вспашки этих степей началось в период Римского владычества, когда земли систематически вводились в оборот, попадая под плуг. На рис. 7 приведена схема двух фаз опустынивания с фазой относительной сохранности почв между ними в период Арабской номадизации. Это не исключает роль климатических колебаний.

Г. Лашова (1979), выделяя три этапа в эволюции системы-“природа - человек” в Тунисе, указывает, что механическое перенесение колонистами в Тунис европейских агротехнических приемов при нарастании плотности земледельческого населения вследствие “демографического взрыва” вызвало широкое развитие эрозии почв, потерю почвенного плодородия, сокращение лесных массивов, наступление-пустыни. После снятия урожая поверхность почвы подвергается интенсивной ветровой и водной эрозии. Потери верхнего горизонта почвы в результате ветровой эрозии составляют в Южном Тунисе 10 т/га/мес (Floret and Le Floch, 1976). В маргинальной зоне Сахары они достигают 200-250 т/га/ /год (Le Houerou, 1977).

Рис. 7. Схема этапов опустынивания в степях центрального Туниса (Mensching, 1977). Ситуация: I - доримский период (экологическое равновесие); II- послеримский период (первая фаза опустынивания в результате возделывания земель римлянами); III - доколониальный период (кочевое скотоводство, сопровождающееся меньшим истощением почвы); IV - время французского колониального господства и в настоящее время (расширение земледелия; формирование небки; вторая фаза опустынивания), а-

степи с редколесьями; б - скелетные почвы с начальной фазой формирования небки; в - травянистая степь; г - небка с зарослями на полях. 1 - осадочные отложения; 2 - кальциевая кора; 3 - осадочные отложения; 4 - коренные породы.

Среднее поголовье домашнего скота аридной и пустынной зоны Туниса составляло: 2 млн. овец, 600 тыс. коз, 100 тыс. ослов, 70 тыс. крупного рогатого скота, 150 тыс. верблюдов (Le Houerou, 1970). Поголовье скота меняется вследствие колебаний климатических условий и низкой продуктивности. Разница в приросте поголовья скота из года в год не постоянна и иногда может достигать 400% в аридной зоне, а на границе с Сахарой - 700% (Le Houerou, 1962). Соотношение кочевых стад коз и овец в Тунисе превышает более 25%. Стада менее 100 голов составляют около 70% общего поголовья, а в 200 голов - менее 10% (Le Houerou, D. Fromet, 1966). Численность поголовья скота, несмотря на отмеченные сложности, непрерывно растет. Отсюда особое значение для страны имеет использование естественных пастбищ, составляющих основу кормовой базы животноводства.

На песчаных почвах доминирует полевая полынь, образуя высокопродуктивные пастбища (200-600 корм. ед.), на глинистых и суглинистых почвах растительные группировки с белой полынью представляют более скудные пастбища (8-200 корм. ед.). Общая производительность пастбищ зоны степей оценивается в 150-300 тыс. кал/га/год.

Перегрузка пастбищ, по подсчетам Ле Уэру, составляет не менее 75% (1962). Вследствие расположения большей части естественных пастбищ в засушливых районах страны значительная площадь (около 40% с.-х. угодий), занятая ими, слабо компенсирует низкую продуктивность. В Тунисе еще очень редки сеяные пастбища и луга, несмотря на их рентабельность.

Ле Уэру подчеркивает, что процесс опустынивания необратим на маломощных почвах более сухих частей аридной зоны (1959, 1977). Он считает, что процесс опустынивания в целом прерывист во времени и особенно ярко может быть выражен только при периодически повторяющихся затяжных засухах, которые имели место в 1920-1925, 1944-1948, 1959- 1961 гг. в зоне Средиземноморья.

На Мировой карте опустынивания Центральный Тунис до степных районов Габеса и Медины на юге выделен как зона очень высокого риска опустынивания с высокой степенью антропогенной нагрузки, большим количеством скота и сильной ветровой и водной эрозией. На карте опустынивания Г. Дрегне единственной областью, характеризующейся как область сильного опустынивания, отмечена область Гафса в Тунисе (табл. 20).

Наиболее ярко процесс опустынивания выражен в так называемой Судано-Сахельской области, во многом однотипной, однако не исключающей оригинальность природных, исторических и социально-экономических условий, определивших в значительной мере характер процессов опустынивания. Эта аридная подтропическая область включает полностью или частично 16 африканских стран, расположенных в широком поясе, протянувшимся через весь Африканский континент южнее Сахары и севернее экватора от Атлантического океана на западе до Индийского океана и Красного моря на востоке.

Из табл. 21 видно, что около 80% общей площади района занимают аридные или семиаридные земли, где количество осадков колеблется в пределах 100-800 мм, составляя 33% площади этих земель.

Не вдаваясь в географический экскурс климатических и геоботанических определений граничных условий Судано-Сахельской области, остановимся на рассмотрении западной и центральной ее части, часто просто именуемой Сахель.

Сахель - в переводе с арабского языка означает “пограничная полоса”, “край” (пустыни). Эта часть включает страны: Сенегал, Мавританию, Мали, Верхнюю Вольту, Нигер и Чад. Площадь Сахеля в пределах этих стран около 4 млн.км² из общей площади 5,25 млн.км²., Мы уже подчеркивали, что именно эти страны в полной мере испытали и испытывают последствия катастрофической засухи, послужившей началу широкого развития опустынивания. Засуха, а вместе с ней и опустынивание практически полностью уничтожили сельскохозяйственную базу этих стран, экономически наименее развитых на африканском континенте (см. табл. 21).

Таблица 20.Площади опустынивания в Тунисе.

Степень подверженности опустыниванию	Площадь, км ²	Отношение к общей площади страны, %
Слабая	18200	17,2
Средняя	42200	39,7
Сильная	12500	11,7
Пустыни	33300	31,4
Итого	106200	100,0

Таблица 21. Площади аридных и семиаридных земель, население и доход на душу населения в Судано-Сахельской зоне.

Страна	Население, тыс.чел.	Доход на душу, \$ США	Площадь** суши, тыс.км ²	Площадь аридной и семиаридной зоны**, %		Площадь орошаемых земель***, тыс.га
Острова Зеленого Мыса	306	270	4	3	80	
Чад	4416	110	1284	1091	85	-
Джибути	325	420	22	22	100	-
Эфиопия	31799	130	1222	855	70	55
Гамбия	586	260	11	0	0	25
Кения	15307	380	583	437	75	42
Мали	6469	140	1240	1178	95	90
Мавритания	1589	320	1031	1031	100	-
Нигер	5155	270	1267	1267	100	6
Нигерия	82503	670	924	185	20	15
Сенегал	5525	430	196	186	95	135
Сомали	3353	отсут.	638	638	100	165

Судан	17885	370	2506	2255	90	1600
Уганда	12797	290	236	28	12	8
Камерун	8248	560	476	48	10	-
Верхняя Вольта	5642	180	274	247	90	-
В целом по Судано- Сахельскому району	201905	-	11914	9471	-	-

* Источник: 1980 World Bank Atlas за искл. сумм населения мира, оценка которого делается по отдельным, хотя и сравнимым, источникам World Bank.

** Источник: Arid Lands Newsletter, No 10, April 1979 (Office of Arid Lands Studies, Univ. of Arizona, Tucson). *** Данные И. С. Зонна, П. П. Носенко, 1981.

Рис.8.

Сахель - климатическая зона, никакие естественные границы не отделяют ее ни от Сахары, ни от Судана. За северную климатическую границу принимают положение изогипсы 100-200 мм, южную - 600-800 мм (Boudet, 1975). Как было показано выше, Сахель имеет “плавающие” границы, их сужение или расширение зависит от количества годовых осадков (рис. 8). С 1965 г. после резкого падения количества осадков северная граница Сахельской зоны в течение 10 лет ежегодно продвигалась к югу на 9 км, в 1968 г. она продвинулась на 575 км, в 1970-1972 гг. - на 540- 545 км (Rapp, 1975). Периодически повторяющиеся засухи - типичная принадлежность сахельского климата. С 1964 г. в Сахеле годовые осадки ни разу не достигали среднего уровня, характерного для периода 1931-1960гг., в 1971-1973 гг. они были на 35-50% ниже этого “нормального” уровня, в 1974-1975 гг. - на 10-15, а в 1976-1977 гг. - на 30% ниже. Поэтому среднегодовое количество осадков, взятое за показатель влажности или критерий выбора формы землепользования, не может служить надежным ориентиром (Меншинг, 1981, Glantz, 1977).

Это дало возможность Д. Винстенлею (Winstanley, 1978) предположить, что правы ученые, считавшие, что в Сахеле произошла не засуха, а стабильное смещение выпадения осадков к югу при градиенте 100 мм в год на каждые 60 км в направлении от Мавритании к Гамбии.

На это изменение естественной обстановки наложился фактор антропогенного воздействия на природные ландшафты, усилившие процессы опустынивания обширной территории Сахеля. Подобные явления могли иметь место здесь и в более ранние эпохи. Однако по степени воздействия они, видимо, уступали явлениям, происходившим в северной маргинальной части Сахары в период Римской империи.

Неэкологические стратегии хозяйственного развития, подсечно-переложная система обработки земли и примитивное пастушеское скотоводство, а также антропогенные изменения природы, оставшиеся от колониального периода, на фоне роста народонаселения послужили причиной истощения и без того ограниченных природных ресурсов.

Делволь (Delwaulle, 1973) считает, что перегрузка экосистем в Сахеле постепенно нарастала и обусловлена многими причинами, важнейшие из которых: демографический взрыв, вызванный главным образом улучшением медицинского обслуживания; улучшение санитарного состояния домашнего скота (ответственные работники животноводческих служб были в основном ветеринарами, и неудивительно, что они сосредоточили усилия не на развитии кормовой базы, а на борьбе с болезнями животных, добившись в этом больших успехов); создание новых водных источников, позволившее скотоводам увеличить свои стада, при отсутствии регламентирования пользования пастбищами; сокращение зоны пастбищ, вызванное продвижением земледельцев на север в относительно влажный период 1945-1967 гг.; использование водных источников, служивших ранее водопоями, для нужд земледелия.

Анализ взаимоотношений общества и среды в Сахеле показывает, что на протяжении нескольких десятилетий в этом районе происходят непрерывное увеличение нагрузки на землю в результате быстрого роста численности населения и поголовья скота; расширение посевных площадей под потребительскими и экспортными культурами (нередко за счет пастбищных угодий); сокращение сроков залежи и продвижение земледелия на север Сахеля за пределы агрономически допустимых границ; сужение территориальных рамок животноводства и растущая переэксплуатация и потрава пастбищ; непрерывное обезлесение территории и общая деградация растительного и почвенного покрова; внедрение современной европейской технологии, далеко не всегда учитывающей специфику местных экологических и социально-экономических условий (Радченко, 1979).

Суммируя эти “нагрузки”, остановимся на двух основных факторах, обусловивших развитие опустынивания, - перевыпасе скота и уничтожении скудной растительности на топливо.

Как отмечалось ФАО (1974), в течение нескольких лет до наступления засухи в этом районе сосредоточилось большое количество населения и скота, что отразилось на интенсивности использования земельных ресурсов. Эта тенденция, еще более усилилась быстрым ростом плотности населения за пределами пастбищных земель, что вело к расширению земледельческих участков, а следовательно, сокращало площадь пастбищных угодий. Ухудшение состояния пастбищных земель вследствие засухи совпало с периодом, когда увеличившиеся стада нуждались в еще большем количестве корма и воды.

Исследования М. Глянца (Glantz, 1977) подтвердили предположение, что периодические засухи в Сахеле лишь усугубили уже начавшийся здесь процесс деградации почв. В Мали поголовье скота еще до наступления засухи в 1968 г. превышало максимально возможное число скота, которое может прокормиться на пастбище без опасности его истощения. По оценкам специалистов, поголовье пастбищного скота в Сахеле в 1972-1973 гг., когда засуха достигла апогея, составляло 21 млн. Это, по мнению Экхольма (Eckholm, 1975), почти вдвое больше, чем можно прокормить в данном районе без нарушения его экологической системы (табл.22).

По мнению Х. Жилле (Gillet, 1975), в Сахельской зоне растительный покров напоминает по внешнему виду экстенсивное пастбище, и на самом деле оно используется как таковое. Поэтому в Сахеле понятия естественного растительного покрова и пастбища могут считаться идентичными.

Табл.22. Численность поголовья скота, тыс. голов*

Страна	Крупный рогатый скот		Верблюды		Овцы		Козы	
Сенегал	2557	2789	7	4	1533	1919	1067	800
Мавритания	2250	1200	707	740	4300	5200	2783	2600
Мали	5400	4422	215	190	5700	6120	5483	5798
В. Вольта	2550	2760	5	6	1648	1850	2473	2800
Нигер	4077	3206	340	353	2745	2600	6122	7318
Чад	4500	3976	397	418	2200	2320	2200	2320
Африка	150479	169933	11348	12164	164163	133562	135015	146020

* Данные ФАО (FAO Production Yearbook, 1980).

Растительный покров пастбищ состоит преимущественно из однолетних растений с коротким вегетационным периодом и редкими деревьями. Растительный покров тесно связан с типом почв. Ж. Буде (Boudet, 1975) отмечает, что в Сахеле на дюнах растут деревья, такие, как *Leptadenia pyrotechnica*, и на песчаных почвах растут однолетние травы (*Schoenefeldia gracilis*; *Cenchrus biflorus*), деревья (*Acacia senegal* и *A. raddiana*); на песчано-глинистых почвах растут такие однолетние травы, как *Aristida adscensionis* и *A. funiculata*; на слабогидроморфных почвах растут *Acacia seyal* и *A. ehrenbergiana*; на песчано-аллювиальных почвах, затопляемых реками и зависящими от длительности паводка, растут такие виды, как (перечислены по мере увеличения продолжительности затопления) *Cynodon dactylon*, *Panicum turgidum*, *Echinochloa stagnina*.

Период активного роста кормовых растений в Сахеле варьирует от одного месяца на севере до трех на юге (в пределах изогнет от 100-200 до 500 мм). Он начинается в конце июня на юге и первой половине августа - на севере, чем и объясняются откочевки скотоводов в северном направлении с наступлением дождливого сезона. Кормовая ценность растений определяется содержанием в них азота. Пастбища, используемые в сухой сезон, больше подходят для содержания стада, если включают богатые азотом кормовые ресурсы. Для содержания скота (особенно крупного рогатого) на каждые 100 кг живого веса требуется 2,5 кг кормов (в сухом весе) в сутки. С учетом потерь от вытаптывания, необходимости воспроизводства пастбищных ресурсов и защиты почвы от эрозии продуктивность пастбищ должна быть не менее, чем вдвое выше расчетной: на каждые 100 кг живого веса скота в течение года нужна площадь, обеспечивающая к концу вегетации 1825 кг травы в сухом весе. Вопреки распространенному мнению, древесный покров в семиаридных зонах не конкурирует с травяным. Слабое затенение, обеспечиваемое разными видами акации, создает благоприятный микроклимат для значительно более продуктивных мезофильных злаков, что подтверждается наблюдениями в Гурме (Мали). Накопленная в сезон дождей биомасса трав, по данным из Сенегала и Мали, значительно сокращается в течение сухого сезона, даже при отсутствии эксплуатации. За время от конца дождливого сезона до марта потери составили 20-50% (в одном случае даже 65%). Частые палы могут распространяться на обширных площадях, особенно когда биомасса трав, накопленная за время вегетации, превышает 1 т/га. Таким образом, дождливый год, благоприятный для производства кормов, может, тем не менее, оказаться годом дефицита кормов, пока меры контроля над палами остаются неэффективными (Boudet, 1975).

Продуктивность сахельских пастбищ значительно меняется от влажных лет к засушливым. В целом, на песчаных почвах потенциальная продуктивность пастбищ нарастает с севера

на юг. При осадках 200 мм она составляет 400- 800 кг/га, при этом используется 300-400 кг/га сухой массы (до 50% площадей выбывает из использования за счет развития процессов эрозии). При норме 300 мм продуктивность достигает 1600-2200 кг/га, используется приблизительно 1500-1600 кг/га (до 20% площадей выбывает из использования в результате развития эрозии). На юге Сахеля при количестве осадков 500 мм растительный покров на 50- 70% состоит из видов, не поедаемых скотом, здесь используется лишь 800 кг/га сухой массы. Таким образом, наиболее продуктивны типичные песчаные сахельские пастбища со средней нормой осадков 300-400 мм/год (Boudet, 1975).

Наиболее характерная черта пастбищных угодий - недостаточная обводненность, что и является основной причиной их нерационального использования.

Экологическое изнашивание Сахеля тесно связано с ведением отгонно-пастбищного скотоводства, которое неизменно размещается за пределами оседлого земледелия. Эффективность его в наличии многих сезонных пастбищ, использовать которые можно лишь путем периодических дальних миграций. Кочевники как бы заполняют экологическую нишу, недоступную для оседлых общин (Johnson, 1975). Выбор основных видов домашних животных и их соотношение в стаде отражают понимание тонкостей экологической обстановки и умение скотовода так манипулировать имеющимися ресурсами, чтобы наилучшим образом добиваться своих целей. Разные виды скота, потребляющие разные корма в различных местах, минимизируют экологический риск. Стремление занять пустующую нишу - первая среди причин продвижения фульбе с их крупным рогатым скотом на влажные нагорья Камеруна и Центрально-африканской республики. Этим же объясняется проникновение на север, в зону, где обычно преобладают племена верблюдоводов, племен, связанных с крупным рогатым скотом, в аномально влажные годы. Особое значение для устойчивости пастбищно-кочевого образа жизни имеют тесные связи кочевых групп с оседлыми земледельческими общинами. Без этих связей существование многих кочевых племен было бы невозможно. В периоды нормальной влажности скотоводы находились в симбиотических отношениях с земледельцами. Они иногда пасли домашний скот земледельцев, за это им разрешалось пользоваться полями, с которых убран урожай, а оставшийся после выпаса навоз служил хорошим удобрением.

После обильных дождей скотоводы вынуждены покидать свои пастбища, так как земледельцы в поисках более плодородных участков земель продвигались дальше на север. Иногда из-за низкой урожайности они покидали уже вспаханные для посева участки земли, которые затем подвергались эрозии. Поселения кочевников таким образом вынуждены были отступить к южному краю Сахары и оказывались в "маргинальной" зоне, ограниченной с севера пустыней, а с юга - поселениями земледельцев, а также тучами мухи цеце. При благоприятных погодных условиях скотоводы сосредотачивали в этом районе относительно большое поголовье скота. Несмотря на то, что с 1967 г. кочевники занимали самые плодородные участки земель, именно они были истощены из-за нагрузки огромного количества скота?.. В результате кочевники, оттесненные сюда оседлыми земледельцами, сами оказались жертвами природной катастрофы.

Сильная перегрузка пастбищ в годы, предшествовавшие засухе, почти во всем Сахеле подорвала возможности естественного возобновления древесной растительности и вызвала ее общее старение, наряду с деградацией травяного покрова. Преобладание старых деревьев и кустарников, наиболее чувствительных к нарушению водного питания, привело к их массовой гибели во время засухи. Отдельные виды полностью исчезли в некоторых районах. Повсеместно можно было наблюдать мертвые стволы *Acacia tortilis*

(*A. raddiana*), поваленные ветром. Сильно пострадало камедное дерево (*A. Senegal*), а также *Commiphora africana* и *Sclerocarya birrea*. В долине р. Сенегал исчезли многочисленные древостой *Acacia nilotica* var. *tomentosa*. Ослабление древесного покрова способствовало ветровой и водной эрозии, еще более ухудшило водный режим почвы ввиду ускорения наземного стока. Кустарниковый покров, наряду с травяным, имеет существенное значение для поддержания нормальной продуктивности скота, особенно в сухой сезон, обеспечивая не только козам, но и крупному рогатому скоту дефицитный в этот период белковый корм (Delwaulle, 1977).

В районе Сахеля отмечены различные типы перевыпаса: постоянный выпас вокруг водопойных пунктов; чрезмерная обработка земель в сочетании с выпасом, использование деревьев на корма и применение палов, ведущих к опустыниванию (Novikoff, 1977). По Boudet (1975) постоянный выпас вокруг водопойных пунктов наиболее часто встречается и наиболее опасен. Обычно каждый колодец окружен поясами различных растительных сообществ, находящихся в той или иной стадии деградации. Иногда разрушение растительного покрова усугубляется тем, что вблизи колодцев кочевники останавливаются на несколько дней и вырубают на топливо рядом стоящие деревья или кустарники.

Выделение поясности вокруг водопоев можно вести по степени проективного покрытия растительности в результате ее выбитости. Непосредственно у колодца, где отдыхает скот, образуется “мертвая зона”, сплошь покрытая навозом и лишенная растительности. Даже при прекращении пользования водопоем растительный покров никогда не восстанавливается до уровня первоначальной сукцессии. В период засухи 1968-1973 гг. голые, выбитые скотом зоны вокруг колодцев, которые эколог Лендж назвал пиосферой, составляли в радиусе 1-8 км. С опустыниванием вокруг водопойных пунктов можно связать и опустынивание по маршрутам перекочевки поголовья скота.

В условиях засухи или распашки земель под богарное земледелие выпас производится лишь на пастбищах сезона дождей.

Х. Баррал (Barral, 1974) сравнивает две категории крестьян с точки зрения практики использования одних и тех же ресурсов. Первая использует пастбищные земли традиционным образом (закрепленные дюны, покрытые растительностью, используют для выпаса в сухой сезон; низменные земли - в сезон дождей). Кормовая продукция пастбища составляет 1 усл. корм. ед. на 8,5 га; здесь нет следов опустынивания или активного образования подвижных песков и снижения продуктивности низменных, пойменных пастбищных земель. Вторая использует дюны, в результате чего погибли деревья *Pterocarpus* и *Acacia*, и дюны стали подвижными. В то же время продукция постоянно эксплуатируемых низменных пастбищ снизилась. В этих районах кормовая продукция составляет 1 усл. ед. корм. на 3,7 га.

Практика использования деревьев на корма в сухой сезон состоит в чрезмерном скармливании верхних частей деревьев. Пожары в Сахеле - явление довольно частое: они могут быть вызваны естественными причинами (молнии) или действиями человека (целенаправленными или случайными). Развитие пожаров и их роль неодинаковы в различных подзонах Сахельской зоны. Так, наиболее уязвима в отношении пожаров, особенно в сухой сезон, подзона типичных сухих саванн. Сомкнутость растительного покрова способствует распространению огня. В то же время сухой сезон достаточно продолжителен: злаковые травы высыхают, деревья приобретают ксерофитные черты, что также приводит к еще большему распространению пожаров.

В сахельской подзоне (опустыненной саванне) пожары - явление постоянное. Из-за разреженности растительного покрова их распространение, а следовательно, и разрушительная сила меньше. Большая длительность сухого сезона вынуждает растения принимать формы, пригодные для сопротивления засухе, и избирать соответствующие способы воспроизводства, что позволяет им переносить ежегодные пожары (Гарруа, 1954).

Полупустынная подзона вследствие разреженности растительного покрова в некоторой степени также защищена от естественных пожаров, которые здесь носят случайный характер. Полупустыня почти не горит.

В результате систематических пожаров происходит деградация растительного покрова - начинают преобладать очень специфичные растения, а также происходит ухудшение почв, структурность которых нарушается.

Дополнительный вред причиняют выгоны скота на выгоревшие, начинающие постепенно зеленеть пастбища. Скот весьма охотно посещает зеленеющие участки, что ослабляет развитие более ценных в кормовом отношении видов. Г. Вальтер (1968) пишет по этому поводу: "Если бы палы не сопровождались выпасом, они, вероятно, приносили бы меньше вреда".

Большое значение в развитии процессов опустынивания имеют методы обработки земли, важную роль играет агротехника. В результате несоблюдения элементарных агротехнических правил, в частности отказа от севооборотов, не-(родуманного) насаждения новых культур в южных районах Сахельской зоны, применения монокультуры, сокращения сроков залежи, почвы быстро истощаются.

Традиционное переложное земледелие, основывающееся на выжигании естественной растительности, также наносит в современных условиях большой вред, потому что продолжительность залежи постоянно сокращается. Повсюду, где укорачиваются сроки залежи, развиваются эрозия и повреждения, наносимые огнем; почвенное плодородие не восстанавливается.

В результате перевыпаса деградирует растительный покров, изменяется состав травостоя, причем в первую очередь, уничтожаются наиболее ценные в кормовом отношении виды, в основном многолетники, начинают преобладать однолетние травы. Так, в злаково-кустарниковой подзоне в настоящее время очень редко встречается единственный из оставшихся, некогда обильный многолетник *Panicum turgidum*. При недостатке кормовых ресурсов используются семена растений, в результате чего подрывается возобновление. При потраве молодых побегов в Сахеле такой вид, как *Sclerocarya birrea*, исчезает почти сразу, другие виды - *Maerua crassifolia*, *Balanites aegyptica* - принимают уродливые формы. Общая деградация сахельских пастбищ сопровождается распространением *Calotropis procera*, *Balanites aegyptica*.

Пожары оказывают на растительность, особенно на древесные виды, избирательное действие. Некоторые деревья менее устойчивы к огню: их молодые побеги легко уничтожаются, и вид полностью погибает. Это особенно относится к растениям медленного роста, молодые органы которых бывают уязвимыми длительное время. Другим видам, приспособленным к борьбе с огнем (толстая кора, специфические листья, подземные стебли), удается выстоять. Среди них преобладают однолетники, бедные в кормовом отношении. Растения с обильной листвой после выживания уступают место формам с редкой листвой и быстрым ростом.

Весь комплекс явлений, сопутствующих процессу разрушения растительного покрова, получает полную свободу для развития: плохое использование дождевых вод, уменьшение просачивания и усиление стока, понижение уровня грунтовых вод и, следовательно, эрозия во всех ее видах.

Эрозия во всех районах Сахеля носит характер прогрессирующего процесса. На развитие эрозии влияют такие факторы, как ливневый характер осадков и их распределение в году, ветровой режим в различные сезоны, разреженность растительного покрова, строение поверхности. Ветровая эрозия особенно усиливается в конце сухого сезона, когда растительный покров сведен на большей части зоны, почва иссушена, а скорости ветра достигают максимальных величин. Наибольшее развитие ветровая эрозия получает в северных районах Сахеля, где сильно разрежена растительность, особенно в субсахельской подзоне.

Почвы Сахельской зоны, как уже отмечалось, отличаются повышенной эрозийностью, особенно это относится к песчаным почвам. В субсахельской подзоне, в местах распространения песчаных почв, в результате дефляции из использования выбывает 20-50% земель, в сахельской подзоне до 20% используемых площадей (Boudet, 1975).

Особенное развитие дефляция получает после засухи, когда поверхностные слои почв иссушены, почти лишены растительности, и первый же сильный ветер способен произвести большие разрушения. Действию таких ветров, переходящих в бури, подвергается растительность, молодые растения вырываются с корнем, всходы засыпаются песком.

При сильных ветрах бури поднимают и переносят много песка и пыли, которые откладываются во внутренних областях или сносятся в океан. Как предполагает А. Рапп (Rapp, 1974), в Атлантический океан уже перенесено около 30 млн. т африканских почв. Естественно, что плодородие почв сильно снижается, так как выносятся самый тонкий материал, преимущественно из верхних горизонтов почв, представляющий для растительности наибольшую ценность.

Некоторая часть переносимого материала откладывается на континенте. Северо-восточные ветры переносят в Сахель большое количество песчаных частиц, засыпающих возделываемые земли, и образующих при скоплении подвижные эоловые формы рельефа. Обнаженные толщи песков, с которых снят верхний плодородный слой почв под воздействием северо-восточных ветров, также начинают разрушаться и скапливаться в подвижные дюны, которые наступают на возделываемые земли и пастбища. На иссушенную обнаженную почву, связность которой нарушена засухой, нередко выпадают ливневые дожди и смывают плодородный слой на значительных площадях.

Овражная эрозия развита, в основном, в южных районах Сахельской зоны, однако, может получить развитие и в северных подзонах в результате выпадения обильных осадков после чрезмерно засушливого периода, особенно в местностях с пересеченным рельефом. Таким образом, в результате обеднения растительного покрова в южных более влажных областях усиливается водная эрозия. Особенно она свирепствует там, где огонь в конце сезона уничтожает высохшие травы.

Плоскостная эрозия характерна, главным образом, для земельных участков, расположенных по склонам, где растительность сведена и почва недостаточно пориста, чтобы поглотить дождевые воды. Наиболее резко выраженные явления эрозии

наблюдаются у основания склонов, где происходит смыв поверхностного слоя почв и обнажение пород.

Сведение растительного покрова имеет своим следствием усиление поверхностного стока. На оголенных пастбищах коэффициент стока возрастает с 0,1-0,2 до 0,8 (Whyte, 1960). С усилением стока сокращается возможность пополнения запасов подземных вод, в результате чего снижается уровень грунтовых вод, что также является одним из проявлений опустынивания.

Во многих районах Сахеля к резкому понижению уровня грунтовых вод может привести усиленная эксплуатация источников и чрезмерное увеличение сети колодцев, что особенно проявляется в засушливые годы. Как пишет Дэви (1974), в некоторых местах Сахеля уровень грунтовых вод постоянно падает и мало вероятно, чтобы севернее 15° с. ш., где испаряемость в 5-10 раз превышает осадки, пополнение грунтовых вод с поверхности земли было бы значительным.

Засоление орошаемых территорий в пределах Сахельской зоны не принимает значительных размеров, имеет, в основном, локальный характер, так как на большей части территории практикуется мелкооазисное земледелие.

Судано-Сахельская подзона, где орошение более развито, является основным районом засоления. Здесь, а также в приморских районах зоны при недостаточном дренаже происходит вторичное хлоридно-сульфатное засоление.

Интересно замечание М. Глянца (Glantz, 1977) о том, что засуха в Сахеле, явившаяся причиной больших миграций и падения скота, имела и позитивное значение в смысле восстановления баланса междучисленностью скота и запасом корма на пастбищах.

Древесно-кустарниковая растительность, относительно редкая в Сахеле, но составляющая главный элемент ее растительного покрова, играет специфическую роль в поддержании экологического и экономического равновесия в этой зоне: снижение дефицита влаги в почве; закрепление почв и защита от водной и ветровой эрозии; корм для скота; материал для построек и домашних поделок, на дрова; пищевые продукты и лекарственные вещества для человека. Уничтожение растительности на топливо, как и перевыпас, угрожает не только состоянию естественных экосистем, но и влечет за собой опустынивание.

Потребление растительности на топливо достигает 3 м³ на 1 чел/год. При этом бытовое расходование энергии достигает 7-14 млн. Дж/год на 1 чел., что в 5-7 раз больше потребления на 1 чел/год в высокоразвитых странах. Это объясняется примитивным устройством топок и ничтожным их КПД, так как при повседневном приготовлении пищи на открытом воздухе почти вся энергия расходуется вхолостую. Вокруг всех сахельских городов древесная растительность уничтожена в радиусе не менее 100 км. Во всех деревнях заготовка дров проводится на расстоянии 5-10 км от поселений. На это расходуется теперь до 50% времени в хозяйственной работе семей. Естественное возобновление древесной растительности больше не компенсирует этот урон. К 2000 г. общая численность населения в Сахельской зоне должна возрасти в 2, а городского населения - в 3 раза. Это предопределяет при сохранении нынешних форм потребления энергии полное обезлесение Сахельской зоны и создание условий, при которых регенерация ее растительности будет сильно затруднена, или вообще невозможна (Несг, 1979).

Значительную роль в усилении опустынивания сыграла миграция населения и, в частности, из сельских районов в города. Так, число жителей Нуакшота, столицы Мавритании в июне 1973 г., достигло 130 тыс. чел. (против 50 тыс. по прогнозам). Кочевники Сахеля искали убежище от засухи в Ниамейе, столице Нигера (рис. 9). Недалеко от нее, в Лазарете, возникли лагеря беженцев, в которых сконцентрировалось к 1974 г. свыше 22 тыс. чел. Такие стихийно возникшие крупные скопления населения резко увеличили процесс опустынивания, проявляющийся, прежде всего, в уничтожении растительного покрова и деградации почв, поскольку кочевники продолжали пасти стада, потеряв свою подвижность.

Рис. 9. Основные пути миграции кочевников Сахеля к Ниамейю в период судано-сахельской засухи в 1968-1973 гг. (Курьер ЮНЕСКО, 1975).

Рост городов вне пределов Сахеля подключает пастушеские племена к более широким социально-экономическим системам. Городской образ жизни привлекает кочевников: значительная часть проявляет все большую готовность отказаться от пастбищно-кочевого образа жизни и втягивается в общий поток переселенцев из сельской местности в города и промышленные зоны. Этот процесс “оседания” может навсегда выключить из хозяйственного оборота пастбищные ресурсы, являющиеся одними из важнейших элементов национального достояния некоторых сахельских стран.

Кочевники обладают уникальными, спрессованными веками знаниями специфической природной среды, навыками в борьбе за существование, утрата которых подрывает возможности рационального скотоводства на обширных территориях.

В результате антропогенного воздействия, которое наложилось на засуху, было “спровоцировано” резкое обострение процессов опустынивания в Сахеле (табл. 17). По данным ЮНЕП, в последние десятилетия потери продуктивных земель в результате опустынивания Сахеля оцениваются в 20 тыс. км². На рис. 10 показаны степень опасности и подверженность процессам опустынивания.

Будущее Сахеля сложно прогнозируемо, но одно ясно, что оно зависит от восстановления и последующего поддержания экологического равновесия. Дж. Хек (Hecg, 1979) считает, что оно в Сахельской зоне выглядит мрачным. К 2000 г. эта зона не превратится в пустыню лишь в том случае, если меры по борьбе с опустыниванием по организации рационального ведения сельского хозяйства будут значительно эффективнее проводящихся в настоящее время.

Повторяющиеся засухи, хотя и менее жестокие, чем засуха 1968-1974 гг., затрудняют восстановление экономики и нормальных условий жизни населения стран Сахеля.

Чтобы полностью обеспечить потребность населения Сахеля в продовольствии, необходимо удвоить нынешний объем местного производства зерна, увеличить в 5 раз производство риса, ввести культуру пшеницы, восстановить древесно-кустарниковый покров, провести крупные ирригационные работы, используя воду рек Сенегала, Нигера и Шари. По оценке ФАО, потребность Сахеля в зерне к 1990 г. составит 8 млн. т (исходя из предположения, что в 1970- 1990 гг. средний годовой прирост населения составит 2,8%, доля городского населения увеличится с 12 до 20%, возрастут доходы хозяйств). Чтобы удовлетворить эту потребность, производство должно увеличиться на 10% в год. До 1968 г. в среднем по продуктивности в Сахеле производилось 5 млн. т зерна на неполивных и 0,5 млн. т - на поливных землях, 530 тыс. т мяса, из которых 400 тыс. т потреблялось на

месте. Эксперты уверены, что страны Сахеля в состоянии добиться самообеспеченности по продовольствию за 15 лет, но лишь при условии рационального использования финансовых и людских ресурсов.

Рис.10.

Судан. Крупнейшая страна Африканского континента, охватывающая многие экологические зоны, имеет значительные площади аридных и семиаридных земель, составляющие около 45% (рис. 11) и обусловленные характером и количеством выпадающих осадков. Периоды засух в последние десятилетия стали скорее правилом, чем исключением. Засуха 1968-1973 гг. охватила западные районы Судана. В сочетании с нерациональным использованием земель это ведет к развитию процессов опустынивания. Из общей земельной площади страны 237 млн. га для сельскохозяйственных целей может быть использовано 80 млн. га.

Рис. 11. Распределение осадков в Северном Судане.

В настоящее время используется 31 млн. га: 7 млн. га для сельскохозяйственных культур, 24 млн. га занято пастбищами. Обрабатываемая площадь увеличивается в среднем ежегодно на 3,7%.

Превалирование естественных пастбищных земель в сельскохозяйственном секторе определяет основное его направление - скотоводство. Параллельно с ростом населения резко увеличивалось поголовье скота. За 1924-1975 гг. оно увеличилось в 6 раз (с 5,7 до 36,3 млн. голов) (Hidore, 1978). Послевоенные зоотехнические мероприятия лишь способствовали увеличению общего поголовья скота, равно как и улучшение систем водопоев.

Современное поголовье скота в Судане оценивается следующим образом: 14,1 млн. крупного рогатого скота; 13,4 млн. овец, 10,5 млн. коз, 2,7 млн. верблюдов. В аридной и полуаридной частях страны, согласно данным проекта EMASAR (1978), содержится около 60% крупного рогатого скота, 80,66 и около 96% овец, коз и верблюдов соответственно.

Аэрофотосъемка, проведенная в Судане в 1975 г. для определения продвижения пустынь, и сопоставление ее с наземной съемкой, проведенной в 1958 г. Харрисоном и Джексонсом, позволила установить, что за 17 лет (1958 - 1975 гг.) граница пустыни продвинулась в среднем на 90- 100 км (рис. 12). Исходя из этих данных "Бюллетень IUCN" писал: "Пустыня в Судане продвигается на юг со скоростью, превышающей 5 км/год" (1976 г.). Рапп (1980) высказывает мысль о том, что эту сотню километров пустыня "прошла" за один-два длинных броска в конце судано-сахельской засухи.

Анализ космических снимков со спутника "Ландсат" в увязке с наземной съемкой показал, что граница опустынивания занимает промежуточное положение между границами Харрисона - Джексона и Х. Лэмпри и примерно совпадает с изогией 100 мм. По данным "Ландсат", опустынивание имеет место не только к северу от травянистых и кустарниковых территорий, но также внутри и к югу от них (Rapp, 1979).

Современное опустынивание, а также угроза ускорения этого процесса в пределах земледельческой и скотоводческой зон к югу от 14,5° с. ш. представляется очень серьезной. Опустынивание в Судане известно давно, и проблема эта общепризнана.

Особенно резко оно проявляется на территориях, расположенных западнее р. Нила. В 1976 г. в Судане была опубликована Программа по борьбе с опустыниванием, в которой подробно описаны причины опустынивания территории, охватывающей 650 тыс.км² (между 12° и 18° с. ш.). Среди них: перевыпас, уничтожение растительности на топливо, нерациональное использование богарных и орошаемых земель, выжигание кустарниковой и травянистой растительности. Это привело к ухудшению и без того низких по продуктивности пастбищ, образованию подвижных песков и дюн, деградации флоры и фауны, что в свою очередь сказалось на социальных и политических процессах.

Рис. 12. Наступление пустынь в Северном Судане, 1958-1975 гг. (Х. Лэмпри, 1975): 1 - приблизительные границы пустыни на 1958 г. по карте растительности Харрисона и Джексона; 2 - приблизительные границы пустыни на 1975 г. по данным Х. Лэмпри и суданской группы; 3- площадь с многочисленными подвижными дюнами в 1975 г.; 4- государственные границы; 5 - вадии, сухое русло реки; 6 - город, высота, м; 7 - горы, высота, м; 8 - направление продольных дюн, недавних и окаменелых.

Среди причин опустынивания особое место отводится чрезмерной обработке маргинальных земель. Это наблюдается в периоды смены сухих лет влажными годами, когда “за границей осадков” на север с равнин среднего Судана следуют “механизированные” земледельцы (1946-1967 гг.) Х. Меншинг и Ф. Ибрахим (1976) указывали, что климатически контролируемая граница возделывания проса является основным фактором опустынивания в Северном Дарфуре.

Опустынивание, а затем судано-сахельская засуха непосредственно сказались на падении производства продовольственных культур в провинции Кордофан, что видно из данных, приводимых Ле Уэру (1975) (табл. 22). Обращает на себя внимание, что для производства 73 тыс. т арахиса в 1973 г. потребовалась площадь в 5 раз больше, чем в 1961 г. Это связано как с падением продуктивности почв, вызванной опустыниванием, так и нерациональным землепользованием.

Таблица 23. Динамика производства сельскохозяйственных культур в провинции Кордофан.

Год	Арахис			Кунжут		
	посевная площадь, тыс. га	урожайность, т/га	производство, тыс. т	посевная площадь, тыс. га	урожайность, т/га	производство, тыс. т
1960/61	77,3	9,5	73,0	47,0	9,1	38,0
1963/64	84,3	7,1	59,8	125,7	2,5	30,7
1966/67	88,7	5,1	45,8	118,4	2,0	31,5
1969/70	126,0	5,5	69,7	189,0	2,3	43,3
1972/73	340,2	2,1	73,7	327,2	2,1	74,7

По данным Ибрахима (Ibrahim, 1978), северная граница возделывания проса в Дарфуре и Кордофане отодвинулась к северу на 200 км. Как правило, перед посадкой проса крестьяне выкорчевывают все деревья, уничтожают траву и разрыхляют мотыгой землю. Ежегодное повторение этой процедуры ведет к полному и необратимому уничтожению растительности, вызывая эрозию поверхностного плодородного слоя.

Высокими темпами уничтожается растительность для производства древесины на топливо. Территории, покрытые некогда лесами, превратились в заросли кустарников или пустыни. Жан-Поль Гарппа (1954) приводит цитату из книги Hailey, *An African Survey*: “A study of problems arising south of the Sahara”: “Показания римских исследователей свидетельствуют о том, что Великий лес когда-то простирался вплоть до Хартума, на 1500 миль (2400 км) севернее нынешней границы”.

Шоуки (Shawki, 1956) описывает акациевые леса в районе Хартум-Омдурман (среднее количество осадков 160 мм), существовавшие 10-15 лет назад; в настоящее время по данным М. Кассаса (1970) они встречаются в 90 км от Хартума. Это не удивительно, поскольку установлено, что номады уничтожают минимально 548 млн. кустов акации в год только для приготовления пищи (*Sudan experience... 1977*). К этому следует добавить еще потребности в растительных ресурсах для строительства жилищ, содержания скота.

В маргинальных частях пустыни разрушение растительного покрова протекает еще интенсивнее вследствие обрезки и рубки деревьев в целях обеспечения кормами все возрастающего поголовья скота.

Дижерне (Digernes, 1977) описал сбор, производство и потребление древесного топлива и древесного угля в оазисе Бара в Северном Кордофане. Сегодня источники древесного топлива находятся на расстоянии 4-9 км от центра Бара, а 10 лет тому назад достаточно было пройти 15-30 минут до леса. Древесину на уголь поставляют с расстояния 5- 25 км от Бара, основная часть леса поступает с 16-18 км. Период возобновления леса сократился до 9 лет, по сравнению с 17 годами в начале столетия. В 1976-1977 гг. доля потребления древесного топлива на душу населения 13, а древесного угля -87%. Расходы населения на топливо составляют значительную часть заработка: до 43% в районе Бара (против 25% в Нигере, 20-30% в Верхней Вольте) (Digernes, 1979).

Акация сенегал (*Acacia Senegal*) - весьма ценная порода, служит источником получения общеизвестного клея - гуммиарабика. Отвердевший сок растения - камедь, или гуммиарабик имеет широкое применение в лакокрасочной и деревообрабатывающей промышленности. По добыче гуммиарабика провинция Кордофан занимает первое место среди других провинций страны. Это важная статья дохода для экономики Судана, составляет 8-9% общего экспорта страны.

Ибрахим (1978) указывал, что в Северном Дарфуре для строительства домов, огораживания полей и огородов требуется сейчас леса вдвое больше, чем на топливо.

Уорthingтон (Worthington, 1938) приводил случаи систематического уничтожения баобаба под предлогом, что последний способствует размножению комаров.

Серьезной проблемой является наступление песков. Вторжение песков уничтожило всю растительность вплоть до 15° с. ш., исключения составляют *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptica*. На всем протяжении Нила от Дельго до Керима происходит значительное вторжение песков. На отдельных участках дюны спускаются в Нил. В других районах пески засыпают орошаемые и богарные сельскохозяйственные территории и населенные пункты.

Э. Лисетт (A. Lycett, 1978) приводит данные о том, что всем ирригационным системам на базе Нила в Судане угрожает наступление пустыни. Кроме того под угрозой находится 1,05 млн. га земли механического орошения, 2,9 млн. га механизированного возделывания культур, 75% мирового производства гуммиарабика, пастбищ для 10 млн. голов скота.

Мнения ученых и специалистов расходятся в оценке превалирования таких факторов опустынивания в Судане, как перевыпас и чрезмерное земледелие, что может объясняться провинциальными различиями в землепользовании.

Вышеотмеченное значительное поголовье крупного и мелкого рогатого скота в пустынной и полупустынной зонах несомненно сказывается на состоянии пастбищных земель. Имеются свидетельства продвижения полупустынной растительности в южном направлении, при этом многолетние травы и бобовые сменяются однолетними и непоедаемыми видами.

Травяные пастбища Судана часто используются для отгонного скотоводства как для дальних, так и близких перегонов, а также оседлыми скотовладельцами, что затрудняет национальные усилия по охране и использованию этих природных ресурсов. Оценка продуктивности пастбищ еще более затруднена тем, что травы, составляющие основную пищу для скота, дополняются стерней и молодыми побегами, которые нередко также богаты протеином. С помощью простого наблюдения-легко обнаружить, что ухудшение пастбищ широко распространено особенно вблизи пунктов водопоя, городов и поселков. В некоторых аридных и полуаридных районах деградация пастбищ привела к денудации почвы и сделала их непригодными для улучшения.

Продуктивность пастбищ на границе с пустыней настолько низка, что для того, чтобы прокормить одну корову с телятком требуется 10 га земли. Отсюда сам термин “пустыня” можно определить как район, где 10 га земли недостаточно для полного обеспечения кормами 1 коровы с телятком. Чтобы получить общее представление о потерях вновь опустыненных районов Судана, достаточно сказать, что продуктивность опустыненных земель, которые ранее использовались под пастбища, составляла 5 га на 1 ед. крупного рогатого скота. 15 млн. га земель, отвоеванных пустыней, могли бы прокормить 3 млн. коров с телятами. При нынешней стоимости одной коровы и телят-200 фунтов стерлингов, можно допустить, что только за 17 лет пустыня поглотила скот в Судане по меньшей мере на сумму 600 млн. фунтов стерлингов.

В Южном Кордофана и Южном Дарфуре наиболее сильный перевыпас наблюдается в июле, октябре и ноябре, когда идет перегон скота.

Расширение возделываемых площадей за счет пастбищных земель породило враждебное отношение кочевников к фермерам. Это отношение проявилось в частых набегах кочевых стад на возделываемые земли по всей территории страны, наносящих сильный ущерб урожаям. Например, в Схеме Гезира этот ущерб составил 2 млн. суданских фунтов за последний год. Годовой бюджет Схемы предусматривает 60 тыс. суданских фунтов для защиты возделываемых культур от набегов кочевых стад. Нельзя отрицать тот факт, что эти набеги составляют суть большей части племенных споров в Судане.

Большое влияние пожаров и пожаров, хотя и далеко еще не изученное, сказывается на состоянии пастбищ. По данным Мушада и Эль Рашида (Mushad, El. Rasheed, 1978), пожары отмечаются на территории страны к югу от 12° с. ш. Особенно это заметно с середины сентября до января.

По данным Министерства животноводства Судана, сезонные пожары уничтожают до 80 млн. т сухого вещества в зоне сухих саванн (Rapp, 1979) (табл. 24).

На примере окрестности Хартума и Омдурмана, где в результате сведения лесов и перевыпаса земля почти полностью лишилась растительного покрова, можно видеть, что в

обнажении почв и последующем развитии эрозии решающую роль играет хозяйственная деятельность человека. К этому следует добавить серьезные последствия разрушения почвенного покрова в результате механизации сельскохозяйственных работ.

В статье “Житница или пыльная чаша” (журнал Sudanow, октябрь, 1977), освещающей эту проблему, вторая часть названия напоминала эрозионную катастрофу в США 30-х годов.

За 1948-1978 гг. в Судане возделывалось 2,1 млн. га с помощью механизмов. Половина этой площади была распахана с 1968 г. Районы механизированного богарного земледелия, в основном, располагаются на глинистых равнинах Южного Дарфура, Южного Кордофана, Верхнего Нила, Голубого Нила. Методы сведения растительного покрова в этих районах сделали почвы более чувствительными к ветровой эрозии, а в ряде случаев привели к быстрой деградации. Такого рода почв около 30% в указанных провинциях. При этом не соблюдались основные научные принципы охраны почв, такие, как сохранение или закладка лесных полос между фермерскими участками.

Косвенным последствием, ведущим к опустыниванию, является вытеснение кочевников с культурных земель в маргинальные районы, где нагрузка скота превышает допустимые нормы.

В тексте ранее упомянутой программы по борьбе с опустыниванием в Судане подчеркивалось, что “неправильный подбор сельскохозяйственных культур, игнорирование мер по охране почв и водных источников считаются основными факторами, вызывающими опустынивание, особенно на почвах “гардуд” (глинистые почвы равнины).

Опустынивание в Судане вызвало гибель большого числа людей и животных, но уровень смертности все же был ниже ожидаемого. Хотя опустынивание в Судане происходило быстрыми темпами, у людей все же было время для ухода из районов, ранее бывших плодородными. Концентрация населения в уже используемых районах наложила дополнительный стресс на оставшиеся хорошие земли и увеличила возможность дальнейшего опустынивания. При миграции населения в города увеличивается число жителей трущоб, усугубляются проблемы перенаселения и условия жизни ухудшаются.

Таблиц а 24. Производство естественных кормов и их потери в результате пожаров.

Провинция	Площадь, млн. га	Сезонные пожары, %	Производство кормов, т/га
Дарфур	46,2	30	4,6
Кордофан	31,5	30	3,5
Хартум	2,1	10	1,2
Кассала	25,5	20	1,2

Постоянная конфронтация Судана с пустыней - одна из причин, по которым эта страна остается в списке “наименее развитых стран” и считается одним из важных объектов оказания помощи, идущей по каналам международных организаций. Ущерб, оцениваемый в 1 млрд. дол. в Судане вызывает различные последствия, ощутимые в самых отдаленных уголках земного шара. Многие из этих последствий длительное время не проявляются или незначительны, но в конечном счете, накапливаясь, они принимают такие размеры что по сравнению с ними затраты по борьбе против опустынивания в Дарфуре и Кордофана

могут показаться ничтожными. Как и все антропогенные пустыни, новые пески в Дарфуре и Кордофана существуют там, где, строго говоря с точки зрения климатических условий, существовать не должны. Это означает, что эти иссушенные районы могут вновь стать продуктивными, и только время исцелит эти опустошенные земли при условии изоляции их от человека в течение двух или трех поколений. Затраты на то, чтобы время выработало средство для исцеления земель будут значительными, так как расходы, классифицированные как затраты без отдачи, могут превзойти общие средства выделяемые на активную борьбу с опустыниванием. Любые же средства по исправлению положения, активные или пассивные, обходятся намного дороже, чем мероприятия по предотвращению самого процесса опустынивания.

Ботсвана. В пределах этой республики примерно третья часть ее площади занята пустыней Калахари. Напоминая по географическому положению, рельефу, геологическому строению и истории развитая Сахару, пустыня Калахари имеет довольно развитый сплошной местами достаточно густой растительный покров и как указала З. Шокальская (1948), часто ошибочно считается областью пустыни. Б. Розанов во время посещения в 1979 г респ-ки в связи с обсуждением помощи ЮНЕП в организационной программе по борьбе с опустыниванием характеризует Калахари как опустыню-ю низкотравную саванну (1980). Впадина Калахари выполнена мощной толщей (100-120 м) рыхлых четвертичных отложений и, занимая площадь ок.2,5 млн.км², является одной из крупнейших в мире песчаных пустынь. Климат аридный и семиаридный причем аридность увеличивается к юго-востоку (рис.13).

Осадки приурочены к периоду ноябрь-апрель, но их величина значительно колеблется как во времени, так и по площади.

Локальная изменчивость их играет важную роль для восстановления пострадавшей от засух растительности. Средние засухи типичны раз в 3-5 лет, сильные - раз в 10 лет. В пределах Ботсваны пустыня Калахари делится на три четко выраженные зоны, сменяющиеся в направлении с юго-запада на северо-восток. Ниже дано краткое описание районов Калахари, приведенное Б. Г. Розановым (1980).

Рис. 13. Физико-географические районы Ботсваны и потенциальная кормовая продуктивность.

Зона Осадки Продуктивность

I свыше 600 мм. - 8 усл. гол/га

II 500-600 мм - 12

III 400-500 мм - 16

IV 300-400 мм - 21

V менее 300 мм - 27

На крайнем юго-западе растительность дюнных гряд сильно нарушена, пески здесь развеваемые и полужакрепленные (район 1а на рис. 13). Центральный район Калахари (1б на рис. 13) - это система закрепленных растительностью параллельных дюнных гряд с солончаковыми депрессиями между ними. Растительность представлена разреженным

травянистым покровом из *Aristida ciliata*, *Schmidtia kalahariensis* и других злаковых и бобовых трав.

Северо-восточный район Калахари (1в на рис. 13) - почти плоская песчаная равнина с сухой низкотравной кустарниковой саванной. В травянистом покрове господствуют *Aristida uniplumis*, *Schmidtia guingesta*, *Stipagrostis* sp.

Низкий и Высокий Вельды Ботсваны представляют собой как бы два “этажа” - древесную саванну и тропический сухой листопадный лее с обильным травяным покровом.

Главное занятие коренного населения - скотоводство. Поголовье составляет около 3,0 млн. голов крупного рогатого скота, около 1,0 млн. коз и 400 тыс. овец. На долю Высокого Вельда, имеющего лишь 25% всех потенциальных пастбищ страны, приходится 49% крупного рогатого скота и 80% всех коз и овец. Рост поголовья скота особенно быстро развивается в последнее десятилетие в связи с ростом мировых цен на мясо. За 30 лет поголовье возросло в 1,5 раза, что несомненно сказывается на резком увеличении нагрузки на пастбища (Розанов, 1980).

Постоянная нагрузка на пастбища приводит к постепенной их деградации, проявляющейся следующим образом:

- обеднение отдельных видов растений. Первыми исчезают многолетние растения, обладающие хорошими вкусовыми качествами, их заменяют злаковые с худшими вкусовыми качествами, однолетние и травянистые растения;
- исчезновение многолетних. Длительный выпас в период роста истощает многолетние, приводит к сокращению семян и в конце концов к исчезновению злаковых;
- общее снижение продуктивности. Из всего растительного покрова выживают только однолетние и травянистые растения; малопродуктивные и малопитательные;
- почва остается практически без растительного покрова, не считая нескольких видов непоедаемого кустарника.

Примеры перевыпаса в районе Нксаи и на юге Калахари свидетельствуют о том, что сначала ухудшение пастбищ не отразилось на поголовье. Однако после того, как на месте пастбищ начали появляться заросли - поголовье стало уменьшаться вплоть до полного исчезновения (Ghild, 1970).

В Калахари стада регулярно перегоняют в засушливые сезоны между пастбищами и источниками воды. Как правило, это расстояние превышает 10 км. Если источники расположены на более близком расстоянии, деградация растительности носит длительный характер (рис. 14).

Опыт Ботсваны позволяет сделать вывод о том, что поголовье скота прямо зависит от количества выпавших осадков: после благоприятных в этом отношении пятидесятых и начала шестидесятых годов (рис. 15) поголовье быстро увеличилось, что повлекло за собой годы перевыпаса. В 60-х годах началась засуха, и половина скота пала. В настоящее время поголовье скота постепенно восстанавливается благодаря исключительно благоприятным условиям осадков в начале 70-х годов.

Рис. 14. Деградация растительности в зависимости от расстояния между водопойными пунктами: 1 - общее травяное покрытие; 2 - многолетние травы.

Засуха не является каким-то исключительным для Калахари явлением, наоборот, она характерна для этого района, но пока еще нет возможностей прогнозировать ее (Anderson, 1970).

Желание расширить пахотные земли и увеличить поголовье скота после нескольких лет выпадения достаточного количества осадков очень четко проявилось в Калахари и за последние 2 десятилетия Министерство сельского хозяйства прямо высказало свою этим озабоченность (Dam-be, 1972): “Сельское хозяйство в Ботсване находится под угрозой развала из-за перевыпаса, приобретающего ужасающие размеры... Во многих районах этот процесс уже почти необратим, и если так будет продолжаться, всякое возобновление окажется невозможным”.

На сегодня районы перевыпаса вокруг населенных пунктов и источ.-. никое воды не были восстановлены в годы благоприятные в смысле осадков. А это значит, что от первой же засухи в Калахари сильно пострадает население и падет скот и, может быть в большей степени, чем раньше.

Рис. 15. Рост поголовья скота в Ботсване.

В Калахари относительно недавно начали использовать пастбища. Наибольшего размаха пастбищное скотоводство достигло за 50-е гг. в результате открытия источников воды. Скот концентрируется вокруг этих источников. Население Калахари стало переходить на оседлый образ жизни (Devitt, 1971).

Около 2300 колодцев было открыто к 1970 г. правительством, а еще больше - частными предпринимателями. Вокруг этих колодцев почва высушена и истоптана (Martens, 1971). Уменьшение растительного покрова имеет концентрическую форму, и диаметр этих колец увеличивается по мере удаления от источника воды. Технический процесс привел к некоторым результатам, но все были временными и нанесли ущерб окружающей среде.

На большей части восточной границы Калахари, где проживает 80% населения Ботсваны, уменьшилась продуктивность. Пастбища чрезвычайно переиспользованы. В наиболее продуктивных районах Ботсваны, которые были первыми освоены, деградация достигла очень высокой степени. Сейчас осваиваются все менее продуктивные районы, ранее неиспользуемые. Несмотря на маленькую плотность населения наблюдается острая нехватка полезных площадей (Child, 1970).

В южной части Калахари в границах ЮАР чрезмерная нагрузка на долинны пастбища, приуроченные к речным каменистым долинам, где сохраняется влага на сухой сезон, привела к полному опустыниванию участков в радиусе 8-10 км от колодцев и к исчезновению многих ценных в кормовом отношении многолетних злаков *Antherphora argentea* и др. (Leistner, 1964). Это позволило высказать мнение, что при существующей нагрузке на долинны пастбища они будут полностью использованы через 20 лет и южная Калахари станет пустыней. Этому способствует и то, что несмотря на покрытие равнин Калахари густым покровом кустарников и злаков, эта растительность плохо поедается дикими животными и скотом, вследствие низкого содержания микроэлементов в растениях (Михайлова, 1974).

Б. Розанов (1980) также высказал опасение, что если хищническая эксплуатация природных пастбищ продолжится, то это неизбежно приведет к катастрофе, подобной трагедии Сахеля.

Выше указывалось, что географически Калахари всегда считалась пустыней, а ботанически ее всегда относили к саванне. Будущее освоение этих районов покажет “сможет ли она именоваться настоящей пустыней” или останется травянистой саванной (Lumer-Under, 1976).

По-видимому, это дало право составителям Мировой карты опустынивания отнести Калахари и Вельд к территориям средней степени подверженности опустынивания, граничащей и переходящей на юго-западе в территории сильной подверженности.

Нигерия. Семиаридные районы Нигерии занимают крайнюю северную часть страны и распространяются примерно от 12° с. ш. до границы с Нигером. Они расположены частично в пределах Судано-Сахельской растительной зоны. Естественная растительность сильно изменена обработкой земли, выпасом скота, пожарами. Для Суданской саванны характерными видами являются *Pennisetum pedicellatum*, различные виды *Acacia*, *Combretum glutinosum*, *Hyphaeulthe ibaca*, *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulata*. Сахельская зона занимает лишь небольшую часть в северо-восточном углу страны. Осадки, количество которых колеблется от 54 (Майдугури) до 543 мм (Нгуру), выпадают в виде ливней в период с середины июля по сентябрь. Сухой период обычно длится более 9 месяцев, а наиболее засушливый - ноябрь - май. Засушливость усугубляется сухими северо-восточными ветрами (харматтан), дующими из Сахары.

Согласно данным национальной переписи 1963 г. населения провинций Сокото, Катенна, Кано и Борно, расположенных в пределах семиаридной зоны - 15,6 млн. чел. Плотность населения в основных округах колеблется от 32 чел. на 1 км² в Борно - до 159 чел. в Кано (по стране 61 чел.) (UNCOD Nigerian., 1971), 90% населения составляют фермеры или скотоводы, что указывает на расширяющуюся нагрузку на земельные ресурсы.

Площадь, уже подвергавшаяся деградации в семиаридной зоне Нигерии, в настоящее время определяется в 125 тыс. км² (около 12% всей территории страны). В штате Сокото пустынные условия господствуют на 240 км к югу от нигерийской границы. В результате около 15 тыс. км² сельскохозяйственных угодий почти полностью утратили плодородие. Аналогичное положение наблюдается в самых северных районах штатов Кадуна, Кано, Баучи и Борно.

В Нигерии процесс опустынивания - следствие сочетания естественных факторов, совершенно не поддающихся контролю, и взаимодействия человека, а также животных с окружающей средой. Засухи и традиционные системы землепользования, характерные для северной части Нигерии, относятся, соответственно, к первой и второй группам факторов.

Существенным фактором процесса опустынивания является изменяющееся из года в год количество осадков. Часто можно слышать заявления о том, что климат всей Сахельской зоны становится все более засушливым. В 1935 г. Стеббинг выдвинул постулат, согласно которому климат всей территории, расположенной южнее Сахары, становится все суше, и что пустынные условия распространяются в направлении к югу. Концепция “наступающей Сахары” была основана скорее на наблюдениях, сделанных в ходе поездки по районам южной Сахары, чем на климатологических и гидрологических данных, собранных за длительный период (Stebbing, 1935). Б. Джоунз (1938), отвергая этот постулат, указывал, что если бы иссушение действительно имело место, то легко можно

было бы отыскивать доказательства этого в поле." К таковым относятся признаки наступления песков, уменьшение количества осадков, понижение уровня залегания грунтовых вод и отступление к югу границы человеческих поселений и возделывания сельскохозяйственных культур. Комиссия по лесам, учрежденная в 1937 г. правительствами Франции и Великобритании для изучения проблемы, не смогла найти таких доказательств и до сих пор нет данных для доказательства упомянутого утверждения (Adeyoju, 1973). Тем не менее, существуют данные, указывающие на циклический характер чередования лет со средним и ниже среднего количеством осадков в Сахельской зоне Западной Африки. Однако эта цикличность очень нерегулярна, что не позволяет сделать прогноз в отношении лет с уровнем осадков ниже среднего.

В годы катастрофически низкого количества осадков естественная растительность испытывает более сильный чем обычно стресс влажности, и, в результате, объем биомассы оказывается недостаточным для обеспечения жизнедеятельности человека и животных популяций. Общая деградация растительности ведет к возникновению пустынных условий там, где раньше была растительность. Если количество осадков ниже среднего имеет место на протяжении двух или более лет подряд, то последствия засухи становятся еще более разрушительными. К таковым в рассматриваемом районе относятся серьезные недороды, падеж скота с последующей миграцией населения, покидающего бедствующие районы.

Частая повторяемость засух составляет тот аспект процесса опустынивания, в отношении которого мало что можно предпринять на практике. Тем не менее, находит признание тот факт, что существуют такие системы землепользования, которые способны смягчить последствие засухи и, таким образом, свести к минимуму причиняемые ими страдания.

Известно, что иногда опустынивание является прямым следствием длительного применения традиционных методов ведения хозяйства в семиаридных районах Нигерии. Зачастую эти методы заключаются в полном сведении растительности, сжигании растений и других органических материалов.

Практика землепользования делает песчаные почвы весьма уязвимыми к ветровой и водной эрозии, в результате на них уже не могут существовать сельскохозяйственные культуры и другие виды растительности. В течение нескольких лет урожай в хозяйствах резко падает.

В силу семиаридного характера среды темпы восстановления почв с применением переложной системы слишком медленные, а нагрузка на землю, вызываемая высокой плотностью населения и темпами его прироста, делает переложную систему нецелесообразной. В результате этого фермеры вынуждены покидать обжитые места и перебираться в новые районы, где процесс деградации почв и ландшафта повторяется сначала.

Выше уже упоминалось, что подавляющая часть населения Судано-Сахельской зоны Нигерии-фермеры и лишь незначительный процент - скотоводы. Их число, как правило, сезонно увеличивается за счет групп кочевников, приходящих в Нигерию из Нигера и Чада.

Они перегоняют скот по всей территории в поисках пригодных пастбищ. В короткие дождливые сезоны найти пастбища обычно легко. Однако в длительные сухие периоды скот приходится перегонять на большие расстояния прежде чем удастся найти воду и

пастбища. Это привело к сезонным миграциям кочевых сообществ в южном и северном направлениях, соответственно, в сухой и дождливый сезоны. -

Помимо перевыпаса на существующих пастбищах, обрубаются ветви вечнозеленых деревьев и используются на корм скоту в сухой сезон. Это ведет к дальнейшему уничтожению и без того скудной растительности, характерной для семиаридных районов.

Еще одним важным фактором процесса опустынивания являются лесные пожары в семиаридных зонах Нигерии. Очень часто кочевники-скотоводы преднамеренно поджигают травы, чтобы спровоцировать рост трав, обеспечивающих свежую зелень пастбищ для скота. Охотники также используют пожары как орудие охоты, а фермеры - как средство подготовки площадей под сев сельскохозяйственных культур. Эти пожары большей частью не контролируются и как таковые способствуют уничтожению существующей растительности, мешая восстановлению естественного покрова.

Население семиаридной зоны, плотность которого постоянно остается высокой, находится в полной зависимости от наличия дров как источника энергии для приготовления пищи и обогрева жилищ в холодные ночи харматтана. Отсюда интенсивное использование скудной растительности в целях удовлетворения постоянно растущего спроса на дрова и строительный лес. В качестве топлива употреблялись даже корни растений, а траву применяли на заборы и крыши. Медленный рост деревьев в этой зоне объясняет, почему возобновление лесной растительности отстает от темпов и интенсивности эксплуатации лесных ресурсов. Это ведет к оскудению растительного покрова и ухудшению экологических условий.

Опустынивание в странах Азии

На территории зарубежной Азии аридные и семиаридные районы занимают около 45% площади (табл. 25), протянувшись от Аравийского полуострова до Центральной Азии.

Таблица 25. Распределение площади зарубежной Азии по степени увлажнения*

Климатическая область	Осадки, мм	Испаряемость, мм	Коэф. увлажнения по Н. Н. Иванову, %	Площадь, %
Экстрааридная	100	2000-3000	10	7,8
Аридная	100-250	1000-2000	10-25	25,0
Семиаридная	250-500	500-1000	25-50	10,9

* Куракова Л. И., Миланова Е. В. (1974).

В этом поясе расположены многие из крупных стран Азии, площадь которых (почти полностью) занята огромными пустынями и полупустынями (табл. 26).

Опустынивание на азиатском материке не является вновь возникшим явлением. Ему в определенной мере обязаны падением ранние исторические цивилизации: например, житница Хараппской цивилизации в долине р. Инд пришла в упадок из-за длительных засух и неправильного использования земельных ресурсов.

Ж. Дорст (1968) указывает, что в деградации обширных районов мира - большей части Ближнего Востока, происшедшей задолго до наступления промышленной цивилизации, повинны скотоводы. Эти районы были колыбелью нескольких высокоразвитых древних цивилизаций, и последствия нарушения человеком естественного равновесия природы уже в те периоды отчетливо дали о себе знать. Он подчеркивает, что “на оскудении этих территорий, многие районы которых представляют собой пустыни, созданные человеком, в большей мере сказались и многочисленные события политического характера, в том числе и войны, но все же решающее значение имела деятельность скотоводов. Кочевник является не столько сыном пустыни, сколько ее отцом”.

Таблица 26. Страны Азии с дефицитом осадков (по Fauck, 1978)

Страна	Площадь дефицита осадков, % от общей площади страны	Страна	Площадь дефицита осадков, % к общей площади страны
Иран	85	Афганистан	81
Ирак	97	Иордания	98
Саудовская Аравия	100	Израиль	75
ЙАР	92	Монголия	62
НДРЙ	100	Пакистан	90

Богарные освоенные земли на континенте имеют локальное распространение и их относительная доля в земельном фонде незначительна - 0,1-9,0% (Куракова и др., 1981).

Богарное земледелие определяет развитие дефляции - главного бича этих земель. Экстенсивный характер земледелия приводит к разрушению почвенной структуры, истиранию поверхности и последующему сносу. Больших размеров дефляция достигла в Китае, в силу глубокой обработки почв ручными способами. В странах Ближнего Востока, где господствует переложная система земледелия, земли под паром особенно легко развиваются.

В районах распространения песчаных почв развивается эоловая дефляция, что вызывает надвиг значительных масс песка на обрабатываемые участки. Подобное явление отмечено в Ираке в районе Хилла-Дивания, в Индийской пустыне Тар, в китайской части Гоби.

Широкое развитие процессов дефляции определяет высокий уровень пылевого загрязнения атмосферы в Азии. Антропогенное увеличение пыли в атмосфере над районами Аравии, Ирана, Индии (до 300-600 мкг/м³) сопровождается уменьшением количества выпадающих осадков, что может способствовать прогрессирующей аридизации этих территорий Куракова и др., 1981).

Таблица 27. Площади, подверженные опустыниванию в Азии, тыс. га (по Дрегне, 1981)

	Орошаемые земли*		Богарные земли		Пастбищные земли	
Страна	всего	подверженные	всего	подверженные	всего	подверженные

		опустыниванию		опустыниванию		опустыниванию
Афганистан	2900	600	5000	4500	39000	35000
Бахрейн	1	-	-	-	65	65
Израиль	187	17	190	185	1240	1100
Индия	46000	45000	34000	34000	18000	15000
Иордания	60	9	1000	950	8400	8200
Ирак	4300	2400	5000	4500	33000	31000
Иран	5840	1320	6000	5500	127000	124000
ИАР	230	20	600	350	18300	17000
Катар	0,1.2	-	-	-	2070	2000
Кувейт	1	-	-		1580	1500
Монголия	36	4,5	900	150	93000	56000
НДРИ	5	0,5	-	-	24500	22800
Объединенные Арабские Эмираты	5				8366	7900
Оман	35	15	-	-	51238	20000
Пакистан	141000	5050	6000	5540	56000	54000
Саудовская Аравия	190	26	900	800	194000	175000
Сирия	578	150	5000	4000	13000	12000
Турция	2320	600	9000	6000	11000	9400
Всего в Азии**	7678812	14712	79590	66475	673359	591965

* Данные И. С. Зонна, Н. П. Носенко (1981). ** Без учета СССР.

Порой определяющее значение в аридных странах Азии имеет орошаемое земледелие с многовековой историей (табл. 27). Среди ведущих стран, обладающих крупными площадями орошаемых земель, Ирак - 4,3 млн. га, Пакистан - 14,1, Иран - 5,8, Афганистан - 2,9 млн. га. В прямо пропорциональной зависимости с этими величинами находятся площади засоленных почвогрунтов. Причинами такого характера опустынивания, с одной стороны, являются природные факторы-затрудненный естественный дренаж, обусловленный тяжелыми грунтами, равнинностью территорий, замкнутостью понижений, иногда подпором со стороны океана. С другой - антропогенными факторами: несовершенной практикой поливов, отсутствием искусственного дренажа. По данным Ковды (1977), площади засоленных почв в Юго-Западной Азии составляют 45,4 млн. га, а в Центральной и Восточной - 40,7 млн. га. Наиболее тяжелое положение с засолением сложилось в Ираке, Пакистане, Иране, Индии.

Большая часть земельного фонда аридных и семиаридных территорий занята пастбищными землями. Несмотря на обширную широтную гамму природных условий этого пояса, пастбища характеризуются общностью проявления процессов опустынивания. Причиной его служит практически повсеместное развитие кочевого скотоводства.

Продуктивность пустынь Юго-Западной Азии ниже продуктивности других азиатских пустынь. Растительный покров флористически беден и крайне разрежен.

Рост поголовья скота, в большинстве случаев превышающий предельно допустимую нагрузку на пастбище, ведет к их перевыпасу, что незамедлительно сказывается на их выбивании (сокращение корма, общего числа видов растений) и ухудшении качества пастбищного корма, за счет постоянного избирательного поедания скотом. Довершает процесс деградации пастбищ дефляция оголенной поверхности почв. Темпы деградации пастбищ зависят от степени дефицита влаги. Площадному распространению перевыпаса способствует массивный приток скота в результате миграций в засушливые годы в маргинальные семиаридные зоны, либо занятые пастбищами, либо богарой.

Наметившаяся в последние десятилетия тенденция замены крупного рогатого скота мелким (овцы, козы) с одновременным ростом его поголовья нанесла ущерб не только состоянию травостоя, но и древесно-кустарниковой растительности. В неудовлетворительном состоянии оказалось большинство пастбищ Аравийского полуострова, Раджастханской пустыни Индии, юго-запада Ирана, Центрального Китая. Рост населения пустынных и полупустынных районов зарубежной Азии привел к резкому увеличению потребления древесно-кустарниковой растительности на топливо. Более подробно рассмотрим процессы опустынивания на примере отдельных стран Азии.

Китай. Данные, характеризующие развитие процессов опустынивания в этой стране, где четвертая часть территории получает ежегодно атмосферных осадков менее 200 мм, а половина менее 500 мм, весьма ограничены. В пределах этой страны от 75° до 125° в.д. и от 35° до 50° с.ш. расположены крупнейшие пустыни и полупустыни мира - Такла-Макан (самая крупная песчаная пустыня), Алашань (большая часть ее занята подвижными песками), Бейшань, Ордос (пески занимают почти всю территорию - барханные и грядово-бугристые), Цайдам (солончаковая пустыня), Джунгарская Гоби, Гашуньская Гоби, Восточная Гоби (щебнистые и галечниково-песчаные) (рис. 16).

Площадь всех пустынь в Китае составляет более 1095 тыс.км², или 11,4% всей площади страны. Эта величина эквивалентна площади обрабатываемых земель (Sen-dou Chang, 1978). При этом следует отметить, что в Китае 59%, или 637 тыс.км², занимают песчаные пустыни и полупустыни, а 41%, или 458 тыс.км², покрытые гравием равнины Гоби.

Рис. 16. Схема районирования пустынь Китая (Zhao Songqiao, 1980): 1 - песчаные пустыни; 2 - гоби; 3 - преимущественно закрепленные пески; 4 - границы районов; 5 - зональные границы, I - бассейн Тарим; II - Джунгарский бассейн; III - район Гоби; IV - бассейн Цайдам; V - плато Алашань; VI - западно-центральная часть Внутренней Монголии; VII - восточная часть Внутренней Монголии; VIII - восточные склоны хр. Большой Хинган.

Процессы естественного иссушения имеют очень широкое распространение, ими охвачены практически все пустыни Китая. Особенно это относится к экстрааридным пустыням Такла-Макан и Цайдам.

Ку Джепинг (Qu Geping, 1980) считает, что около 12% всех пустынных и полупустынных территорий в Китае опустынены вследствие нарушения экобаланса в результате деятельности человека. Исторически они подразделяются на три типа:

- опустыненные земли, образованные в течение длительного исторического периода (южная и восточная части Такла-Макан и Батан Кирик в Северо-Западном Китае). Остатки, руины древних городов таких, как Лулан, Джуан, Джингюй 206 г. до н.э.-220 г. н. э. и Хейченг 1038-1227 гг. н. э., расположенные в пустыне, говорят о том, что раньше это были цветущие районы. Причины опустынивания - изменение русл рек, недостаточное развитие орошения и войны. Однажды образованные, они уже не воспряли;

- опустыненные земли, образованные в течение длительного исторического периода и подвергающиеся дальнейшим изменениям. Этот тип земель в основном приурочен к пустынно-степной и степной зонам. Опустынивание выражено здесь увеличением площади подвижных песков вокруг населенных пунктов и сельскохозяйственных ферм, ухудшением пастбищ и расширением опустыненных районов. Примером служит песчаная степь на севере провинции Шанси, расположенная вдоль Великой китайской стены, образование которой относится к XV в. вследствие начавшегося процесса разрушения растительного покрова в результате перевыпаса. Особенно активизировался этот процесс в середине XVIII в.;

- продолжающийся процесс опустынивания земель в результате усиленной в последние 50 лет хозяйственной деятельности человека, такой, как перевыпас, чрезмерная обработка почв, вырубка лесов и несоответствующее промышленное и транспортное строительство, что привело к разрушению пустынных экосистем. Только земли этого типа составляют около 20% всех пустынных земель страны.

Подсчитано, что за исторический период в Китае опустынено около 120 тыс км² земель (Zhao Sougqiao, 1980). К этому следует добавить 50 тыс.км² земель “современного” опустынивания за последние 50 лет. Эти 170 тыс.км² земель охватывают 207 городов, деревень, коммун в Северном Китае с населением 35 млн. чел. Кроме того, 150 тыс.км² земель подвержены “скрытому” опустыниванию, где оно может развиваться из-за их нерационального использования (Zhu Zhanda, Liv Shu, 1981).

Опустынивание в Северном Китае в основном распространено в западной части Северо-Восточной равнины и охватывает обширную область восточного бассейна р. Тарим, простираясь от Великой китайской стены и гор Куньлунь на юге до границ с Монголией и Советским Союзом на севере, включая плато Ордо и плато Внутренней Монголии.

Относительно небольшие площади расположены в восточной части Хэна и в центральных и южных районах равнины Хэбэй. Нарушение экологического равновесия в этой зоне привело к образованию пустынь: Мо-усу и Кубуцзи на плато Ордо, Хуньнаньдакэ на равнине Силингол и Уланьбухэ.

Жу Жанда и Лив Шу (Zhu Zhanda, Liv Shu, 1981) классифицируют опустыненные земли согласно происхождению и географическому распространению на три следующих категории: 1) опустыненные земли аридных степей и полупустынь. Здесь антропогенная деятельность - решающий фактор (перевыпас, уничтожение растительности на топливо, чрезмерное использование земель в сельском хозяйстве). Этот тип опустынивания встречается в основном восточнее хребтов Вушаолин и Хеланьшань и к северу от Великой китайской стены; 2) опустыненные земли в оазисах или вокруг них, а также в низовьях рек аридной зоны. Этот тип опустынивания связан с изменениями и блужданием речных русел, движением песков по краям оазисов в результате сведения растительности. Он встречается в большинстве районов западнее хребтов Хеланьшань и Вушаолин; 3) опустыненные земли в семигумидных районах, представленные, в основном песчаными и лессовыми почвами, сформировавшимися на речных аллювиальных отложениях.

Уничтожение растительности в течение нескольких столетий при наличии сильных ветров в сухой период послужило развитию ветровой эрозии и опустыниванию. Участки этих земель незначительны и разбросаны по всей равнине Хота (табл. 28).

Широкое распространение в Алашане подвижных песков обусловлено нерациональным выпасом и уничтожением древесных растений человеком (Г. Вальтер, 1975).[с.119]

***[с.124] Интенсивное наступление на пустыню активизировало процессы дефляции почв и песков, местами усилилось образование массивов подвижных песков, снижается биологическая продуктивность в сельскохозяйственных районах, происходят процессы засоления и заболачивания.

Ирак. Пустыни и полупустыни в Ираке занимают около 60% площади страны, или 265 тыс.км². Среднее количество осадков - 50- 300 мм. В основном это земли, пригодные для скотоводства. В зависимости от величины осадков вся площадь пустынь и полупустынь подразделяется на три части: Джезира (200-300 мм), Западная пустыня (100-150 мм), Южная пустыня (50-75 мм). Особо выделяется территория Месопотамской равнины площадью около 90 тыс.км² со среднегодовыми осадками 100-200 мм.

Месопотамия - один из классических районов мира, чье историческое развитие тесно связано с орошаемым земледелием, которое в свою очередь коренным образом повлияло и изменило природную обстановку, обусловив развитие ирригационного опустынивания, что выразилось в огромных масштабах горизонтального и вертикального засоления почво-грунтов.

История освоения земельных и водных ресурсов Месопотамии насчитывает около 6000 лет. Начав ее освоение, человек, вооруженный лишь интуицией, не подозревал, что он проник в сложнейшую систему природного равновесия - солевого переноса. В условиях жаркого аридного климата, при отсутствии естественного оттока грунтовых вод вследствие равнинного рельефа, тяжелых по механическому составу грунтов и подпоре со стороны Персидского залива, полив минерализованными водами в течение столь длительного периода не раз приводил к катастрофическим последствиям. Это сказывалось прежде всего на выводе из строя огромных массивов орошаемых земель, превращенных в белую солевую пустыню.

Т. Якобсен и Р. Адаме (Jacobsen, Adams, 1958), проследив историю развития орошаемого земледелия, отмечают два случая подобного засоления почв в Месопотамии: первый для Шумера (2400-2100 гг. до н. э.) и второй - для Северной Вавилонии (1200-600 гг. до н. э.). Засоление земель явилось причиной сокращения урожаев ячменя и пшеницы и привело к падению Шумера еще во время династии Ура. Так, площади посевов пшеницы в 2400 г. до н. э. составляли 16,3%, а урожайность ячменя 18 ц/га, а в 2100 г. до н. э. - 20% при урожайности ячменя 10,4 ц/га, в 1700 г. до н. э. земледелие пришло в полный упадок. Пшеницу, перестали возделывать вообще. В результате разрушения хозяйства древнего Ура политический центр страны переместился в Вавилон, который постигла та же участь. Здесь в 1300 г. до н. э. пшеница занимала 25,4% посевной площади, а в 500 г. до н. э. в результате засоления этот процент сократился до 18,0.

По мере развития орошаемого земледелия и все большего засоления почв население начало применять особые приемы ведения хозяйства и некоторые меры борьбы с этим отрицательным последствием орошения. Хотя эти приемы с течением времени несколько изменялись, техника орошения и сами оросительные системы и в настоящее время

архаичны, а вопросам борьбы с засолением почв уделяется мало внимания. Это определяет остроту проблемы мелиорации почв.

Как в период начального выборочного освоения земель, так и в настоящее время, в Ираке господствует следующая практика землепользования: феллах бросает засолившиеся участки и переходит на новые, осваивая их за счет увеличения засоленности брошенных земель, часто выполняющих роль сухого дренажа. Через определенное время эти заброшенные участки вновь вовлекаются в оборот с помощью промывок. При общем увеличении площадей засоленных земель все же всегда выявляются участки, наиболее поддающиеся промывкам, рассчитанным на длительный эффект.

Таким образом, иракские земледельцы должны были приспособливаться к окружающей обстановке и пережить неблагоприятные условия обработки засоленных почв при отсутствии дренажа; как говорят в стране, “иракцы выжили, научившись жить при наличии солей в земле” (Элердашвили, 1973). Это была наиболее приемлемая для этих условий система.

В Месопотамии не случайно сложилась традиция возделывания зимних зерновых культур - пшеницы и относительно наиболее солеустойчивого из злаков - ячменя, и на их долю приходится более 90% возделываемых площадей. После летнего понижения уровня грунтовых вод в подпочве к началу периода зимних посевов создается достаточная емкость для внутрипочвенной промывки без оттока и опреснения грунтовых вод (последнее распространяется на глубину всего 30-60 см).

В условиях летних посевов промывка на такую глубину не имела бы практического значения, так как через несколько дней или часов соли вновь были бы подтянуты к поверхности. Зимой же, при более низких температурах и осадках, испарение с поверхности почвы невелико, а влага осадков усиливает эффект неглубоких промывок, и они оказываются достаточными для получения урожая до наступления летней жары. Таким образом, успех зависит не от содержания солей в почвах, а от степени понижения в предшествовавшее лето уровня грунтовых вод, а также от водопроницаемости почвы, которая должна быть достаточной, чтобы опреснение шло удовлетворительно.

С развитием общего процесса соленакопления в дельтовых районах процессы перемещения солей в зависимости от микрорельефа и по профилю почвы в зависимости от режима орошения, затопления имеют во много раз большую скорость. Солевой баланс складывается в пользу засоления.

По нашим данным, средние величины запасов солей в нижнем течении Евфрата на площади 300 км² между городами Шинафия и ЭнНасирия составили в незасоленных почвах (в метровом слое) около 30 т/га, в слабозасоленных - до 70, средnezасоленных - до 150, сильноозасоленных - 250 и солончаковых - 500-750 т/га (Зонн, 1974)(табл. 30),

Земли, где содержание токсичных солей больше 0,8%, фактически являются пустынями.

Из табл. 30 следует, что общая площадь засоленных земель составляет 8,7 млн. га, это значительно выше данных (6,7 млн. га, причем площадь солончаков составляет 6,68 млн. га), приводимых в обзоре И.Сабольча (Szabolcs, 1979) (рис. 17).

В 1962 г. из общей площади орошаемых земель 3,6 млн. га обрабатывалось фактически 1,85 млн. га. Около 50-60% почв Месопотамии выпало из обработки в результате

засоления и заболачивания (Арап, Диелман, 1975). Примерно такое же соотношение сохранилось на конец 70-х годов (Зонн, 1981; Дрегне, 1981).

Особой проблемой, связанной с засолением земель в Ираке, является безопасное удаление дренажных вод. В настоящее время объем дренажного стока, сбрасываемого в р. Евфрат, составляет около 23 м³/с, в р.Тигр - 20 м³/с, в пресные озера Далмарж и Хаммар - 20-25 м³/с (Ploutitski, 1979). Средняя минерализация дренажных вод составляет 8- 12 г/л. В результате их сброса минерализация воды в нижнем течении р. Евфрат повышается в 3-4 раза по сравнению с таковой в верховьях, что без сомнения усиливает тенденцию к засолению земель и последующему опустыниванию в Южной Месопотамии.

Табл. 30. Засоление земель в Ираке

Степень засоления	Электропроводность, миллимо/см	Содержание токсичных солей, %	Площадь, млн. га	Процент общей площади
Очень сильное	Больше 32	Больше 0,8	1,22	2,0
Сильное	16-32	0,4-0,8	9,71	6,26
Умеренное	8-16	0,2-0,4	2,88	6,63
Слабое	4-8	0,1-0,2	1,90	4,40

Активность агрессивного агента опустынивания - вторичного засоления - увеличивает процесс отложения на полях большого количества илистой фракции, выносимого сюда поливной водой, ухудшающей водно-физические свойства почв. По данным исследования опустынивания на проекте Большой Муссаиб (южнее Багдада) современная скорость отложения ирригационных наносов составляет около 1,4 мм/год.

В пониженных частях Месопотамии развиты процессы заболачивания. Наиболее крупные массивы болот, связанные с паводками Евфрата и Тигра, находятся в районе Эль-Курны и Амары.

Естественный растительный покров Месопотамии, Северной и Южной пустынь крайне скуден и изрежен. Господствует пустынный тип растительности, из солянок, полыней с небольшим участием злаков и эфемероидов. Наиболее важными многолетними видами являются *Haloxylon salicornicum*, *Artemisia herba-alba*, *Rhanterium epapposum*. Продуктивность их. крайне низка-до 100 кг/га. Районы Северной и Южной пустынь используются в качестве пастбищ только в короткий период дождей (декабрь- Март), а затем в основном служат транзитной зоной для перегона скота в степную зону Джебзир, как Иракский, так и Сирийской. На пастбищах, на юге Джебзир, выпасается крупный и мелкий рогатый скот. поголовье крупного рогатого скота насчитывает 250-400 голов на 1 тыс. га сельскохозяйственной площади (Зайчиков, 1974).

Следует учесть, что на долю хозяйств Месопотамской равнины приходится большая часть поголовья скота Сирии и Ирака. В связи с тем, что в последние годы богарное земледелие стало распространяться в более сухие части степной подгорной зоны, где среднегодовое количество осадков менее 300 мм, произошло дальнейшее разрушение естественного растительного покрова пастбищ и интенсифицировалась проблема эрозии почв (Clor, Dougrameji, 1977).

Рис.17. Засоление земли в Ираке (P. Buringh, 1960): 1 - потенциально засоленные почвы; 2 - площади засоленных почв более 50%; 3 - площади засоленных почв менее 50%.

Районы значительной ветровой эрозии и подвижных песков расположены в основном вокруг г. Байджи, а также южнее Хиллы, Самавы и Эн-Насирии. Причем зона подвижных песков в виде дюн идет параллельно руслу р. Евфрат, от канала Большой Муссаиб шириной 5-25 км (Рис. 18). Скорость передвижения этих песков 30-40 м/год они засыпают поля и каналы, нарушают пути сообщения.

Рис. 18. Распространение песчаных дюн в Ираке: 1 - массивы дюн; 2 - песчаные дюны; 3 - направление ветров; 4 - районы, подверженные ветровой эрозии.

Индия. Аридные земли в стране занимают около 320 тыс км² (12% площади страны), располагаясь в штатах Раджастан (61%), Гуджарат (20%), Пенджаб и Харьяна (9%) и небольшими участками (10%) в штатах Махараштра, Андхра, Прадеш, Карнатака и Тамилнад. Семиаридные площади занимают около 960 тыс. км², 50% которых расположены в центральной части Индостанского полуострова.

В пределах штата Раджастан, его западной части расположена одноименная пустыня, которую чаще называют Тар, а иногда Марустхалли или Великая Индийская пустыня. Граница ее отчетливо выражена лишь на востоке, где она образована горами Аравали, которые служат также климатическими барьерами. Это уникальная песчаная пустыня, где не встретишь ни одного оазиса или кактуса, в которой 7/10 площади занимают подвижные пески. Не будь эта местность в прошлом более влажной, чем сейчас, вряд ли здесь почти полторы тысячи лет назад возникли бы крупные государства.

В 50-х годах в докладе Плановой комиссии Индии утверждалось, что Индийская пустыня надвигается на прилегающие районы Харьяна, Дили и Уттар-Прадеша со скоростью 0,8 км/год, отнимая у производства более 100 км² плодородных земель ежегодно.

Археологические и палеогеографические данные свидетельствуют о том, что усиление аридности на северо-западе субконтинента, наблюдавшееся в IV-II тысячелетиях до н. э. послужило главной причиной упадка таких цивилизаций древности, как Хараппская. Тогда же произошло исчезновение орошавших территорию современного Раджастана крупных рек (Сарасвати, Джамуны, Гхаггары) и понижение уровня подземных вод (Mann, 1979). Однако распространенное представление о том, что Раджастанская пустыня в настоящее время продвигается ежегодно почти на 1 км в сторону Гангской равнины не подтверждается имеющимися данными об изменении климата за последние 100 лет (Mann, 1979, Г. Сингх, 1980). Изучение распространения и геоморфологических особенностей дюн, а также анализ речных и эоловых наносов говорят о том, что климатическая граница пустыни Раджастана не только не продвигается на север и восток, но, напротив, отступает в западном направлении (Ghose, Singh, Kar Amal, 1977) (рис. 19).

Среди причин усиления аридности в Западном Раджастане Г. Сингх (1980) отмечает: 1) постепенное смещение рек этого района в западном направлении в связи с поднятием Гималаев и соседних с ним равнин. Около 2.500 лет река Инд несла свои воды в Качский Ранн. За прошедшее время она сместилась на 150 км к западу; 2) уменьшение стока р. Гхаггара, которая, кстати, когда-то также впадала в Качский Ранн, из-за перехвата его вод в верховьях рекой Джамной; 3) западные и юго-западные ветры, дующие летом, достаточно сильны, чтобы перемещать песок и пыль далеко на восток и северо-восток.

Неотвратимое продвижение песка погубило уже не только некогда плодородные земли, но и многочисленные колодцы и другие источники воды; 4) чрезмерный выпас скота: 5) вырубка лесов, практикуемая на большей части еще со времен Моголов.

Водные ресурсы пустыни крайне ограничены. Поверхностные источники очень незначительны. При общей площади пустынных земель в 320 км² оросительная способность имеющихся здесь рек и притоков составляет только 1,82 млн. га. Сюда относится перспектива орошения из р. Луни, построенных каналов Раджастан и Бхакра, а также некоторых мелких рек в округах Ганганагар, Биканер и Джайсалмер.

Подземные воды залегают на глубине от нескольких метров в Восточном Раджастане и от 30 до 120 м - в Западном. Общее количество воды, возможное к использованию из подземных источников с помощью колодцев и скважин, составляет около 2,3 км³ в год; 48% этого объема (1,1 км³) уже используются, в основном, для орошения (880 млн. м³). В настоящее время пробурено 1105 скважин с расходом 20-50 м³/ч. Качество грунтовых вод очень изменчивое, солей в основном 180- 7000 мг/л. Характер минерализации - натриево-хлоридный (Sen, 1976).

Анализ влияния различных факторов на процессы опустынивания, проведенный Институтом изучения аридной зоны в Джайпуре, показывает, что в течение 1891-1975 гг. имелось три периода снижения осадков ниже среднемноголетнего - 1895-1905, 1918-1925, 1962-1970 гг. В остальные годы снижение уровня осадков ниже среднемноголетнего не превышало 3-20%. В то же время в отдельные годы количество осадков превышало 150% среднемесячного количества: 1908, 1916-1917, 1926- 1927, 1933, 1943-1945, 1970-1975 гг.

Рис. 19. Изменение границ пустыни Раджастан: 1 - ранее существовавшая граница пустынь; 2 - современная граница пустыни; 3 - изогипсы; 4 - зона интенсивной эоловой и частично флювиальной деятельности; 5 - зона флювиально-эоловой деятельности; 6 - хребет Аравалли.

Экстремальные засушливые годы - такие, как 1962-1970, - оказывают исключительно резкое влияние на опустынивание. Особенно опустошительны в эти годы воздействия пыльных бурь. На отдельных участках потери плодородного слоя за 3 года составляют до 0,5 м по глубине.

Климатические данные, собранные Центральным институтом изучения аридной зоны (CAZRI), показывают изменение индекса аридности в Раджастане в направлении северо-востока. Комплексное изучение природных ресурсов, проводимое с помощью аэрофотоснимков обнаружило, что 9290 км², или 4,4% Западного Раджастана сильно подвержено процессам опустынивания, 162,9 тыс.км², или 76,2% попало в категорию средней подверженности опустыниванию. Около 41,7 тыс.км², или 19,5% отнесено к категории слабо подверженных опустыниванию (Mann, 1979).

Тар - наиболее плотно населенная пустыня мира - 46 чел./км² (по данным Malhotra et al, 61 чел. на 1 км², 1972) по сравнению с 3 чел./км² в большинстве других, или менее 1 чел./км² в пустынях Туркменской ССР. Это делает проблему опустынивания здесь уникальной (Mann, 1976).

С ростом населения, занятого в сельском хозяйстве, распаиваются даже маргинальные и субмаргинальные земли, с которых снимается лишь один урожай в 5 лет, хотя с экономической точки зрения их выгоднее оставлять под пастбищами или отводить под

кормовые культуры. Нетто засеваемая площадь в аридной зоне возросла в 1901 г. с 4[^],1 до 4[^],0 в 1971 г., в то время как площадь под постоянными пастбищами и заливными землями сократилась на 18,9% в период 1951-1971 гг., а в дальнейшем на 6,2% в 1961-1971 гг.

Пустыня Тар носит ярко выраженный отпечаток многовекового воздействия человека, результаты которого больше всего проявились вокруг крупных населенных пунктов, где уничтожена естественная растительность на топливо и корм скоту. Объемы заготовок древесины для топлива возросли в последнее время в 1,5 раза.

Ниже приводимые оценочные данные основаны на расчетах Национального совета по прикладным экономическим исследованиям. Годовая потребность в топливе на душу населения эквивалентна 0,254 т угля (табл. 31).

Эти данные показывают, что использование древесины постепенно увеличивается, в то же время ресурсы производства древесины сокращаются. Переэксплуатация ресурсов неизбежна. Старики в деревнях подтверждают, что число деревьев и кустарников с каждым годом уменьшается, и что теперь осталось менее 30- 40% ресурсов, имевшихся 30 лет тому назад (Malhotra, 1980).

Длительное использование пастбищ по мере роста населения и поголовья скота привело к их деградации, к изменению продуктивности климаксовых растительных ассоциаций. Густота стояния растений понизилась с 112-415 до 6-18 экз/га (Mann, 1977).

Манн (Mann, 1979) приводит данные о том, что в 1951 г. изъятие биомассы человеком в пустыне Тар составило 1,85 млн. т, а в 1971 г.- 3,33 млн. т.

Таблица 31. Использование древесной биомассы в аридном Раджастане, млн. т.

Показатель	1951 г.	1961 г.	1971 г.
Потребность в дровах	1,64	2,39	3,02
Древесина для других целей	0,21	0,28	0,31
Остающийся древостой	26,04	23,48	20,76

Несмотря на сокращение площади продуктивных пастбищ и снижение их естественной продуктивности, поголовье скота непрерывно растет, поэтому растет нагрузка на пастбищные угодья как бы с двух сторон. Так, в северо-западных районах Раджастана из-за расширения пахотного клина площадь продуктивных пастбищ сократилась за 1951-1961 гг. с 13,1 до 11 млн. га, а поголовье скота увеличилось с 9,4 до 14,4 млн. голов (Jodha, 1968). К 1971 г. поголовье домашнего скота в пустыне Тар достигло 18,1 млн., при этом нагрузка на пастбища увеличилась с 72 гол. в 1951 г. до 175 гол. на 100 га (перепись 1971 г.), а между тем научно обоснованная норма - лишь 13-30 гол., в зависимости от продуктивности пастбищ (Saxena, 1977, Mann, 1976).

В результате этого (распашка, перевыпас и обилие грызунов, число которых в расчете на 1 га колеблется от 7,4 до 523) на легких песчаных почвах повсеместно возникли массивы

подвижных песков, площадь распространения которых в штате увеличилась приблизительно на 8%.

А. Суцневский (1974) указывает на очевидную роль человека в усилении аридности в результате его сельскохозяйственной деятельности на равнинах Северо-Западной Индии, примыкающих к пустыне Тар. Четырехтысячелетнее сельскохозяйственное использование территории сказывается теперь в наступлении пустыни на пахотные земли со скоростью около 800 м/год.

Почти повсеместно земледелие неотделимо от пастбищного скотоводства. В западной части, где осадки скудны и непостоянны, разведение верблюдов, овец, коз и крупного рогатого скота - основной источник дохода и пропитания местного населения. При этом овцеводство теснит верблюдоводство в силу более устойчивого спроса, доля коз и овец в стаде повысилась с 57,1 до 69,3% за 1951-1971 гг. Это, в свою очередь, обостряет конкуренцию за пастбищные угодья. Многие кормовые угодья, плохо обеспеченные водопойными устройствами, оказываются выпавшими из оборота.

Из-за засушливости территория штата не очень подходит для богарного земледелия. Вместе с тем при орошаемом земледелии отмечаются значительные выпадения земель из сельскохозяйственного использования под влиянием неправильного орошения и строительства каналов за счет засоления и заболачивания. Примером может служить засоление земель вдоль канала Раджастан.

В 1975 г. в стране была основана Комиссия по вопросам развития пустыни, призванная гарантировать комплексный подход к проблемам, стоящим перед пустыней Тар. Первым значительным актом Комиссии стало создание плана развития района на 2000 г. Особое внимание в нем уделено вопросам долгосрочного прогноза землепользования и определению оптимальных соотношений между землями разного типа. Из общей площади 20862 тыс. га поливные земли в районе занимают 3,8% территории и суходольные - 33,6%, в 2000 г. эти показатели должны составить 14,4 и 19,2%. Часть поливных площадей рекомендовано отводить под фуражные культуры. В ареалах, получающих меньше 300 мм осадков в год, сохраняются посевы засухоустойчивых культур. К западу от изогиеты 300 мм, где находятся самые засушливые территории, земледелие как неэкономичное предполагается ликвидировать. Площадь лесов намечено увеличить с 0,65% до 9,6% за счет лесонасаждений в поливных районах, в том числе тех, где имеются слабозасоленные грунтовые воды. Желательно, чтобы предпочтение было отдано породам, представляющим товарную ценность. Как показали эксперименты, определенные перспективы имеет финиковая пальма. Пастбищные земли должны занимать 21,6% всей площади, причем треть составят резервные пастбища, на которых будут культивироваться и заготавливаться наиболее ценные в кормовом отношении и засухоустойчивые естественные растения, успешно вегетирующие в дождливый сезон. Остальные пастбищные земли тоже следует разбить на блоки в 200-400 га и огородить, для регулирования выпаса. Строительство колодцев на отдаленных от поселений пастбищах помогло бы обеспечить более равномерную загрузку кормовых угодий. Рекомендуется также создание на площади 50 тыс. га национального парка, в котором должны быть представлены все наиболее характерные природные ландшафты пустыни, отвод 250 тыс. га под опытные сельскохозяйственные станции и другие исследовательские учреждения, выделение 400 тыс. га для нужд обороны и т. д.

Пакистан. Из общей площади страны 80,4 млн. га аридные и полуаридные территории занимают 68,3 млн. га (12,0 млн. га - аридные, 56,3 млн. га - полуаридные), что составляет около 85%. Это подтверждает ведущую роль в экономике страны орошаемого земледелия,

упоминание о котором можно встретить в исторических документах до VIII в. н. э. (Бадр-эд-ин, Хамид, 1966). Площадь орошения составляет, по нашим данным, 14,1 млн. га (Зонн, Носенко, 1981). Это обеспечивается крупнейшей в мире единой оросительной сетью, базирующейся на водных ресурсах реки Инд и ее притоков. Эта сеть включает более 40 плотин и свыше 60 тыс. км каналов. Годовой забор воды для полива превышает 120 км³.

Широкомасштабное развитие орошения без своевременного строительства дренажной сети привело к интенсивному развитию процессов засоления и заболачивания. Этому способствовали неудовлетворительные способы и методы ведения сельского хозяйства.

Засоление и заболачивание - главный индикатор процесса опустынивания. Первому подвержены 5 млн. га орошаемых земель (Dregne, 1981), второму - 6 млн. га (рис. 20). Засоление развивалось постепенно на базе ранее выполненных без учета сложных взаимосвязей между почвой, водой, растительностью и климатом схем орошения полей. В начале нашего столетия осуществлены крупные работы по орошению в долине р. Инд. Потребовалось 50 лет, чтобы выяснить, что эффективность работ по распределению воды со временем постепенно утрачивается. Постоянное просачивание воды в грунты вызвало подъем грунтовых вод на всем протяжении каналов, что привело к опасности заболачивания. Поверхностный сток не обеспечивал промывного режима с учетом интенсивного испарения влаги в жаркий весенний период, в результате чего накапливались соли по всему профилю почв. К тому же интенсивность засоления осложнилась тем, что бассейн Инда некогда был целиком областью внутреннего стока. К концу 50-х годов официальные власти Пакистана признали, что каждые 12 мин пригодный для обработки участок размером с теннисный корт превращается в бесплодную засоленную землю (Уорд, Дюбо, 1975).

Для представления масштабов существующей проблемы приводим результаты аэрофотосъемки, выполненной в 1952-1954 гг. (табл. 32).

Из табл. 32 видно, что из общей площади съемки 18,6 млн. га, 24,3% заболочено и около 34% засолено в той или иной степени. Это сказалось сразу же на урожайности сельскохозяйственных культур, одной из самых низких в мире.

Анализ влияния засоления и заболачивания на сельскохозяйственное производство в Пакистане показывает, что годовая стоимость всех сельскохозяйственных продуктов в 1960 г. составила около 4850 млн. рупий, а без учета влияния засоления эта величина была бы на 1230 млн. рупий ... [стр.133]***

***[с.202]

“Каждая пустыня имеет свое будущее” *Арабская пословица*

Глава 5. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ

Длительная история освоения и изучения аридных земель накопила значительное количество технологических приемов и рекомендаций по борьбе с опустыниванием. Широкий спектр от местных примитивных до суперсовременных технологий позволяет селективно подходить к ее выбору. Вместе с тем именно технология является основным средством преобразования природы и общества и потому выделение и связи ее с проблемой опустынивания в структурно-самостоятельный компонент на Конференции ООН не был случайным [Имеется в виду представленный доклад М. Анайя Гардуно

“Технология и опустынивание”. Обзор доклада был опубликован в ж. “Проблемы освоения пустынь”, 1978, № 3.]

Технология на протяжении тысячелетий являлась “орудием инженерии природы” (по Янчу), способствуя ее покорению и освоению. Вместе с тем она послужила причиной дестабилизации взаимодействия общества с природой, что проявляется в некоторых негативных последствиях. Именно “технологическая инженерия” в отдельных случаях может частично уничтожить природу и в то же время создать искусственный “мир” или среду, сделав обитаемыми новые районы земли (Мартино, 1977).

Трактовка самого понятия технологии достаточно различная. Автор доклада на конференции М.Гардуно определил технологию как изобретение человека, считая, что она может быть как простой (пастбищеоборот), так и сложной (компьютеризованная система использования тензометров для автоматической подачи поливной воды). При этом не следует путать простую технологию с “традиционной” или “примитивной”.

М. Гардуно рассматривает и влияние на процесс опустынивания технологических нововведений (innovation), обращая внимание на тот факт, что “быстрое технологическое решение” также быстро теряет свою ценность, в противовес тщательно спланированному технологическому нововведению, приносящему большую пользу.

На наш взгляд, для трактовки технологии следовало бы воспользоваться более широким определением, приводимым в университетском издании словаря Вебстера: “Технология – технический метод достижения практических целей” (Мартино, 1977). Рассмотрение же технологии в качестве изобретений и нововведений связано прежде всего с различными уровнями ее перемещений (Эйрес, 1972).

Выбор технологии зависит от двух основных аспектов. Первый – критерий выбора, второй – факторы, связанные с тем, “кто выбирает”. Среди критериев выбора технологии следует назвать прежде всего простоту, легкость, долговечность в эксплуатации, гибкость её к изменению условий, быстроту внедрения, наличие рабочей силы (управленческие кадры, квалифицированная и неквалифицированная рабочая сила), издержки, включающие расходы на разработку – внедрение, эксплуатацию и обслуживание (в том числе расходы на замену технологии), административные расходы, эффективность расходов, наличие организации управления, наличие местных материалов, тесное увязывание внедряемой технологии с проектами, разрабатываемыми в других секторах экономики, степень точности оценки капиталовложений и результатов от введения технологии, динамику развития современного мира, то есть изменяющихся факторов стоимости (нефти, энергии, рабочей силы), изменяющейся технологии и изменяющихся социальных вкусов, отношение местного населения.

Выбор технологии должен производиться также с учетом краткосрочного и долгосрочного влияния ее на окружающую среду и приспособляемость к местным системам обеспечения средств к существованию. Имеется в виду механическое перемещение технологии из более влажных районов без должного учета особого равновесия экосистем аридных районов. Местные технологии как комплекс мер по борьбе с опустыниванием должны создаваться местными и национальными научными учреждениями.

Процесс вытеснения традиционных приемов и методов хозяйствования идет двумя основными путями. В первом случае наблюдается атрофия традиционной технологии при изменении, например, методов землепользования, в результате чего создается

технологический вакуум. Исчезают целые сферы производственной деятельности, что приводит к недоиспользованию продуктивного потенциала значительной части пустынных экосистем. В качестве примера можно привести древние водосборные системы (фоггара в Сахаре, канаты в Иране), которые приходят постепенно в упадок, а порой и забрасываются, а для полного восстановления необходимы слишком крупные финансовые и трудовые затраты. Во втором случае наблюдается соревнование между традиционной и современной технологией, которое может привести к полному отмиранию традиционных методов освоения природных ресурсов пустынь. Особенно ярко этот процесс выражен там, где наблюдается развитие урбанизации. Еще более значителен по последствиям процесс нарушения естественной эволюции традиционных методов внедрением “экзотических” приемов, не имеющих органической связи с экологической средой или культурной историей населения. Поскольку промышленная технология и связанные с ней формы управления и организации, как правило, находятся за пределами опыта людей, пользующихся традиционной системой, или даже противоречат их целям и оценкам, принятие ее часто или затягивается надолго, или полностью отвергается. Необходимо уделять пристальное внимание проблеме правильного соотношения между традиционными и современными методами и выявлению по-настоящему оптимальных методов в качестве существенного условия в борьбе с опустыниванием. Традиционные формы и методы хозяйствования не являются просто антропогенным анахронизмом, а содержат ценные, выдержавшие испытание временем принципы, основанные на детальном знании местных условий. Необходимо дать им возможности развиваться и совершенствоваться. Например, кочевое скотоводство может быть в определенных условиях наилучшим способом извлечения максимальных выгод из скудных и рассредоточенных ресурсов аридных территорий. Однако вместо коренного улучшения условий кочевого скотоводства (оснащение транспортными средствами, радиосвязью и т. д.) в некоторых случаях проводится необоснованная политика перевода кочевников на оседлое положение.

Важно отметить также, что введение технологии для решения проблем опустынивания, в частности борьбы с засолением, влечет за собой введение дополнительных технологий для решения проблем, возникших от использования технологии при решении первой проблемы. Системный подход в выборе технологий с учетом всего комплекса взаимосвязанных компонентов проблемы опустынивания позволит более эффективно применять их.

Развитые и развивающиеся страны имеют примеры успешного выполнения программ по борьбе с опустыниванием. Эффективное использование водосборов, борьба с засолением земель, дренажные работы, охрана почвенных и водных ресурсов, закрепление песков, облесение, управление пастбищами, создание национальных парков привели к восстановлению деградированных областей.

Можно привести и негативные примеры разрыва между скоростью проведения мелиорации в широком смысле слова и деградацией земель, причинами которых являются недостатки в экономических и технических ресурсах, в организации согласованных усилий, в применении уже известной надежной технологии.

При всем этом не следует пренебрегать уже существующей традиционной технологией, являющейся плодом интуитивных вековых поисков, постепенно превращенных в искусство и “науку”. Она может дополняться в случае необходимости промежуточной или переходной технологией, что позволит осуществить постепенный переход от экстенсивных систем ведения хозяйств к интенсивным.

В некоторых случаях модификация существующей технологии и,ее практическое применение могут дать больший эффект, чем радикальные технологические нововведения (E/Conf. 70/CBP. 2, 1977).

Основополагающий аспект – создание в рамках стран и регионов технических возможностей для решения реальных национальных проблем в области борьбы с опустыниванием без чрезмерной зависимости от импорта технологии и сырья.

В настоящее время практически во всех странах аридной зоны принимаются усилия по ускорению развития местной технологии, использованию местного опыта и сырьевых материалов. Наибольшее внимание в выработке технологических приемов уделяется водным ресурсам, их рациональному, максимально эффективному использованию, сохранению и увеличению [Достаточно полной сводкой по существующей технологии в этой области является доклад “Больше воды для аридной зоны”, подготовленный в 1974 г. в США в рамках Национальной академии наук.(More water for arid lands).].

Табл.43. Орошаемые земли в странах арид и полуаридной /зоны

Страна	Обрабатываемые и под многолетними культурами, / тыс.га [1]	Ежегодно орошаемые / тыс. га	Отношение орошаемой к обрабатываемой площади, %
	Азия		
Кувейт	0,6	0,6	100
Пакистан	19420	14100	73
Израиль	430	187	43
Ирак	5290	4300	81
Афганистан	8535	2900	34
Иран	15950	5840	37
Ливан	348	85	24
Индия	168880	46000(2)	10(2)
Саудовская Аравия	1110	190	17
Сирия	5672	578	10
ЙАР	1570	230	15
Турция	27699	2320	8
Иордания	1368	60	4
	Африка		
АРЕ	2826	2826	100
Судан	7495	1600	21
Сомали	1065	165	15
Марокко	7830	680	8
Ливия	2544	135	5

Алжир	10	330	5
Сенегал	2404	135	5
Тунис	4410	130	3
Мали	9800	90	1
Ботсвана	1360	1	-
Эфиопия	13730	55	0,5
ЮАР	14520	1017	1
Нигер	15000	6	-
Северная и Центральная Америка			
США	288330	23419(4)	8
Мексика	27790	4926	17
	Австралия		
	45170	1750	4
	Советский Союз		
	232306	16692 (5)	7(2)

примечание. 1 – данные на 1977 г. Ежегодник ФАО, т. 32, 1979 г., 2 – только аридная зона; 3 – площадь орошаемых аридных земель – 16397 тыс. га.; 4 – площадь орошаемых аридных земель 16700 тыс. га.; 5 – данные на 1979 г., “Народное хозяйство в 1979 г.” М.: Статистика, 1980.

Орошаемое земледелие

С целью увеличения производства сельскохозяйственных продуктов большое внимание в странах аридной зоны стали уделять эффективному использованию имеющихся запасов воды для земледелия. Это обусловлено отсутствием значительных запасов как поверхностных, так и подземных вод, а там, где они имеются нерегулируемое использование их приводит к возникновению засоления, эрозии и т. д.

Орошение, без которого практически невозможно ведение земледелия в аридной зоне, является основным водопотребителем. Из общей орошаемой площади в мире 264,8 млн. га в основных странах аридной зоны орошается около 88 млн. га, что составляет 33% общей площади (табл. 43)(Зонн, 1981).

Орошение по сравнению с богарным земледелием может дать шестикратное увеличение урожаев зерновых и четырех-, пятикратное увеличение технических культур. Темпы прироста орошаемых площадей в развивающихся странах составляют 2,9% в год, тогда как богарных – 0,7% (Desertification; An. Overview, 1977).

Увеличение орошаемых земель вызывает пропорциональный рост проблем засоления и дренажа. И чем выше аридность территории, тем этот рост интенсивнее. Так, в Пакистане от засоления и подтопления страдает более 70% орошаемых земель, в Ираке – более 50, Сирии – около 50 орошаемых. земель в долине Ефрата, в Египте – более 30, Иране – около 15% (Розанов, 1977). Площади орошаемых земель, ежегодно теряемые в результате

опустынивания, почти равны площадям, ежегодно вводимым под орошение (Desertification; An. Overview, 1977).

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия в мире, особенно в странах аридного и полуаридного климата, как это было определено предварительным Всемирным перспективным планом сельскохозяйственного развития ФАО, возросло в связи с создавшимся продовольственным положением, для многих аридных стран обусловленным жесточайшей засухой, подобно той, которая наблюдалась в конце 60-х – начале 70-х годов в Судано-Сахельской зоне.

В настоящее время 4 фактора должны определять перспективы устойчивого развития орошаемого земледелия.

1. Экономический потенциал аридных земель тесно связан с эффективным использованием доступных запасов вод и их увеличением, для чего необходимо проектирование и строительство технически совершенных систем, позволяющих свести к минимуму потери воды.
2. Постоянная эксплуатация всех звеньев (ранее построенных и строящихся) орошаемой системы – от водосбора до фермерского водовыпуска – на предусмотренном проектном уровне.
3. Внедрение новых технологических приемов обработки земли, предохраняющих от дальнейшего распространения засоления, щелочности и опустынивания.
4. Изменение социально-экономических условий жизни населения с введением орошаемого земледелия и его внедрением.

Основные направления, по которым должен развиваться технический прогресс в поверхностном орошении, а в аридных условиях основным способом полива является полив по бороздам – это сокращение затрат труда поливальщиков, внедрение средств механизации и автоматизации распределения воды по орошаемому полю, экономное использование поливной воды за счет применения системы возврата и повторного использования сбросных вод.

В этом плане большие возможности таит в себе система “компьютеризованных” поливов, позволяющая путем машинной обработки агроклиматических данных получать величины поливных норм и сроки полива.

Поскольку потери воды при поверхностном поливе за счет стока, испарения и глубокого просачивания составляют 27–43%, сбросные воды целесообразно использовать повторно. Для их улавливания в конце орошаемых полей строят коллекторы длиной около 150 м, шириной 30–40 и глубиной 2–2,5 м, откуда вода с помощью насосов вновь подается на поля.

Благодаря повторному использованию, на поля может возвращаться до трети поливной воды. Стоимость сооружения систем повторного использования составляет примерно 3,3 дол. на 1 тыс. м³ воды. Экологически оправдано создание таких систем на участках площадью более 40 га. По неполным данным, сейчас в США около 620 тыс. га поливных земель оборудовано такой системой, особое распространение она получила в Калифорнии (Зонн, 1977).

На смену малопроизводительному, трудоемкому поливу по бороздам приходят механизированные способы – дождевание, капельное и подпочвенное орошение.

Интересно внедрение дождевания в суровых пустынных условиях Ливийской пустыни. В 1967 г. вблизи оазиса Куфра при бурении на нефть на глубине 1400 м был обнаружен огромный резервуар пресной воды. На базе этих подземных вод с использованием дождевальных установок с центральным шарниром началось орошение зерновых и овощных культур. Одна установка орошает площадь 100 га (рис. 26). Сейчас общая площадь орошаемых пустынных земель в оазисе Куфра и Серир достигла 12 тыс. га (Ауэрбах, 1976).

Следует отметить, что распространение дождевания в условиях пустынь сдерживают не климатические условия (высокие скорости испарения, ветровой режим), а экономические – слабая освоенность территории, нехватка энергии и рабочей силы.

Подпочвенное орошение – способ подачи воды непосредственно в подпахотный слой почвы. Преимущество его – возможность непрерывно поддерживать необходимую влажность корнеобитаемого слоя. При этом не образуется корка и сохраняется структура почвы, резко снижается количество сорняков. Отсутствие оросительной сети на поле создает благоприятные условия для механизированного ухода за растениями и обработки поля. При подпочвенном орошении вода поступает к корням растений только по капиллярам почвы, в результате чего происходит равномерное увлажнение.

При почвенном орошении вода в почву поступает через различные трубы (пористые, с прорезями или круглыми отверстиями). (Опыт Советского Союза подробно изложен в работе “Развитие научных работ в области подпочвенного орошения” М.: ВНИИТЭИСХ, 1976; Шевцов Н. М., Шейкин Г. Ю. Подпочвенное орошение в СССР и зарубежных странах. ЦБНТИ. Минводхоза СССР, 1979, № 8.)

Рис. 26. Схема расположения площадей на проекте Куфра, орошаемых дождевальными установками с центральным шарниром. Радиус каждого круга полива – 560 м: 1 – скважина; 2 – площадь, поливаемая одной дождевальной установкой; 3 – первая ферма, организованная в пустыне в 1968 г.; 4 – выходы скальных пород.

Важным вкладом в развитие этого способа полива явилось создание микропористых труб из акрилонитрилового дивинилстирола. Диаметр труб 13,7 мм. Вода под давлением 1,5 атм. просачивается через микроскопические отверстия в стенках труб. Расходы по внедрению такой технологии на высокотоварных культурах ниже, чем у стационарных дождевальных систем.

Весьма перспективно применение капельного орошения, принцип которого заключается в подаче воды непосредственно к корневым системам по подземным напорным трубопроводам.

При капельном орошении оросительная система состоит из трех основных компонентов; системы регулирования напора, подводящей и распределительной сетей.

Система регулирования напора может быть легко переоборудована для автоматического или полуавтоматического управления. Подводящая и распределительная сети включают трубы диаметром 5,0; 3,8 и 3,2 см и водовыпускные шланги диаметром 1,27 и 1,57 см. Размещение оросителей в корнеобитаемом слое почвы принимается в зависимости от типа

почвы и сельскохозяйственной культуры. Обычно вся сеть выполняется из полиэтилена. Пьезометрические датчики позволяют поддерживать заданную влажность почвы. Подачу воды должно автоматически регулировать и с помощью датчиков, устанавливаемых на листьях и стеблях растений, сигнализирующих о дефиците влаги.

В 70-е годы этот способ полива довольно быстро внедрялся в сельскохозяйственное производство таких стран, как США, Австралия, Израиль, Тунис, Алжир, Ливия и др. В Советском Союзе установки капельного орошения работают в Средней Азии, Закавказье и Крыму. Преимущества капельного орошения (экономия воды, рабочей силы, удобрений и пестицидов, повышение урожайности сельскохозяйственных культур, возможность использования для полива вод повышенной минерализации и др.), а также устройство капельных систем и их функционирование достаточно подробно описаны в отечественной литературе (Вейцман, Зонн, 1972; Зонн, 1972; Нестерова, Зонн, Вейцман, 1973).

В настоящее время, по нашим оценкам, в мире капельным способом орошается около 150 тыс. га, из них 100 тыс. га в аридных штатах США и 20 тыс. га в Австралии. Применение капельного орошения можно считать наиболее благоприятным для следующих условий: наличие местных малodeбитных источников, почвенные условия ограничивают применение способов поверхностного полива, полив древесных насаждений, дающих высокие доходы, ветровые условия ограничивают применение дождевания. Капельное орошение широко применяют в условиях теплиц. Интересный опыт поставлен в Абу-Даби, где система капельного орошения построена в сочетании с асфальтовым “водоупором” (рис. 27).

Рациональное использование водных ресурсов

В условиях богарного земледелия, а также водоснабжения, зависящего от количества и характера выпадения осадков, значительную роль играет технология аккумуляирования дождевого поверхностного стока.

Такое аккумуляирование, даже в условиях незначительного выпадения осадков, например 10 мм, может обеспечить получение полезных количеств воды – 100 тыс. л воды на 1 га. Способы аккумуляирования стока, насчитывающие не менее 4 тыс. лет существования, возможны в районах с минимально допустимым среднегодовым количеством осадков 50–100 мм.

Среди технологических процессов можно отметить: изменение профиля местности (строительство канав или стенок из скальных пород вдоль склонов), расчистка земель (удаление камней и растительности), уплотнение поверхности почв: химическая обработка поверхности почв с целью сокращения скорости просачивания воды и эрозии за счет заполнения пор и трещин (применение солей натрия, силикоза, латекса битума и воска), покрытие поверхности почв водонепроницаемой пленкой (ПВХ, бутил-каучук, металлическая фольга) (Cuff, 1977; Cooley and Frasier, 1977). Считается, что метод изменения профиля местности или поверхности в ближайшее время приобретет мировую известность и распространение (More water., 1974).

Сбор и сохранение скудных и спорадически выпадающих осадков и влаги туманов достигается за счет более дешевых и простых технологических нововведений, часть которых может быть отнесена к “традиционным”. К ним относятся копани, цистерны, оцинкованные танки, песчаные ямы-ловушки, резиновые емкости, облицованные пруды. Интересна техника сбора влаги туманов, развитая в районах прибрежных пустынь Перу и Чили. Известно, что в тумане содержание влаги достигает 0,1–5,8 г/м³. Местные жители

здесь используют туманоуловитель “Камчатка”, состоящий из прибора высотой 2,5 м с серией нейлоновых нитей диаметром 1 мм и длиной 1,2 м. При их плотности 320 на 1 м сбор воды составляет 18 л/сут (Garduno, 1977).

В последние десятилетия в Ливии, Тунисе, Алжире, Марокко осуществляются программы широкого строительства малых дешевых плотин, а там, где это целесообразно, – крупных плотин. Как в первом, так и во втором случаях в условиях аридного климата значительное количество воды теряется на испарение с водной поверхности.

В аридных западных штатах США ежегодно с каждого гектара водной поверхности испаряется 12,2–24,6 тыс. м³ воды (Howe, Easier, 1971). Достаточно сказать, что на 1963 г. из 1400 водохранилищ, построенных в США, 438 с общей полезной емкостью 153 км³ находились в аридных районах (The Nations' Water Resources, 1968). По мнению Уайта (1973), увеличение площади поверхности водохранилищ после строительства новых плотин приведет к резкому увеличению годовой испаряемости, которая превысит прирост емкости водохранилищ в результате гидротехнического строительства последних лет.

Это обуславливает ведение опытных работ по борьбе с испаряемостью на небольших водохранилищах. Для уменьшения потерь воды на испарение издавна используют гексадеканол $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{OH}$, образующий мономолекулярную пленку, и другие ретарданты.

В связи с тем, что мономолекулярные пленки имеют недостатки – слабую сопротивляемость волновому воздействию, недолговечность службы и другие, – ведутся поиски новых материалов. Сейчас в стадии испытаний находятся синтетический воск, перлит, пенопласт, вспененный бутил-каучук, плавучие шпанели из полистиролов. Последние, также, как и синтетический воск, позволяют уменьшить испаряемость на 85–95% (Cooley, Frasier, 1977).

Значительную часть потерь воды составляют потери на испарение с поверхности почвы. Помимо различных материалов для мульчирования (стерня, полиэтиленовая и поливинилхлоридная пленки, полибутен, обработанный битумом гравий, алюминиевая фольга, бумага), разработаны принципиально новые методы. Так, внесение в почву после влагозарядкового полива фумигантов типа этилендиброма позволило сократить потери влаги на 30–40%, а в некоторых случаях – на 80%.

Большое внимание уделяется антитранспирантам, позволяющим резко сократить транспирационные потери растений. Опрыскивание ими дает возможность уменьшить скорость истощения почвенной влаги для сокращения числа поливов, а также повысить содержание влаги в растениях. Наиболее известны три вида антитранспирантов (Nagan, 1970): белые отражающие вещества (в частности, каолинит); восковая или латексная эмульсия; вещества, сокращающие размеры устьиц (например, фенилоуксусно-кислая ртуть). Последними обрабатывается растительность на водосборах для увеличения местного стока. Для этих же целей в аридных районах в некоторых штатах США, в частности в Аризоне, проводится обработка водосборных площадей. Дешевая асфальтовая смесь, наносимая на поверхность водосбора путем разбрызгивания, обеспечивает почти стопроцентный сток. При обработке водосборов поваренной солью поверхностный сток с обработанных участков превысил в 2,5 раза сток с необработанных.

Использование аккумулированного стока в сельском хозяйстве широко практикуется в Мексике, Ботсване, Индии, Пакистане, Австралии, Израиле, Афганистане, Ливии. Пример

использования стока с искусственных водосборов – Ботсвана, где водой с водосборов, построенных на школьных площадках для игр, поливали пришкольный сад.

Другой способ распределения воды заключается в том, что воду забирают из водостоков и распределяют по прилегающей территории водосбора или задерживают на поверхности, что осуществляется с помощью канав, Насыпей, дамб и т. д. Этот метод часто применяется на пастбищах.

Еще один способ – устройство микроводосборов обычно вокруг фруктовых и оливковых деревьев, кормовых культур. Микроводосборы удобряются навозом, покрываются мульчей. В отличие от крупных водосборов земли здесь разрыхляются. Этот метод дешевле других, так как он не требует строительства каналов, водоводов, террас и удерживающих стенок.

Контурные водосборы, разновидность микроводосборов состоят из целого ряда террас, с которых воды стекают на полосы, где выращиваются культуры. Этот метод чаще применяют на склонах холмов, а на равнинах уклоны создаются искусственно.

Преимущества этих способов в том, что они позволяют выращивать деревья в аридных условиях и развивать земледелие там, где из-за дефицита воды другие его виды не применяются, выращивать фуражные культуры, тем самым снижая интенсивность выпаса. Например, за 1968–1977 гг. в Австралии (шт. Новый Южный Уэльс) выпас на площади 80 га, где применялся метод аккумуляции поверхностного стока, составил 2,66 овец/га, а без применения этого метода – 0,18 овец/га.

В Туркменистане уже свыше 10 лет Институт пустынь успешно проводит опыты по освоению такырных земель путем аккумуляции влаги. Для этого на их твердой поверхности нарезают спаренные борозды (по 20–25 шт/га) глубиной 30–35 см. Одна из них служит для аккумуляции стока, другая – для посадок. Вода заполняет влагонакопительную борозду, питая семена и саженцы растений лесокультурной борозды. Опыты показывают, что таким образом можно выращивать декоративные и плодовые деревья, виноград, бахчевые культуры (Бабаев, Фрейкин, 1977).

В последнее время во многих странах мира встает проблема роста минерализации речных вод. Это обусловлено широким развитием в большинстве стран аридной зоны орошаемого земледелия и поступлением дренажных или возвратных вод в русло рек. В странах Северной Африки – Алжире, Тунисе, Ливии и странах Ближнего Востока – Ираке, Сирии издавна существует практика использования минерализованных подземных вод для орошения таких солеустойчивых культур, как финиковая пальма, оливки, ячмень, бермудская трава. В настоящее время в долине р. Меджерда (Тунис) орошают водой минерализацией 2–3,5 г/л земли среднего и тяжелого механического состава на фоне гончарного дренажа.

Возможности использования для орошения минерализованных вод изучаются на многих опытных станциях Советского Союза (Узбекская ССР, Туркменская ССР), США (Нью-Мексико, Калифорния, Аризона), Индии, Пакистана и др. (Нестерова, 1973).

В отдельных аридных районах, где расположены крупные города и подземные воды применяют для водоснабжения, с определенным успехом начинают использовать сточные воды для орошения сельскохозяйственных культур. При фильтрации сточных вод через почву осаждаются органические вещества, которые затем разлагаются почвенными бактериями, создавая питательные вещества для культур. Этот метод используют в районе г. Мехико.

На метрополитенской территории Мельбурна (Австралия) начиная с 1892 г., сточные воды употребляли для орошения площади 109 км². На долю пастбищ, орошаемых сточными водами, приходится 4200 га, из них 1370 га служат для круглогодичного выпаса 15 тыс. голов скота (More water...;1974). Другой современный пример – проект орошения сточными водами Эли-Хадра (Зеленый Холм) в Ливии. Объект расположен в 6 км от столицы Триполи среди песчаных барханов. Подземных вод только хватает для водоснабжения полумиллионного населения города. В связи с этим для создания пригородной овощной базы решили использовать сточные воды. Была построена очистная установка производительностью 30 тыс. м³/сут, с тремя стадиями очистки – механической, химической и бактериологической. Общая площадь объекта 1 тыс. га. Из них площадь орошения дождеванием 600 га. Она разделена на 100 ферм-участков (на каждой работает 3–4 человека – одна семья).

В то время как в развитых странах все отчетливее проявляется тенденция к укреплению хозяйств, это стремление к дроблению в Ливии не может не вызвать удивления. Но оно объясняется многими причинами, и в первую очередь почвенными и климатическими условиями. В районах с песчаной почвой часто дуют сильные ветры. Чтобы сельскохозяйственные культуры не страдали от ветра и песчаных бурь, необходимо ограждать каждый гектар земли зеленой стеной, которая одновременно дает тень в летний зной. Вот почему здесь не могут существовать обширные поля. Поэтому было принято решение ограничиться мелкими хозяйствами, что вполне по силам для обработки одной семьей.

Каждая ферма имеет обязательную структуру посевов: 2,0 га – фруктовые деревья (груша, слива), 0,5 га – люцерна, 0,5 га – зерновые, 3 га – под овощи. 400 га занято под инфраструктуру, насосные станции и лесопосадки. Планируется увеличить производительность очистной установки" до 110 тыс. м³/сут, что позволяет занять 1500 га под кормовые культуры. Не меньшее внимание должно уделяться и мероприятиям по улучшению водообеспечения и качества воды за счет подземных вод и рационального использования,

В отдельных районах Австралии, Индии, Алжира, Ливии и других странах они являются единственным источником оросительной воды. С каждым годом в связи с совершенствованием техники бурения на воду увеличивается их использование. Об этом свидетельствует, в частности, разработка и осуществление в последнее время крупных проектов совместного использования поверхностных и подземных вод для орошения в таких странах, как Иран, АРЕ, Турция и другие: проект изучения и освоения альбского водоносного горизонта в Алжире и Тунисе, проект бурения скважин двойного назначения (дренаж – дополнительное орошение) в Пакистане и т. д.

Оценка, сделанная В. Литвиненко (1975) по странам аридного и полуаридного климата, позволяет сделать вывод, что здесь примерно треть земель орошается подземными водами (табл. 44).

Таблица 44. Площадь земель, орошаемых подземными водами в отдельных аридных странах (Литвиненко, 1975)

Страна	Площадь орошаемых земель	Площадь земель, орошаемых подземными водами	Отношение площади земель, орошаемой под. земными водами, к общей орошаемой
--------	--------------------------	---	--

	тыс. га		площади, %
США	21489	9800	49,0
Мексика	3778	927	24,5
Алжир	300	200	66,6
Ливия	167	167	100,0
Индия	38969	10930	28,0
Пакистан	12400	1755	14,1
Иран	3000	1750	58,3
Турция	1724	2Л	1,3

До сих пор широкое применение в аридных районах находят копаные колодцы. Их строительство несложно и может осуществляться даже неквалифицированными рабочими при небольших затратах. Они с успехом применяются в Афганистане, Индии и Пакистане. Недостатком их строительства является то, что они позволяют вскрывать только неглубоко-залегающие водоносные горизонты (20–30 м), с низкой производительностью. Методы строительства таких колодцев примитивные, при этом возникают трудности с обсадкой ниже горизонта воды. Техника строительства таких колодцев подробно изложена в работе ФАО (Selfhelp wells, 1977). В Сахеле рытье глубоких колодцев хотя и внесло бы некоторое улучшение в сложившуюся обстановку, но оказалось бы все же недостаточной мерой, ибо натолкнулось на два главных препятствия. Одно из них экономического порядка – стоимость колодца в соотношении со стоимостью животных, которые будут им пользоваться; второе – технического: подъем воды на поверхность превратился бы в настоящую каторгу для тех, кто будет ее выполнять вручную.

И все же их строительство остается важным мероприятием в программе борьбы с опустыниванием. Так, в Республике Мали проводится операция “колодцы”. В середине 70-х годов в стране насчитывалось около тысячи колодцев. К началу 80-х годов планировалось построить более 400 новых, а потребность страны – 8 тыс. новых колодцев и скважин, вдоль скотопрогонов и в пастбищных зонах (Радченко, 1977).

В нашей стране функционируют шахтные колодцы, построенные еще до революции [В. Кунин (1961) упоминает о копаном колодце глубиной 270 м в Каракумах]. Сейчас колодцы роют специальными колодцекопателями, устанавливаемыми на автомашинах. В качестве обсадки стенок используют панцирную сетку или бетонные кольца. Колодцы оборудуют насосами и трубопроводной сетью. Механизированный водоподъем применяют на глубоких колодцах. На колодцах глубиной 50-100 м неплохо ведет себя ленточный водоподъем, на более глубоких – механическая лебедка.

В предгорных пустынях подземные воды добывались путем сооружения подземных каналов, кяризов, фоггар, по которым вода выводилась на дневную поверхность. Обычно головная часть этого сооружения располагалась в зоне выклинивания подземных вод непосредственно у гор, а устье, выводящее воду к потребителю, находилось на значительном расстоянии, иногда на десятки километров от его начала. Подземный канал на поверхности земли прослеживается по колодцам, которые закладывают на расстоянии 15–25 м друг от друга. Их роль – извлечение земли при строительстве и эксплуатации. Протяженность каналов может достигать 50 км (район Кермана, Иран), а их дебит 30–300 м³/ч. Канатное (кяризное, фоггарное) орошение или водоснабжение до сих пор развито во многих аридных странах: Йемене, Алжире, Марокко и Иране. Здесь существует 40 тыс. каналов общей протяженностью 270 тыс. км, которые дают 35% всей получаемой воды в

стране. Использование каналов в Иране позволило выращивать на экспорт хлопок, фрукты и масличные культуры. До недавнего времени около 2 млн. жителей Тегерана снабжались питьевой водой за счет каналов. В настоящее время 8 тыс. каналов полностью разрушены и обезвожены.

Раньше кяризное орошение широко применялось и в Советском Союзе – Азербайджане и Туркменистане, отдельные кяризы встречаются в Казахстане у подножия Каратау и в некоторых горных засушливых районах Узбекистана.

Наряду с указанной “традиционной” технологией получения подземных вод все шире внедряются передовые способы бурения скважин. Это позволяет эксплуатировать более глубоко расположенные водоносные горизонты. На базе таких скважин созданы орошаемые оазисы в Ливийской пустыне. Широкая программа строительства скважин на воду для орошения осуществляется в Алжирской Сахаре. Уже в 1855 г. в крупнейшем оазисе Сахары – Уэде Рир пробурено 450 скважин, дававших воду самоизливом из песков миоцен-плиоцена. С развитием буровой техники возрастала глубина скважин и общее их число. По данным на 1952 г., их было здесь 1160.

В последние годы в оазисах Тидикельта с помощью советских специалистов осваивался альбский водоносный горизонт. В конце 60-х годов пробурено 7 скважин с суммарным дебитом 400 л/с для орошения плантаций финиковых пальм.. А вообще в Сахаре советскими специалистами пробурено и сдано в эксплуатацию около 100 скважин с суммарным дебитом более 4500 л/с.

В Австралии насчитывается более 200 тыс. скважин и колодцев глубиной до 2 тыс. м и более. Суммарный суточный дебит только одних скважин составляет 1,6 млн. м³ воды (Розанов, 1967).

В Арабской Республике Египет намечено оросить подземными водами около 22,7 тыс. га, или около 4% площади всех земель нового орошения, причем основная часть этой площади (18,9 тыс. га) приходится на район Новой Долины, где подземные воды – единственный источник оросительной воды. Остальные 3,8 тыс. га приходятся на район Нижнего Египта, в частности, южную половину провинции Тахрир, где уже пробурено более 150 скважин. Эксплуатационные запасы подземных вод в Новой Долине оцениваются приблизительно в 2340 км³, здесь предусматривается освоение 520 тыс. га новых земель. Для выбора наиболее экономичного варианта рассматривалось освоение этой площади на базе подземных вод и за счет самотечной подачи воды из Асуанского водохранилища по каналу длиной 40 км.

Вопросам рационального использования подземных вод основных региональных водоносных горизонтов в Северо-Восточной Африке и на Аравийском полуострове посвящен один из транснациональных проектов, представленных на Конференции ООН по борьбе с опустыниванием.

Проект охватывает территорию 4 стран Северо-Восточной Африки (Египет, Чад, Ливию и Судан) и 8 стран Аравийского полуострова (Бахрейн, Кувейт, Оман, Катар, Саудовскую Аравию, Объединенные Арабские Эмираты, Йеменскую Арабскую Республику и Народную Демократическую Республику Йемен).

Включение двух регионов (Северо-Восточной Африки и Аравийского полуострова) в один проект объясняется сходством гидрогеологических и климатических условий. Докембрийские отложения образуют платформу, на которой впоследствии

сформировались водоносные пласты. Восточные и западные границы региона определяются альпийским горообразованием. В пределах регионов есть два крупных гидрогеологических бассейна: первый образован мезозойскими и палеозойскими песчаниками, второй – обломочными известняками. Второй играет важную роль в формировании подземных вод Аравийского полуострова. Отсутствие систематизированных данных по водным ресурсам двух регионов создает трудности в планировании рациональных способов их использования. Неконтролируемая откачка подземных вод, особенно частными лицами, отсутствие водного законодательства и использование недостаточно обоснованных проектов усугубляют сложность водной проблемы. Для рассматриваемых стран большое значение имеют развитие орошаемого земледелия и обводнение пастбищ.

Планируется осуществить несколько экспериментальных проектов в Египте, Ливии и других странах, где будут испытаны способы добычи и использования подземных вод для сельского хозяйства и других целей.

Оценка перспектив использования подземных вод для орошения в аридных зонах неразрывно связана с общими проблемами развития сельскохозяйственного производства и, в частности, орошаемого земледелия в них. Успешное использование подземных вод для орошения будет зависеть не только от наличия запасов подземных вод, но и от успешного решения проблем их эксплуатации.

Однако уже сейчас освоение подземных вод сталкивается с серьезными проблемами. Это прежде всего сработка вековых запасов подземных вод вследствие систематического превышения объемов водозабора над естественным восполнением.

Так, по данным 1970 г., в некоторых районах штата Аризона уровень подземных вод понизился на 18 м, а в центральной части штата превышение водозабора над пополнением составляет 2466 млн. м³/год.

Бурение скважин на воду в Куфре понизило уровень грунтовых вод до 18 м, что привело к дефициту воды в древних садах Куфры (Allan, 1976).

В Новой Долине (АРЕ), включающей пять оазисов (Сиву, Бахарию, Фарафру, Дахлу и Харгу), с 1960 г. пробурено около 300 скважин в мощную толщу осадочных пород, известную под названием “нубийских песчаников”. В начале освоения предполагалось, что скважины в течение 10–15 лет будут работать на самоизливе. Однако уже в 1966 г. в результате снижения напора многие скважины перестали самоизливаться, расход других заметно уменьшился. Так, за 12 лет эксплуатации в оазисе Харга вследствие уменьшения расхода 1 скважина орошала вместо 20 га только 4 га (Meckelein, 1980). “Артезианская стадия” освоения была заменена на “насосную”.

Несколько иные проблемы связаны с перспективным освоением подземных вод для орошения в странах аридной зоны Северной Африки. По оценкам экспертов ООН, основанным на прогнозе роста численности населения в сахарской части Алжира и Туниса, площадь орошаемых земель для удовлетворения населения продовольствием потребуется увеличить до конца нынешнего столетия в 2,5 раза. Это вызовет значительное увеличение забора подземных вод.

Запасов подземных вод Сахары теоретически должно хватить при современном уровне эксплуатации на 100 тыс. лет. Однако проблема заключается в определении объема ресурсов, возможность эксплуатации их зависит от финансовых, технических и людских

ресурсов, которые могут быть использованы на том или ином этапе. Так, алжирскими и тунисскими специалистами установлена на 2000 г. следующая максимальная глубина откачки подземных вод: 60 м во внутренних районах и 7 м в прибрежных (для предотвращения интрузии соленых морских вод). Для глубоких водоносных горизонтов обязательное условие эксплуатации – сохранение самоизлива.

Даже по самым максимальным оценкам к 2000 г. будут орошаться только 60% массивов из вновь намеченных (Paltas, 1972). Согласно оценкам дальнейшего освоения водных ресурсов, проведенным экспертами ЮНЕСКО с помощью математического моделирования, широко используемые в настоящее время фоггара и источники, к 1980 г. полностью истощатся.

Теоретически для развития орошения к 2000 г. потребуется построить в Алжире 1000–1500 новых скважин, в Тунисе–250–400. Однако при увеличении водообеспеченности районов оазисного земледелия в Сахаре путем увеличения забора подземных вод встает проблема регулирования производительности самоизливающих скважин, вода которых в настоящее время используется нерационально.

По мнению некоторых ученых, следует вообще как можно быстрее перейти от эксплуатации подземных вод Сахары самоизливом к насосному водоотбору, что позволит, с одной стороны, избежать потерь на испарение и за счет естественного выклинивания, с другой, – обеспечив полный контроль водоотбора, увеличить количество воды, доступной для использования. Это станет возможным лишь при наличии достаточных источников энергии (разработка нефтяных запасов позволяет сделать это) и точной оценки условий залегания и запасов подземных вод по каждому бассейну. Такие работы с использованием моделирования проведены в Алжире и Тунисе, а также проводятся в АРЕ (Литвиненко, 1975).

Один из перспективных методов борьбы с истощением водоносных горизонтов – искусственное пополнение их или магазинирование стока в естественных подземных коллекторах. Согласно В. Н. Кунину (1959) этому может способствовать наличие осадков, водосборных площадок с высоким коэффициентом стока и условий для “фабрикации” грунтовых вод.

В начале текущего столетия это практиковалось в ограниченных масштабах и только с целью восстановления быстро снижающегося уровня грунтовых вод или повышения их качества. Большинство проектов осуществлено в шт. Калифорния, где за 1900–1960 гг. в подземные резервуары закачали около 8 км^3 , а после 1960 г. объем искусственной закачки достиг $1 \text{ км}^3/\text{год}$.

В 1860 г. в Пакистане в бассейне Инда началось строительство самой крупной в мире оросительной системы площадь которой достигает более 10 млн. га. Сеть оросительных каналов, общей длиной 60 тыс. км покрывает большую часть огромного подземного водохранилища, имеющего площадь 16 млн. га и глубину 350 м. Соленость воды нижних горизонтов водоносной толщи составляет 6 мг/л (соленость морской воды – 35 мг/л, а верхних – 0,7 мг/л). В результате строительства ирригационной системы подземный резервуар начал постоянно пополняться водой, просачивающейся из оросительных каналов. К 1965 г. объем искусственного пополнения достиг $17 \text{ км}^3/\text{год}$, в то время как естественное составляло не более $8 \text{ км}^3/\text{год}$. Постоянный приток воды вызвал поднятие уровня грунтовых вод со скоростью 30 см/год, что привело к заболачиванию одних районов долины Инда и образованию солончаков в других.

В конце 60-х годов в этом районе работала группа исследователей, изучавших возможность использования грунтовых вод для орошения земель и бытового водоснабжения. Предполагалось в течение 30 лет, добывая воду из подземного водохранилища, снизить уровень грунтовых вод и решить проблему засоления и заболачивания почв. В ходе выполнения проекта установлено, что за 100 лет, прошедшие с начала строительства оросительной системы, в подземном резервуаре накоплено 400 км³ воды, пригодной для использования. Этот объем заключен в верхней части водоносной толщи, мощность которой 30 м. Для откачки воды пробурили скважины до глубины 30 и 70 м. В первом случае вода откачивалась со скоростью 30 л/с, во втором – 120 л/с.

В настоящее время в результате осуществления этого проекта грунтовые воды составляют треть общего объема воды, используемой в данном регионе для водоснабжения и орошения земель, причем площадь орошаемых земель удалось увеличить на 4 млн. га. Р. Амброджи (1977) отмечает, что стоимость откачки 1 км³/год грунтовой воды, пригодной для использования, равна 20 млн.\$, а накопление такого же количества воды в наземных водохранилищах потребует 100 млн.\$.

В Туркменской ССР проведены опыты по восполнению запасов пресной воды в подтакырной линзе за счет усиленного погружения вод, формирующихся на такыре. Несмотря на то, что опыт проводился в производственных условиях, когда водозабор из линзы составлял 1,3–3,0 тыс. м³ воды в год, запасы ее в подземном хранилище увеличились в 3 раза. Экспериментальные исследования по искусственному образованию пресных подземных вод там, где раньше их не было, выполнялись в 1964–1970 гг. в южной части Центральных Каракумов. Оказалось, что, используя сток с такыра, можно создать за 3–4 года пресные подземные воды, плавающие на соленых (30 г/л), в объемах, пригодных для практического использования.

Поскольку запасы пресной воды ежегодно пополняются, они через 1–2 года значительно превысят потребность в воде животноводства и могут быть использованы для других целей (Бабаев, Фрейкин, 1977).

Крупный советский гидрогеолог, прекрасный знаток пустынь и особенно их местных водных ресурсов Владимир Николаевич Кунин писал в 1964 г. в журнале “Курьер ЮНЕСКО”: “Если внимательнее присмотреться и изучить народные методы получения и использования воды в пустыне ” обогатить их достижениями и методами современной науки и техники, то многие трудности окажутся разрешимыми, по крайней мере до того времени, когда еще более совершенные научные методы обеспечат возможность повсеместного и дешевого получения подземных вод, опреснения и очистки поверхностной воды”. Эти слова как нельзя лучше подтверждают пятую рекомендацию Плана действий по борьбе с опустыниванием, касающуюся использования приоритета и оказания поддержки развитию таких видов технологий, в которых полностью используются местный традиционный опыт и ресурсы.

Несомненно, что постепенное продуманное внедрение более совершенных технологий, наряду с проведением образовательных программ, позволит более рационально подходить к использованию водных ресурсов, не вызывая таких негативных последствий, как опустынивание.

Наряду с попытками улучшения существующих естественных условий в аридной зоне делаются первые шаги в направлении управления естественными процессами, что должно способствовать более полной отдаче окружающей среды человеку. Одним из таких способов управления является регулирование естественной фильтрации через почву с

целью повышения эффективности использования влаги в земледелии. Это достигается с помощью создания асфальтового водоудерживающего экрана на легких песчаных почвах в условиях недостатка влаги.

АМОБАР (Asphalt Moisture Barrier Lkyer) – система асфальтового экрана влажности была создана в результате многолетних (начиная с 1951 г.) совместных исследований, экспериментов и разработок, проводимых в США исследовательскими коллективами специалистов по сельскому хозяйству из ведущих университетов, крупнейшей фирмой – производителем нефтепродуктов (“Америкэн Ойл Компани”) и фирмой сельскохозяйственного машиностроения (“Интернейшнэл Харвестер Компани”). Главная цель этой совместной работы – создание системы, обеспечивающей повышение урожайности растений на супесчаных и песчаных почвах и сохраняющей воду и удобрения, которые, в противном случае, утрачиваются вследствие фильтрации почвы.

Результатом проведения этой совместной исследовательской программы явилась разработка машины, способной инжектировать в почву на глубину примерно 40–70 см тонкий слой асфальта (битума), чтобы воспрепятствовать выносу из верхних слоев почвы воды и растворимых удобрений. Хотя тонкий асфальтовый слой, или экран влажности (толщиной примерно 3 мм) и не является полностью водонепроницаемым, он обладает достаточной непрерывностью и плотностью, чтобы поддерживать содержание влаги и питательных веществ в корневой зоне растений на уровнях, значительно более высоких, чем это обычно имеет место в песчаных почвах. В то же время проницаемость экрана достаточна для пропуска избыточной свободной влаги, которая накапливается в тех случаях, когда осадки значительно превышают среднюю норму; это снижает опасность затопления. Могут быть заложены и вертикальные экраны.

В комплект оборудования входят: асфальтовый подогреваемый контейнер с насосами и ножевой подземный плуг шириной 230 см, на котором расположены разбрызгивающие насадки. Плуг и устройства для внесения асфальта смонтированы на специально оборудованном гусеничном тракторе с двигателем мощностью 200 л/с. Во время работы плуг заглубляется в песок на заранее заданный уровень от 40 до 70 см и тем самым обеспечивается возможность разбрызгивания асфальта под землей и создания асфальтовой мембраны шириной примерно 230 см и толщиной 3 мм. Сплошной слой создается путем выполнения загонов таким образом, чтобы слои перекрывались внахлест. Производительность оборудования составляет 0,4 га/ч при скорости движения 3,9 км/ч.

Слои выполняются из нормального асфальта для дорожных покрытий, его не требуется смешивать с какими-либо другими материалами. Для обеспечения правильного растекания и геометрии разбрызгивание проводится при температуре 165–170°C. Норма асфальта 14195 кг/га(рис. 28).

Расход на строительство экранов в США составляет 500–700 дол/га. За счет существенного роста урожайности, экономии удобрений (поскольку эффективность их действия значительно повышается), а в орошаемых районах и за счет экономии оросительной воды (экономия 25–125 дол. на 1 га) затраты на строительство экрана окупаются за 2–4 года, тогда как срок рабочей годности экрана оценивается до 20 лет (Asphalt..., 1971)..

Широкомасштабные испытания системы АМОБАР на песчаных почвах опирались на весьма жесткую систему научных и статистических проверок с целью количественного определения повышения урожайности благодаря экрану влажности в сравнении с урожайностью на площадях без такого экрана.

Испытания не только продемонстрировали однозначное повышение урожайности на участках с экраном, но также и большую экономию в расходовании воды. Культуры, подвергавшиеся испытаниям, такие например, как огурцы, сладкий и белый картофель, перец, томаты, лук, кукуруза и кабачки,

давали прирост урожайности 17–62% на поливных участках с экраном влажности по сравнению с теми же культурами, выращиваемыми на смежных участках, но без экрана.

Рис. 28. Технология заложения системы АМОБАР: 1 – трактор; 2 – емкость для асфальта; 3 – плуг; 4 – копирующее колесо; 5 – трубопровод, подающий асфальт; 6 – насадки; 7 – планировочный орган.

В 1971 г. была создана компания "АМОКО Мойстчур Компани" с целью внедрения системы АМОБАР на мировых рынках. Асфальтовые экраны влажности были выполнены на коммерческих фермах в центральной части США, занятых производством кукурузы, соевых бобов и кукурузы на силос. Владельцы этих ферм, расположенных в песчаных и засушливых районах, сообщали о росте урожайности на 20–100% при экономии воды на полив 30–50 %; В некоторых случаях урожайность на участках с экранами влажности достигала показателей, характерных, как правило, для тяжелых суглинистых почв. Благодаря асфальтовому экрану влажности некоторые фермеры сумели на землях с естественным орошением повысить плотность растений, не рискуя потерей урожая во время засушливых периодов, что позволило в еще большей степени увеличить съем урожая с единицы площади.

В 1975 г. опытные асфальтовые экраны выполнены в Ливийской Арабской Республике. Уже собраны первые три урожая, показавшие, что экран влажности дает рост на 25–75%. В 1976 г. экраны выполнялись в двух пустынных районах Египта.

В 1971 г. в Японии был создан Институт освоения пустынь, задачей которого явилось освоение пустынь путем различных современных технологических приемов.

Институт совместно с ведущей японской фирмой "Камацу" в 1972–1973 гг. провел полевые испытания технологии АМОБАР в условиях ряда префектур Японии, получив весьма удовлетворительные результаты (Application..., 1975). В 1974 г. асфальтовый экран был заложен специалистами института на 2 га земли в пригороде г. Ахваз, Иран. Экран закладывался горизонтально на глубину 45 и 60 см. Кроме того, на ряде участков заложен вертикальный экран. Наилучшие результаты по выращиванию дынь получены при глубине заложения горизонтального экрана 45 см совместно с вертикальным и орошением. В 1975 г. оборудование переведено в Аль-Айн, Абу-Даби (ОАЭ). Здесь на участке 2 га заложен экран толщиной 3 мм на глубину 45, 60 и 75 см в зависимости от рельефа. Орошение овощных культур, которые поставляются в Аль-Айн, велось с использованием солоноватой воды (1,2–1,3 мг/л)(Nicolas, 1977).

Применение системы АМОБАР наиболее целесообразно в нефтедобывающих странах. Полученные результаты позволяют рассматривать этот технологический прием применительно к освоению земель в пустынной зоне СССР, исходя из следующих соображений: повышение производства на освоенных пустынных и полупустынных землях в будущем; улучшение существующих сельскохозяйственных земель с чрезмерным дренажом в районах, подверженных засухе; экономия воды для орошения; повышение степени удержания дождевой воды в районах с малым количеством осадков; экономия удобрений.

Энерго- и водоснабжение аридных районов

Земной шар ежегодно получает от Солнца $1,5 \cdot 10^{18}$ кВт·ч энергии, то есть в 25000 раз больше текущей потребности населения Земли в первичной энергии. Для технического использования представляет интерес около $0,8\text{--}1$ кВт·ч/м² энергии, достигающей земной поверхности (Kleinrath, 1976).

В большей части районов с сухим жарким климатом огромное количество солнечных дней позволяет эффективно использовать солнечную энергию. За последние десятилетия в странах аридной зоны широко ведутся исследования и практическое использование солнечной энергии путем преобразования ее в электрическую. Климатические условия аридной зоны Африки к северу от экватора благоприятны для использования солнечной радиации в этих целях: средняя ее интенсивность составляет $0,3$ кВт·ч/м², а число солнечных дней в году повсеместно превышает 200–250 (Горнунг, 1979, 1977).

По данным Mumuni (1973), ежегодное потребление древесного топлива для семьи (5–6 чел.) для домашних нужд составляет $2,5\text{--}3,0$ т в городских и сельских условиях, что в целом равно 50–60 млн. т.

Перевод приготовления пищи на “солнечные кухни” позволил бы сэкономить 30 млн. т. дров, что в свою очередь ограничит развитие деградации и эрозии почв. Широкое внедрение солнечных нагревателей и опреснителей хотя бы в коллективных и общественных службах (больницы, аптеки) также позволило бы сэкономить 25–30 млн. т. леса и 2 млрд. кВт·ч. Использование солнечной энергии в основном ставится на службу улучшения водоснабжения и орошаемого земледелия.

М. Б. Горнунг (1979) приводит данные о широком распространении в странах Африки французских малогабаритных солнечных энергоустановок, преобразующих солнечную энергию в постоянный ток. Такая установка обеспечивает подъем до 15 м³/сут воды с глубины не более 25 м. Этого достаточно для водопоя нескольких сот голов крупного и мелкого рогатого скота, а также 100 жителей.

В аридных штатах Калифорния, Аризона, Нью-Мексико и Техас работает более 160 тыс. насосных станций с приводом от двигателей внутреннего сгорания.

С конца 70-х годов в США значительно усилился интерес к практическому использованию солнечной энергии, в частности в области орошения. С одной стороны, в связи с энергетическим кризисом, с другой – поисками в целом альтернативных источников энергии.

Рис. 29. Схема строящегося в шт. Нью-Мексико (США) комплекса солнечной насосной станции:

1 – опытное поле; 2 – насосная станция; 3 – скважина с погруженным насосом и приводом от солнечного двигателя; 4 – подземное хранилище масла; 5 – щиты контроля и управления; 6 – теплообменник; 7 – инструментальный вагончик; 8 – будущее место для теплиц; 9 – солнечный коллектор; 10 – водохранилище; 11 – край орошаемого поля; 12 – существующая линия электропередачи.

В рамках программы по развитию использования солнечной энергии, осуществляемой в стране под руководством ЭРДА, разработаны первые проекты солнечных насосных

станций для нужд орошения. В настоящее время три такие насосные станции построены. Одна в штате Нью-Мексико, в 64 км от г. Альбукерке (рис. 29). В этой местности в год выпадает до 280 мм осадков, оросительный сезон длится около 100 дней в году. В хозяйстве, где построена эта станция, выращивают различные сельскохозяйственные культуры на площади 1222 га. Весь комплекс занимает 1,6 га площади. Насос обеспечивает подачу 55,5 л/с из скважин глубиной 22,5 м. В качестве привода насоса используется солнечный двигатель (турбина Ранкина). Водохранилище, облицованное пластиком, вмещает 5,5 тыс. м³ воды. Вода из скважины закачивается в водохранилище, из которого насосом с обычным электроприводом подается в оросительную сеть. В настоящее время с помощью такой насосной станции поливается 32,4 га.

Принцип работы солнечной установки следующий. Масло в солнечном котле нагревается до 215,5° и используется для подогрева рабочей жидкости турбины до температуры 104,4° При этом в системе поднимается давление до 2,3 МПа В качестве рабочей жидкости турбины применяется фреон-113, который после прохождения через турбину попадает в конденсатор с проточной охлаждающей водой.

В мае 1977 г. солнечная насосная станция в штате НьюМексике введена в эксплуатацию. Здесь намечено провести комплексное изучение вопросов повышения эффективности орошения, удобрений и т. д.

Второй тип солнечной насосной станции – с солнечной каруселью – разработан фирмой “Санпауэр систем корпорейшн”. Такой комплекс построен в экспериментальном хозяйстве университета штата Аризона. В отличие от обычных насосных систем станция с солнечной каруселью работает от парового двигателя. Пар образуется из батареи концентраторов (всего их 100 с общей собирающей площадью 318 м²), изготовляемых из полированного алюминия.

Для более эффективной работы солнечная карусель поворачивается в течение дня на 180°, и зеркальная параболическая поверхность концентраторов все время имеет ориентацию на солнечные лучи. Каждый концентратор фокусирует солнечные лучи на трубопровод-котел, нагревая воду в нем до 204,4°. Для лучшего нагрева трубопровод окрашен в черный цвет. Подогретая вода подается в теплообменник, где образуется пар, который подается в поршневой паровой двигатель под давлением 1,62 МПа. Мощность насоса 51,45– 55,12 кВт. Из двигателя конденсат возвращается в трубопровод-котел концентратора.

В районе г. Финикс (шт. Аризона) введена в эксплуатацию крупнейшая в мире оросительная система, работающая на солнечной энергии. Вода в систему подается насосом мощностью 50 л/с с максимальной водоподачей до 38 м³/мин. Основной элемент системы – параболические солнечные коллекторы, поворачивающиеся за солнцем, общей площадью 410 м². Схема работы системы отражена на рис. 30.

Рис. 30. Схема установки солнечной насосной станции для орошения в США: 1 – солнечный коллектор (концентраторного типа); 2 – бойлер; 3 – предварительный нагреватель; 4– насос; 5 – регенератор; 6 – конденсатор; 7 – питающий насос; 8 – турбина; 9 – насос; 10 – отстойник; 11 – оросительный канал, а – система с горячей водой; б – система с фреоном; в – охлажденная вода.

Вода под давлением подается в солнечные коллекторы, где под действием солнечной энергии нагревается до высокой температуры и подается в испаритель, нагревает фреон, доводя его до газообразного состояния. Пары фреона при высоком давлении заставляют

работать турбину с циклом Ранкина, которая в свою очередь приводит в движение насос. По выходе из турбины фреон проходит через регенерационный теплообменник и конденсатор, где он переходит в жидкое состояние и возвращается в испаритель.

Насос подает воду из бассейна-отстойника в оросительный канал. Система работает автоматически. Специальные датчики направляют утром солнечные коллекторы на солнце, и по мере изменения положения солнца в течение дня изменяют положения коллекторов. Эти же чувствительные элементы поворачивают солнечные коллекторы в нерабочее положение ночью или во время бури для уменьшения возможности повреждения отражающих поверхностей. Для аварийных ситуаций предусмотрена дублирующая система управления коллекторами.

Рис. 31. Схема установки солнечного насоса в Мексике:

1 – солнце; 2 – коллектор; 3 – холодная вода; 4 – теплая вода; 5 – испаритель; 6–7 – теплый бутановый газ; 8 – расширительная камера; 9 – масляные фильтры; 10 – масло; 11 – теплый бутановый газ; 12 – жидкий бутан ($2,8 \text{ кг/с.м}^2$); 13 – жидкий бутан; 14 – солнечный двигатель; 15 – рециркулирующий насос; 16 – конденсатор; 17 – подаваемая вода; 18 – гидравлический пресс; 19 – трубы контроля; 20 – поршневой насос.

Не вызывает сомнений целесообразность использования солнечных насосов в условиях пустынь Мексики. В первой солнечной установке в Соноре, солнечная энергия улавливается коллектором для нагревания поступающей воды до 60°C . Тепловая энергия нагревает бутан до получения паров давлением $5,6 \text{ кг/см}^2$, которое приводит в движение двигатель. К двигателю непосредственно присоединен насос для рециркуляции сжиженного бутана в системе и привода поршневого водяного насоса. Последний погружен в скважину (рис.31). Вода может быть поднята с глубины 80 м, а надежность установки сравнивается с рефрижераторной системой. На основании первых благоприятных результатов правительством планируется широкое внедрение в практику солнечных насосов.

В Индии сравнительно недавно разработаны водяные насосы – аппараты, которые действуют за счет солнечной энергии и не имеют движущихся рабочих органов. Достигается это путем нагревания низкокипящей рабочей жидкости в солнечном коллекторе, пары которой направляются в скважину. Конденсация рабочей жидкости происходит либо естественным образом ночью, либо путем охлаждения проточной водой в конденсаторе. Большое достоинство данного типа установки – легкая приспособляемость к конкретным климатическим условиям: достаточно лишь подобрать рабочую жидкость с соответствующей температурой кипения (среднедневная температура) и конденсации (средняя ночная температура).

Один из прототипов насоса имеет следующие технико-экономические показатели: эффективная поверхность плоского солнечного коллектора 100 м^2 , суточный объем откачиваемой воды 150 м^3 , глубина скважины 18 м. При удельной стоимости коллектора $350 \text{ \$/м}^2$ цена установки составляет 6000 \$. (Technology for Solar..., 1978).

Для стран аридной зоны, где отсутствуют источники пресной воды, но имеются минерализованные подземные воды, или эти страны имеют выход к океану, рациональным способом получения ее для бытового и коммунального водоснабжения служит опреснение. К настоящему времени разработано достаточно способов опреснения воды (электродиализ, обратный осмос, дистилляция и т. д.) и построено значительное

количество крупных опреснительных установок (Колодин, 1980), однако все они требуют значительных капиталовложений, дороги и сложны в эксплуатации, требующей высококвалифицированных кадров. Кроме того, высокая стоимость опресненной воды даже на ядерных установках, составляющая 0,10 дол/м³, не позволяет в ближайшее время использовать ее для сельскохозяйственных целей в широких масштабах (Перспективы технологии..., 1977). В большей части районов, где сельское население рассредоточено на площади пустынь и полупустынь, целесообразно использование гелиоопреснительных установок производительностью до 5–6 м³/сут. За последние два десятилетия гелиоопреснительные установки построены в Индии, Австралии, странах Ближнего Востока.

Примером такой установки является опреснительная установка в заливе Акаба, Иордания (Life to the desert, 1977). В отличие от классических опреснительных установок, использующих солнечную энергию непосредственно для испарения воды, в технологии, разработанной фирмой Дорнье (ФРГ), солнечная энергия улавливается в коллекторах, где пары испарившейся воды конденсируются в отдельном от коллектора конденсаторе.

Установка состоит из 15 автономных модулей, каждый с поверхностью коллектора 25 м², расположенных в 5 параллельных рядах по 3 модуля в ряд (рис. 32). Морская вода закачивается в резервуар-накопитель, проводится по трубе-распределителю к рядам модулей и проходит через сами модули. Полученный конденсат смешивается с небольшим количеством соленой воды для получения питьевой. Морская вода используется как охладитель в трубах конденсатора, стекая в море из разных водовыпусков через сборную трубу. Производительность установки составляет 2 м³/сут питьевой воды.

Рис. 32. Схема гелиоопреснительной установки в заливе Акаба, Иордания: 1 – погруженный насос; 2 – питающий трубопровод; 3 – резервуар; 4 – трубопровод для опресненной воды; 5 – резервуар для опресненной воды; 6 – модуль; 7 – океан; 8 – дизельный двигатель.

В дальнейших планах по расширению использования солнечной энергии – создание деревень, потребности которых будут полностью обеспечены за счет использования солнечной радиации. Первая в мире такая деревня строится в Саудовской Аравии в 50 км от столицы Эр-Рияд. Проект, стоимость которого составляет несколько миллионов долларов, должен завершиться в 1981 г. (Mazingira, 1979).

Подобный проект для Алжирской Народной Демократической Республики рассматривался на специальном семинаре в Алжире в 1978 г., организованном Университетом ООН и Национальной организацией научных исследований АНДР (Seminaire..., 1970).

В последнее время специалисты все чаще обращают взор на Антарктический континент как перспективный источник пресной воды. Подсчитано, что айсберг объемом 10 км³ смог бы более полугода обеспечивать водой такой город, как Нью-Йорк. Буксировку айсбергов из Антарктиды рассматривают в качестве одного из возможных источников воды для южной засушливой части Калифорнии.

Проект, предложенный 16 лет назад Океанографическим институтом Скрипса (США), рассматривался в то время как утопия. Не так давно фирма “Рэнд корп” вновь вернулась к

рассмотрению возможностей его осуществления, но на этот раз с дотацией от Национальной организации содействия развитию науки в размере 50 тыс. дол.

Фирма предполагает, что айсберги длиной 3,22 км, шириной 1,6 км и высотой 274,3 м будут буксироваться минимально по 8 штук. Головной айсберг, оборудованный винтом с электроприводом, будет служить буксиром. Энергия должна подаваться по кабелю с атомной установки на борту сопровождающего судна.

По расчетам руководителей проекта за счет такого каравана айсбергов можно получить около $3,7 \text{ км}^3$ пресной воды. При этом транспортные расходы составят около 0,81 центов/ м^3 . Сюда следует добавить 1,2 цента/ м^3 на растапливание и доставку ледяных глыб на берег и 0,4 цента/ м^3 на транспортировку с берега до магистрального городского водопровода. Общие затраты, таким образом, составляют 2,43 цента/ м^3 . Это более чем наполовину меньше затрат, требующихся на переброску воды на большие расстояния (4,86–8,1 центов/ м^3).

Планируется, что лед будет растапливаться на расстоянии 16 км от берега. Глыбы льда размером около 1,8 м будут подаваться к берегу по подводным трубопроводам. По мере продвижения они будут таять под воздействием тепла океанических вод, и на берег будет поступать пресная вода. Продвижение глыб по трубопроводу осуществляется под действием их силы тяжести. По существу при этом создается напор льда, схожий с гидравлическим напором. Если рассматривать влияние этого проекта на окружающую среду, то айсберги изменят температуру окружающей воды на $0,5^\circ\text{C}$.

В 1981 г. планировалось осуществить транспортировку айсбергов из южной части Индийского океана к берегам Австралии. С учетом потерь на таяние (20%) один айсберг может обеспечивать водой город типа Перт в течение 4 месяцев. Айсберги предполагается транспортировать из района, расположенного на $50\text{--}55^\circ$ юж. широты. Для его транспортировки потребуется около трех месяцев и 3–4 буксира мощностью 10–15 тыс. л. с. Для защиты от размыва волной и придания дополнительной устойчивости айсберг должен быть защищен по всему периметру специальной оболочкой. Она же образует резервуар, куда поступает пресная вода, образующаяся при таянии айсберга во время транспортировки (IWR, 1979).

Подобные проекты рассматриваются и для отдельных княжеств, входящих в состав ОАЭ, а также для чилийской пустыни Атакама. По мнению Р. Амброджи (Ambrodgi, 1977), проекты транспортировки и использования айсбергов заслуживают внимания, так как ежегодно от ледникового щита Антарктиды откалывается около 2 тыс. км^3 льда, содержащих огромные запасы воды.

Исправление “ошибок природы” по территориальному распределению водных ресурсов – межбассейновые переброски стока рек. Особенно важным это становится для аридных районов в силу либо непосредственного отсутствия крупных источников воды для развития орошаемого земледелия и водоснабжения, либо при наличии даже крупных рек, воды которых полностью зарегулированы и дальнейшее развитие земельного потенциала будет сдерживаться их дефицитом.

Межбассейновые переброски стока исторически связаны с аридными территориями, и в первую очередь с Древним Вавилоном (Warwick, 1969). В 2500 г. до н. э. реки Тигр и Евфрат соединялись каналом Шатт-эль-Хан. В правление вавилонского царя Хаммурапи (примерно в 1760 г. до н. э.) был построен канал для подачи воды в Шумер и Аккад. В

настоящее время работы по региональным переброскам стока ведутся в СССР, США, Австралии, где они также связаны с подачей воды в аридные районы.

В США через фазу проектирования и основного строительства прошел калифорнийский водовод (Калифорнийский водохозяйственный план). По прогнозам население шт. Калифорния к 1990 г. увеличится до 35 млн. человек, а потребности в воде до 41 км³/год. Около 70% осадков в Калифорнии выпадает зимой в северной части штата, а 70–75% водопотребления приходится на южную треть территории, причем в основном летом (орошение).

Последняя крупнейшая программа – сооружение системы водохранилищ, плотин, акведуков, каналов, туннелей и насосных станций суммарной стоимостью более 1,3 млрд. дол. для передачи с севера на юг штата, начиная с 1990 г., примерно по 5,1 км³/год. Основой водозабора будет р. Фрейзер, на которой строится серия плотин и водохранилищ (в том числе самая высокая в мире земляная плотина “Оровилл” высотой 235 м). Вода от устья р. Сакраменто, в которую впадает р. Фрейзер, будет передаваться на юг по водоводу “Калифорния” вдоль р. Сан-Хоакин через горы Техачапи (по системе туннелей) до водохранилища “Перрис” к северу от Лос-Анджелеса; протяженность трассы 720 км. Проект предусматривает сооружение 18 плотин и водохранилищ, 5 ГЭС, 14 насосных станций и около 950 км каналов. С помощью насосных станций вода будет поднята с уровня моря у дельты р. Сакраменто до отметки 372 м у подножия гор Техачапи. Пропускная способность водовода составит (в м³/с): в начале 1280, затем постепенно снизится до 125 у конца водовода (станция “Эдмонстон”). После выхода из туннелей под горами Техачапи вода будет распределена в два водовода– Западный (50 км) на 92 м³/с (до водохранилища “Кастейнк”) и Восточный (222 км) на 56 м³/с (до водохранилища “Перрис”), спуск воды в долины используется для производства электроэнергии. Главный водовод “Калифорния” должен иметь 3 ответвления. Район Сан-Франциско будет снабжаться водоводом “Норт-Бей” длиной 43 км (вступил в строй в 1980 г.) и “Саут-Бей” длиной 80 км (действует с 1962 г.). От 300-го км водовода “Калифорния” уже сооружен небольшой акведук длиной 24 км, обслуживающий долину Сан-Хоакин; в 1980 г. его продлили на 136 км до района Сан-Луис-Обиспо и Санта-Барбара на побережье Тихого океана (с постройкой туннелей под Береговым хребтом).

Другой планируемый водохозяйственный план Техаса по своим масштабам превосходит водохозяйственный калифорнийский проект. Планом предусмотрено сооружение 68 плотин и водохранилищ, а также реконструкция нескольких водохранилищ. Из этих водохранилищ 16 будут иметь емкость свыше 1,23 км³, самое крупное – 6,65 км³. Емкость четырех отдельных водохранилищ превысит емкость водохранилища Оровилл в Калифорнии. Общая емкость (включая резервную емкость, накопление воды для последующего использования и мертвый объем водохранилищ) составит 64,75 км³ воды. Одной из важнейших особенностей Техасского проекта является предложение о переброске 14,8–16 км³ воды в Западный Техас, Нью-Мексико и Оклахому из низовья р. Миссисипи, где расход составляет около 450 км³/год. Эта вода с помощью насосов будет подаваться обратно по одной или нескольким речным системам. Путь переброски составит свыше 960 км с общим подъемом на высоту около 1000 м.

Вероятно, одной из крупнейших континентальных схем, предусматриваемых в настоящее время, является Североамериканский водный и энергетический союз (NAWAPA). В разработке схемы участвуют 33 штата США, а также организации Канады и Мексики. Осуществление проекта позволит перебросить 123,3 км³ воды около половины этого объема должно быть направлено в аридные районы Калифорнии, Аризоны, Невада, Нью-Мексико, Юта и Техас. Стоимость проекта 100 млрд. дол., однако политические и

экологические проблемы между штатами и странами могут привести к отсрочке этого предложения на долгие десятилетия.

Все проекты по межбассейновой переброске вод требуют сложных инженерных решений, значительных капиталовложений и больших затрат энергии. Их осуществлению может препятствовать недовольство населения, проживающего в районах, из которых планируется отвод воды. Так, благодаря протестам местных властей, воспользовавшихся недовольством населения в связи с предполагавшимся отводом воды из р. Колумбия в бассейн р. Колорадо, не был полностью утвержден конгрессом США проект Центральной Аризоны, предложенный в 1968 г. Кроме того, был введен 10-летний мораторий на работы по исследованию других возможностей переброски воды в бассейн р. Колорадо с тем, чтобы сохранить воды рек Колумбия и Снейк для местных нужд. В настоящее время Бюро мелиорации США приступило к изучению способов переброски воды из р. Снейк и Колумбии в бассейн р. Колорадо. По мнению экспертов из университета шт. Аризона, воды р. Колумбии могут существенно увеличить расход воды в р. Колорадо, так как ежегодно р. Колумбия сбрасывает в Тихий океан около 185 км^3 воды.

Несмотря на все трудности, проекты по межбассейновой переброске вод продолжают осуществляться. Так, выполнение проекта Центральной Аризоны, вызванного необходимостью удовлетворения возросших потребностей в воде городов Тусон и Финикс и истощением подземных вод стало возможным благодаря соответствующему решению Верховного суда США. Это решение предусматривает отвод $5,4 \text{ км}^3$ воды в год из р. Колорадо в шт. Калифорния и $3,5 \text{ км}^3$ – в шт. Аризона, Соответственно сократится объем водозабора из р. Колорадо в южных районах шт. Калифорния, составляющий в настоящее время $6,2 \text{ км}^3/\text{год}$. Решение Верховного суда США – одна из главных причин реализации нового федерального водохозяйственного проекта, принятого в 1960 г. Этот проект предусматривает переброску воды из северных районов шт. Калифорния в центральные и южные; общая стоимость его 2,5 млрд. дол., затраты электроэнергии – около 4 млрд. кВт-ч/год.

В Австралии схема “Снежных гор” представляет собой региональный подход к решению вопроса о переброске воды из рек Снежная и Юкамбин, текущих в восточном направлении, через водохранилища и туннели в р. Муррей и Маррамбиджи, текущие в западном направлении в аридных районах. Схема включает 128 км туннелей через скальные породы и горы, 9 основных водохранилищ, множество небольших водохранилищ, 11 ГЭС и 320 км водоводов. По завершении строительства этой схемы в аридный район Австралии будет ежегодно перебрасываться $2,2 \text{ км}^3$ воды. Примерно $1,23 \text{ км}^3$ воды будет ежегодно сбрасываться в р. Маррамбиджи и $0,98 \text{ км}^3$ в р. Муррей.

Интересна схема модификации атмосферной циркуляции в аридных районах Южной Африки, предложенная Е.Шварцем в 1918 г. Суть ее заключалась в “повороте” рек вспять от Атлантического океана по древним внутриконтинентальным водотокам, что позволило бы создать крупные озера в пустыне Калахари. Планировалось перебросить определенный объем воды из рек Чобе и Окаванго в район Макарикари (оз. Соа и Нтветве) для создания огромного водного зеркала, которое явилось бы впоследствии потенциальным “источником” осадков.

Существуют и гипотетические проекты создания крупных озер-морей в Сахаре в районе оз. Чад и заболоченной части среднего течения р. Конго (Fletcher, 1971). Площадь озер должна покрывать 10% площади Африки. Воды этих озер позволят оросить Сахару и в значительной степени изменят жаркий сухой климат этой части Африканского континента. Последствия выполнения таких схем подробно описаны в работе Глянца (Clantz, 1977).

Ряд проектов перебросок вод планируется в аридной зоне Северной Патагонии (Gallez, 1970).

Уникальный пример крупной переброски воды в условиях пустынь Туркменистана – Каракумский канал им. В. И. Ленина. Канал, забирая воду из р. Амударьи, будет подавать ее по руслу протяженностью 1400 км (до р. Атрек). Головной расход воды составит 800 м³/с, а сток забираемый из Амударьи – 18 км³. В зоне канала намечено оросить 1 млн. га земель.

В настоящее время построено 1100 км канала. Для регулирования свободного осенне-зимнего стока канала на нем построены и строятся водохранилища. Общая емкость их в перспективе составит 1,8 км³. Построены Хауз-Ханское водохранилище емкостью 875 млн. м³, Ашхабадское – 48, Копетдагское – 190 млн. м³. Кроме того, в голове Каракумского канала для регулирования стока Амударьи будет построено крупное головное Зеидское водохранилище емкостью 3,5 км³.

Строительство канала решает комплекс задач: орошение земель, обводнение пастбищ, водоснабжение городов и поселков, промышленное водоснабжение, рыбоводство, судоходство. Возможно и энергетическое его использование с применением ГЭС – ГАЭС.

Строительство Каракумского канала высокоэффективно при освоении 1 млн. га земель в зоне канала общий чистый доход хозяйств и государства от сельскохозяйственного производства составит 1,25 млрд. р/год.

В нашей стране набирают темпы проектно-изыскательские работы, связанные с претворением в жизнь крупнейшего гидротехнического проекта переброски части стока сибирских рек на южный аридный склон страны, в бассейн Аральского моря. Переброска призвана увеличить водные ресурсы в районах Средней Азии и Казахстана и на этой основе многостороннее и шире использовать естественный потенциал их земельных и климатических ресурсов. Планируется на первом этапе перебросить до 25 км³ воды из р. Обь в бассейн Сырдарьи и Амударьи (в последующем объем водозабора может достичь 60 км³). В комплекс сооружений- проекта переброски входят водозаборный гидроузел на р. Оби в районе впадения в нее р. Иртыш (Белогорьевский), три гидроузла на р. Иртыш (Самаровский, Цынгалинский и Новый) с насосными станциями. Река Иртыш превращается в антиреку. Далее вода поднимается еще одной насосной станцией в Тобольское водохранилище (емкость 5,7 км³), из которого возьмет начало канал переброски. Трасса канала пройдет по Иртыш-Тобольской пойме, по долине р. Убоган к Тургайскому понижению. На этом участке общая высота подъема воды на всей трассе до водораздела 101 м. Далее канал проследует по правому склону долины р. Тургай до наливного Тенгизского водохранилища (емкость 14 км³). От него канал пройдет к Сырдарье, пересекая ее в районе г. Джусалы, пересечет междуречье Сырдарья – Амударья и выйдет к Амударье в районе Туямуюнского водохранилища. Общая длина трассы переброски 2300 км, суммарная мощность насосных станций – 1300 МВт (Воропаев, 1979).

Реализация приведенных проектов возможна, исходя из наличия технических средств, однако принятие решений зависит от большого комплекса проблем, во главе которых стоит охрана окружающей среды.

Так, А. Г. Исаченко (1980), рассматривая перспективы оптимизации природной среды, под которой подразумевает “комплекс мер по рациональному использованию естественных ресурсов, охране, оздоровлению и обогащению природного окружения человека”, указывает, что орошение Сахары и всех азиатских пустынь, неизбежно вызвало бы

большой расход тепла на испарение и соответственно резкое уменьшение нагрева атмосферы над пустынями, в результате Чего ощутимо нарушится циркуляция воздушных масс и ослабеет перенос влаги в другие районы. Возникает вопрос – а не образуется ли взамен новая пустыня в другом месте?

Искусственные экосистемы

Развитие современных методов опреснения воды привело к созданию агроиндустриальных комплексов для производства воды, сельскохозяйственных продуктов и энергии, то есть речь идет о промышленном производстве овощей, фруктов и даже зерновых в замкнутых и полужамкнутых экосистемах в условиях контролируемой среды, что открывает широкие перспективы в освоении аридных районов развивающихся стран (Hodges, 1967; Ковда, Кунин, 1970; Петров, 1970, 1973; Зонн, 1972; Hodges и др., 1979). Три таких комплекса уже работают в Тусоне (Аризона, США) и в Пуэрто-Пеньяско (Сонора, Мексика), Абу-Даби (ОАЭ). Особенно благоприятно создание таких комплексов в условиях прибрежных пустынь, которые протянулись на 32300 км (Meigs, 1977).

В Пуэрто-Пеньяско, на восточном побережье Калифорнийского залива смонтированы 8 полиэтиленовых надувных (толщиной 12 мм) теплиц – ангаров площадью 428 м² каждая, без опор. Теплицы соединены с тепловой опреснительной установкой. Дизель-генераторы (два дизель-генератора по 40 кВт каждый обеспечивают тепло для опреснительной установки производительностью 7,72 м³/сут), снабжающие установку электроэнергией, связаны с теплообменниками. Дистиллируется лишь 1/15 часть водозабора морской воды. Оставшуюся подогретую часть воды перед сбросом в море пропускают через теплицы, что способствует согреванию их в холодное время года. С другой стороны, эта же морская вода при непосредственном водозаборе используется для охлаждения теплиц в жаркий период. Относительная влажность воздуха в теплицах поддерживается близкой 100%. Это неоценимое преимущество, поскольку исключается расход влаги на эвапотранспирацию. В Пуэрто-Пеньяско пары пресной воды, испаряющиеся из морской, конденсируются на внутренней стороне пластиковой оболочки теплицы. Объем конденсирующейся влаги значительно превышает объем влаги, потребляемой растениями. Кроме того, в насыщенной влагой среде теплиц, потребление пресной воды корневыми системами культур составляет около 1/10 объема потребляемой влаги в открытом грунте.

Для отражения инфракрасных лучей летом теплицы окрашены латексной эмульсионной краской.

Вентиляторы поддерживают внутреннее давление в теплицах обычно в пределах 0,0007–0,0014 кг/см², причем в зависимости от изменения скорости наружного ветра внутреннее давление автоматически регулируется. ВОЗДУХ проходит по всей длине теплицы, многократно циркулирует через колонну увлажнителей, насыщаясь водяными парами. Поскольку в замкнутой системе влажность воздуха около 100%, температура воздуха регулируется температурой воды скоростью воздушной струи.

Входы в теплицы оборудованы шлюзовыми камерами, где осуществляются необходимые профилактические и санитарные меры, препятствующие распространению в теплицах болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. В качестве почвы в Пуэрто-Пеньяско использовались мох и вермикулит. Поскольку культуры хорошо развивались в обеих средах, остановились на пляжном песке. Песок предварительно промывают дождеванием нормой 20 л/м². После промывки рН песка остается 7,8–8,2.

В настоящее время в теплицах выращивают 18 различных видов овощей: ломкую фасоль, свеклу, капусту, морковь, баклажаны, салат-латук, лук, томаты, арбузы, тыкву, а также 6 сортов клубники.

При выращивании культур на пляжном песке их подпитывают двумя питательными растворами, приготовленными из сухих удобрений, которые вносятся одновременно с поливом. Поливы осуществляются капельным способом.

Урожайность зависит от густоты стояния, длины вегетационного периода, характера, питания, среды и т. п. Она сопоставима с контрольными полевыми площадями, а в большинстве случаев превышает их. Лучшие результаты показали сорта, происходящие из жарких и влажных районов.

Поскольку обмен воздуха с наружной средой оказывается минимальным, в атмосферу теплиц необходимо подавать соответствующее количество CO_2 , чтобы восполнить содержание двуокиси углерода, потребляемой растениями при фотосинтезе.

Исследования по обогащению среды обитания двуокисью углерода, проводившиеся Лабораторией по изучению окружающей среды (США), ставили своей целью определение оптимального содержания CO_2 для различных полевых культур, и полученные данные послужили основой для постановки широких опытов для его применения в Пуэрто-Пеньяско. Источником получения ее может служить очищенный отработанный воздух дизель-генераторов.

Исследования показывают, что растения, выращенные в среде, обогащенной CO_2 , дают прибавку в весе параллельно с увеличением содержания CO_2 . При содержании CO_2 в 2400 ч/млн, (частей на миллион) (обогащение окружающего содержания CO_2 в 8 раз) вес растений увеличился более, чем в 5 раз по сравнению с нормальным содержанием окружающего CO_2 (300 ч/млн.).

Урожай зерна сорго при содержании CO_2 в 2400 ч/млн. увеличился в три раза по сравнению с исходным содержанием CO_2 .

Прибавка урожая соевых бобов в зависимости от обогащения окружающей среды CO_2 показала, что оптимальное содержание CO_2 для этой культуры близко к 1200 ч/млн, и что дальнейшее увеличение содержания CO_2 может снижать урожай.

Результаты опытов с рисом сорта IR-8 показали, что урожайность необрушенного риса при содержании CO_2 в 2400 ч/млн, в пересчете на гектар составила 18,9 т (Ковда, Кунин, 1970).

Изучение влияния содержания CO_2 в замкнутой среде на рост и урожайность культур показывает множество зависимостей от размера делянок, густоты стояния растений, положения по отношению к “граничному эффекту”, ее влажности, температуры, характера питательных веществ и т. д.

Крупная коммерческая установка была построена в Абу-Даби. В природных условиях этой аридной страны невозможно выращивать какие-либо овощи. Их до недавнего времени экспортировали из Ливана по цене 3 дол. за 1 кг. С вводом в действие агропромышленной установки площадью 2 га (36 теплиц) стоимость овощей снизилась до 30 процентов за 1 кг, а ее производство полностью удовлетворяет потребности городского

населения Абу-Даби. Урожайность томатов -здесь 350 т/га в год, огурцов 600–750 т/га, салат-латук можно убирать 3–8 раз.

Создание искусственно контролируемых экосистем позволяет по-новому подходить к решению вопросов производства пищевых продуктов в аридных условиях, однако высокие капиталовложения, составляющие 250–370 тыс. дол/га (More water..., 1974), делают труднодоступной данную технологию для многих развивающихся стран.

Достижения научно-технического прогресса позволяют в определенной мере оказывать регулирующее влияние на атмосферные процессы. Из различных способов влияния на погоду наиболее освоено увеличение осадков путем засева облаков с целью получения дополнительных объемов воды в районах, ощущающих их дефицит. Обычно в качестве реагента успешно применяется йодистое серебро, но в последнее время испытывают также смесь нитрата аммония, мочевины и воды.

По мнению американских ученых (More water..., 1974), этот способ применим для аридных районов, где протекают водотоки снегового питания, а в равнинных условиях он не перспективен из-за отсутствия там насыщенных облаков.

В документах Конференции ООН по водным ресурсам подчеркивалось, что не следует особенно рассчитывать на общее увеличение осадков более чем на 10–20% и что для засушливых регионов с годовым количеством осадков менее 200–250 мм нет надежды их увеличить.

В связи с этим следует упомянуть о теоретической работе Д.Блэка (Black, 1970), в которой содержится предложение о возможном получении дополнительного количества осадков путем создания теплового источника на поверхности земли (асфальтовое покрытие). Вблизи водоемов альбеда покрытия будет значительно ниже окружающих песков, почвы, растительности или воды. Различия в температурах этих участков приведет к возникновению вертикальной конвекции воздуха над зачерненной поверхностью, что вызовет образование облаков и, в конечном счете, выпадение осадков. Глянц (Glantz, 1977), пишет, что в настоящее время, по-видимому, ни одна страна не имеет желания покрывать десятки или сотни квадратных метров асфальтом с целью увеличения осадков, вне зависимости от того, насколько бесплодны эти земли.

Другим предложением является размещение теплового источника (угольная пыль) в атмосфере. Грей (Gray, 1974) указывал, что дополнительное количество осадков может быть получено за счет поглощения солнечной энергии угольной пылью на уровне мезосферы (100–200 км) вдоль тропических и субтропических побережий или способствовать усилению формирования кучево-дождевых облаков над районами дефицита осадков.

Для охвата площади воздействия 10–100 тыс.км² потребуется 1–2 тыс. т угольной сажки (Gray, 1976). Экологические последствия такого предложения пока не ясны.

Большая часть приведенных технологий может использоваться в комплексе при освоении пустынь мира.

Известный итальянский журналист и африканист Аттилио Гаудио в книге “Цивилизации Сахары” (1977) указывает, что использовать ресурсы Сахары можно только в том случае, если сочетать следующие четыре фактора: создание оазисов и плодородных зон (базирование на финиковой пальме), развитие орошения на базе артезианских подземных

вод, затопления водой районов Сахары, расположенных ниже уровня моря, при помощи системы каналов на больших внутренних озерах, алжиро-тунисских шоттах, строительство современных центров во внутренних районах пустыни, а также железных и шоссейных дорог через Сахару. Часть этого комплекса мероприятий выполняется: помимо уже упомянутого бурения скважин на воду и расширения на их базе оазисного земледелия построено транссахарское асфальтированное шоссе, идущее от Эль-Голеа через Айн-Салах (Тидикельт) к Таманрассету, а далее к границе с Нигером. Экологические последствия этого крупномасштабного проекта, в основном, связанные с процессами опустынивания пока неясны, так же как неясны они и для других осуществляемых и планируемых проектов. Должны пройти многие годы, за которые накопятся данные, подтверждающие или отвергающие принятые решения, и будет по-настоящему оценена забота о будущих поколениях и нашем единственном и неповторимом доме – Земле.

Известный советский писатель Юрий Бондарев, выступая на VII съезде писателей СССР в 1981 г. сказал: “Предостаточно уже обремененные опытом экологических экспериментов, еще недавним состоянием победных битв с географической средой, мы отлично знаем, что запоздалое раскаяние, сожаление и плач не поправят необратимое, как потом ни хотелось бы нам этого. Возможно, все эти глобальные прожекты – лишь невинное недоразумение науки, преисполненной веры в регенерацию, либо же это детский безгрешный оптимизм”. К этому можно добавить, что “безгрешный оптимизм” останется таким, если до мелочей не будет запрогнозирован и заполнен “экологический вакуум” этих “прожектов”.

В табл. 45 сведены практически все существующие технологии, связанные с использованием водных ресурсов, которые могут помочь в ходе борьбы с опустыниванием.

Таблица 45. Технологические приемы борьбы с опустыниванием, связанные с использованием водных ресурсов.

Наличие водных ресурсов	Проблемы, связанные с наличием водных ресурсов	Проблемы, связанные с использованием водных ресурсов	Современная технология
1. Дефицит водных ресурсов	Дефицит атмосферных осадков и поверхностных вод	Восполнение дефицита	Опреснение морской воды
			Очистка сточных и дренажных вод
			Искусственное вызывание осадков (засев облаков)
			Транспортировка айсбергов
			Повторное использование сбросных вод
	Неравномерное распределение в годовом разрезе	Кратковременное и долговременное аккумулярование	Изменение профиля местности Расчистка земель

		и хранение	Уплотнение поверхности почв
			Химическая обработка поверхности
			Покрытие поверхности водонепроницаемыми материалами
			Микроводосборы
			Контурные водосборы
			Цистерны, каналы, танки, резиновые емкости, облицованные ямы и пруды
			Строительство водохранилищ ” резервуаров
II. Низкая эффективность использования ресурсов	Потери за счет испаряемости	Защита	Покрытие водных поверхностей защитными химическими средствами (мономолекулярные пленки, перлит, пенопласт, синтетический воск, полистирол)
			Хранение воды в подземных емкостях
	Потери на фильтрацию	Защита	Облицовка каналов
Облицовка днищ водохранилищ			
III. Низкое			Строительство внутрипочвенных водонепроницаемых экранов
качество воды		Эффективное использование	Компьютеризованные поливы
			Дождевание

			Подпочвенное орошение
			Капельное орошение
			Разбавление пресной водой
			Строительство дренажа
			Капельное орошение

Борьба с подвижными песками

Значительные потери земель, потенциально пригодных для сельского хозяйства, уже возделываемых или занятых промышленными объектами, населенными пунктами и инфраструктурой, отличаются в районах, расположенных рядом с массивами подвижных песков и дюн.

Известно, что площади песчаных пустынь занимают половину или треть площади (14,01 млн.км²) так называемых настоящих пустынь (true deserts). Это составляет 4,6– 7,0 млн.км², или 3–4,6% всей поверхности суши. Они, собственно являются источниками наступления песков.

К этому следует добавить и то, что в связи с увеличением воздействия человека на пустынные ландшафты (использование естественной растительности, механическое разрушение в связи со строительством дорог и т. д.) резко возросли площади подвижных песков. Часто острова подвижных песков появляются в зоне старого освоения пустынных территорий.

Это выдвигает на важное место при проведении работ по борьбе с опустыниванием, с одной стороны, проблему охраны песчаных территорий от дальнейших повреждений, с другой – усиление работ по закреплению подвижных песков.

В настоящее время накоплен значительный опыт работ по облесению и закреплению подвижных песков. Он достаточно полно изложен в трех работах, вышедших ранее. Это работа М. П. Петрова (1974) “Мировой опыт облесения и закрепления подвижных песков в пустынях земного шара”, сводка литературы “Образование дюн и их закрепление”, выполненная Институтом географии университета Вюрцбурга, ФРГ (Dune stabilization, 1977) и “Подвижные пески в пустынях СССР: закрепление и облесение” (1980), выполненная Институтом пустынь АН ТССР под редакцией А. Г. Бабаева по заказу Центра международных проектов ГКНТ.

В этих работах содержится подробное описание методики проведения фитомелиоративных работ и тот ассортимент древесных и кустарниковых пород, который используется в различных странах и регионах мира.

Стоимость облесения в аридных зонах колеблется от 500 до 200 дол/га как минимум (исключая очень специфические случаи при непосредственном высеве). Если предположить, что площади, подверженные опустыниванию (между 100 и 300 мм изогиями) в Африке, на Ближнем и Среднем Востоке, составляют 50–100 млн. га, то минимальные капиталовложения составят 5–20 млрд., дол. при максимальной отдаче 5–10 дол.га/год (Le Houerou, Lundholm, 1976).

Здесь мы хотели бы в общих чертах остановиться на проведении вышеуказанных работ и физико-химической мелиорации.

Для предохранения посадок и посевов от выдувания и засыпания песков наиболее распространенными являются устройство механических защит (рядовые, линейные, клеточные, торчковые, устилочные), задача которых ослаблять-силу ветра, тем самым препятствуя развеванию песка. Механические защиты могут применяться и для управления процессами рельефообразования и движением песка, нивелировки барханного рельефа и т. д.

Ограждения защиты строятся из различных материалов. Наиболее дешевы прутья деревьев, кустарника, пальмовые-ветки, связки тростника, образующие микроветроломы. Иногда используются просто полосы бумаги, переплетенные через проволоку, натянутую на колья (Kerr und Nigra, 1952).

При наличии древесины в качестве защиты применяют деревянные щиты (как при снегозадержании). Применяют и дорогостоящие ограды из металлических листов и каменных стен. Последние, как правило, используются в местах, где эстетические соображения играют определенную роль, например, при защите населенных пунктов. Успешные эксперименты проведены с использованием защит из синтетического волокна, армированного проволочной сеткой с ячейками 3х4 мм. Довольно высокая стоимость компенсируется быстротой установки и длительностью службы, особенно в случае устойчивости материала к ультрафиолетовой части спектра (Dune..., 1977).

Вода – хороший стабилизатор песчаных поверхностей. Однако в аридных условиях она быстро испаряется. Предотвратить это можно при постоянном возобновлении опрыскивания, что удорожает стоимость закрепления.

В случае использования воды, обогащенной карбонатами, происходит цементация верхнего слоя песка, который может противостоять ветрам средней силы (Kerr und Nigra, 1952). В пустыне Тар (Пакистан) песчаным дюнам дают возможность мигрировать на затопленные поля с целью выравнивания их поверхности. Тонкая фракция глины, остающаяся на поверхности после испарившейся воды, предотвращает песок от дальнейшего развевания (Muhammad, 1952).

В последнее десятилетие все шире стали применять химическое мульчирование песков. В качестве материалов используют битумные, глинистые пленки, а также гидрофильные полимеры. В нефтедобывающих странах аридной зоны Северной Африки и Аравийского полуострова широко применяют для закрепления песков нефть и продукты переработки нефти. Особенно это получило развитие в Ливии. Нефть распыляется на поверхности песка с цистерн, установленных на гусеничном ходу, нормой 4 м³ сырой нефти на 1 га. Производительность – 5 га/день. При этом создается корка толщиной 0,5 см, существующая около 3 лет.

В 1967 г. в Ливии предпринята попытка закрепления песков с воздуха путем распыления химикалий, смешанных с семенами растений и трав с низколетящих самолетов (Sand Dunes..., 1973). Опыт Ирана по закреплению песков с помощью нефти ранее освещался З. Шамсутдиновым (1977).

В США для защиты дюнных песков от развевания использовали полимерные пленки, поливиниловый спирт, силикат натрия, асфальтовую эмульсию.

Для небольших участков песчаных развеваемых почв зарубежными фирмами выпускаются химические стабилизаторы. Наиболее распространенными являются Agrofix 614 (фирма BASF, ФРГ), Sandfix (фирма Shell, США), Petroset SB (фирма Phillips, Нидерланды), Unisol (фирма ISRC, Англия). Все они, как правило, созданы на полимерно-латексной основе.

В Советской Средней Азии подвижные пески занимают 5–7% общей площади пустынь (Петров, 1950), а в пустынях Туркменистана – 1323 тыс. га. В настоящее время для использования в производстве рекомендованы следующие традиционные типы и конструкции механических защит:

- стоячие плотные, несколько облегченные механические защиты высотой 0,3–0,7 м с расходом на их устройство растительного прямостебельного материала 90–100 и 150 м³/га для клеточных;
- полускрытые стоячие механические защиты высотой до 20 см с расходом на их устройство прямостебельного растительного материала 60–90 м³/га;
- устилочные рядовые механические защиты с расходом на их устройство прямостебельного растительного материала 60–90 м³/га;
- устилочные “продольные” механические защиты с шириной ряда 25–35 см с расходом на их устройство 30–40 м³/га любого местного подручного растительного материала.

Используя традиционные формы защит, только в 1945–1965 гг. в Туркменистане и Узбекистане закреплено и облесено около 640 тыс. га. За последние годы (1968–1978) эта площадь увеличилась еще на 180 тыс. га (Петров, 1977). Полностью ликвидирована угроза песчаных заносов орошаемых земель в пойме Амударьи, Бухарском оазисе, низовьях Зеравшана.

В экстрааридных условиях Средней Азии механизация пескоукрепительных и лесокультурных работ оказалась возможной при использовании химических препаратов для закрепления песчаной поверхности.

Перспективными в СССР считаются отходы нефтепродуктов, ССБ (сульфатно-спиртовая барда), госсиполовая смола (хлопковый гудрон) и др. Разработаны различные технологические приемы нанесения вяжущих веществ на песчаную поверхность (Габай, и др., 1973; Закиров, Мольдерф, 1974; Свинцов, Мовчан, 1978). Предусмотрена полная механизация трудоемких процессов, возможность ведения пескоукрепительных работ в сочетании с лесокультурными.

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

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

Норма расхода вяжущих веществ на 1 м² колеблется в зависимости от вида используемого вещества и способа закрепления поверхности (табл. 46).

Таблица 46. Расход вяжущих веществ при закреплении песчаной поверхности (Свинцов, 1978)

Вид вяжущего вещества	Закрепление поверхности	Расход л/м ²	Толщина формирующихся покрытий
Нэрозин	Сплошное	0,4-0,5	4- 5
	Полосное	0,6-0,7	6- 7
Мазут	Сплошное	0,8–1,0	8-10
	Полосное	1,0–1,5	10-15
Гассиполова смола (хлопковый гудрон)	Сплошное	0,5-0,8	4- 6
ССБ	Сплошное	0,25	10–12
Нефть	Полосное	2	20

Используя нэрозин, нефть, мазут и другие производные нефтепродуктов, получают защитные покрытия, обладающие определенной эластичностью, а гассиполова смола, ССБ, дают жесткие корки. Покрытия с упругими связями более устойчивы к механическим воздействиям, в то время как жесткие корки легко поддаются повреждению при механическом воздействии.

Рассматриваемые химические препараты дают покрытия, старение и естественное разрушение которых наблюдаются

на 3й–4й год. У покрытий с жесткими корками этот срок меньше. Период действия покрытий обеспечивает время, необходимое для роста и развития культур, когда посадки начинают выполнять противозерозионную и пескоукрепительную роль.

В Советском Союзе с помощью различных механических 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.

Рациональное использование пастбищ

Традиционная стратегия использования пастбищных земель далеко не всегда объединяется со стратегией экосистемы, и ее изменение может подвергнуть опасности малозаметные, но очень важные ее особенности. Чтобы поддерживать целостность экосистемы, необходимо осуществлять всестороннее, всеобъемлющее планирование. Кочевое животноводство в сущности использует стратегию популяций диких копытных, сосуществующих в экосистеме.

Есть три пути поддержания пастбищ и препятствования их деградации, то есть борьбы с опустыниванием:

- сокращение численности стада, где пастбища сильно испорчены превышением их емкости или уменьшением количества высеваемых семян. Сокращение может начать медленное восстановление, но редко достигает прошлого уровня производительности;
- в менее нарушенной или менее ранимой экосистеме ведение пастбищеоборота, отбраковка непродуктивных животных, осторожная распашка или дополнительное увлажнение (например мульчирование, снегозадержание) могут остановить опустынивание.
- в более благоприятных условиях целесообразны вложения – устройство новых колодцев, террасирование, ограждение, орошение, дренаж. Все это при условии, что начальный период не длительный, и затраты окупятся значительной прибавкой урожая.

На Конференции ООН по борьбе с опустыниванием предложен на рассмотрение транснациональный проект по управлению пастбищами и скотоводством в Судано-Сахельской зоне (SOLAR, 1977). В нем в соответствии с природными и социально-экономическими условиями в рассматриваемом регионе предлагается организовать следующие системы пастбищного хозяйства.

Система кочевого пастбищного хозяйства в Сахельском районе. В настоящее время пастбищное хозяйство ведется на основании традиционных способов, сложившихся в различных этнических группах людей, населяющих этот район. Существуют большие стада, принадлежащие отдельным владельцам, и стада, принадлежащие семьям или группам родственных семей. Для улучшения системы пастбищного хозяйства предлагаются мероприятия: прежде всего произвести инвентаризацию пастбищных ресурсов и заинтересовать людей в осуществлении мероприятий по охране и восстановлению пастбищ; внести изменения в маршруты перекочевков (например, не от источников воды, а по направлению к ним), научить людей собирать воды поверхностного стока, ввести пастбищеоборот, построить новые колодцы и т. д.; организовать обучение людей и создать стабильные условия для сбыта животноводческой продукции.

Система ведения пастбищного хозяйства с использованием дополнительных кормов, получаемых за счет орошаемого земледелия. Так как кочевое хозяйство не гарантирует стабильность производства, рекомендуется выращивать кормовые культуры за счет внедрения орошаемого земледелия. Для этого необходимо изыскать и установить места, где будут построены плотины на крупных реках с целью создания водохранилищ. На орошаемых землях можно будет выращивать сельскохозяйственные (с использованием соломы на корм скоту) и специальные кормовые культуры. За счет этого будет создан резерв для поддержания стабильного поголовья скота в засушливые периоды года.

Система агропастбищного хозяйства должна быть внедрена в районах с количеством осадков 400–800 мм. Она включает территории с оседлым населением и места, где осуществляются сезонные перекочевки полукочевого населения. Опустынивание и деградация земель происходит за счет перенаселения, отсутствия севооборотов и нерационального использования водных ресурсов. Здесь предлагается создать систему севооборотов с введением бобовых культур (*Stylosanthes humilis*, *S. hammata*, *Vigna* sp.). Для борьбы с эрозией и обеспечения древесины местного населения необходимы посадки древесных пород (*Acacia albida*, *Eucalyptus* sp., *Prosopis* sp., *Cadaba* sp.).

Система откормочного хозяйства во влажной саванне. Здесь предполагается создать специализированные хозяйства по откорму молодняка, транспортируемого на автомашинах из Судано-Сахельской зоны. Для организации откормочных хозяйств большое значение имеет выращивание кормового растения *Stylosanthes gyanensis*. Возможен откорм скота на пастбищах.

Примером опытного проекта, в основе которого лежит переход от кочевого скотоводства к оседлому для районов, где положение с кормами и водой сравнительно благоприятно, является

Рис. 33. Схема землепользования для Сахеля, предусматривающая переход от кочевого скотоводства к оседлому (G. Boudet, 1975): 1 – искусственный водоем; 2 – колодец; 3 – поселок скотоводов; 4 – стоянка – начало сухого сезона; 5 – стоянка – конец сухого сезона; 6 – тропа для скота.

схема концентрической организации вокруг постоянного селения, предложенная французским специалистом Ж. Буде (Boudet, 1975; Брабин, 1975). Схема рассчитана на 7000 СЕС [[[При продуктивности пастбищ около 1 тыс. кг сухого вещества на 1 га и продолжительности активного роста 2,5 м-ца требуется 1,2 га для одной СЕС (250 кг животного веса; 1 осел – 0,5 СЕС, 1 овца или 1 коза – 0,12, 1 лошадь или 1 верблюд – 0,6 СЕС). Речь идет о величине “уровень нагрузки” – количество животных на пастбище. Французский институт пастбищ и ветеринарии тропиков установил для

Сахеля основную единицу учета поголовья скота – стандартная единица скота (СЕС).]]] (то есть на стадо для 70 семей, насчитывающих около 350 человек). Район, охватываемый схемой, располагается вокруг колодца – источника воды в засушливое время. В 500 м от колодца находится поселок скотоводов. Пастбищные земли сухого сезона общей площадью около 315000 га широким кольцом (радиусом до 10 км) располагаются вокруг колодца (рис. 33).

За пределами первого кольца лежит второе, шириной примерно 3 км – пастбищные земли сезона дождей. Здесь на одинаковых расстояниях друг от друга вырыты 10 искусственных прудов. В каждом из них воды примерно на 15 дней для 700 голов скота (одной десятой общего поголовья). Пруды – место для водопоя животных в промежутках между сильными ливнями. Вокруг каждого пруда располагается пастбище площадью 840 га. Скот пасется в радиусе 1635 м от водоема. Здесь же размещается сезонный лагерь пастухов.

Когда начинается сухой сезон, все 10 стад перегоняют от прудов в кольцо сухого сезона, но пасутся они вначале во влажной его части. На водопой скот ежедневно гонят к центральному колодцу – по узким огороженным прогонам (это позволяет избежать вытаптывание пастбищ). Позднее стада перегоняют ближе к колодцу примерно на 5 км. Соответственно сокращается и ежедневный путь на водопой в самое жаркое время.

Предполагаемая схема, таким образом, достаточно проста. Тем не менее для ее претворения в жизнь нужно будет заручиться осознанной поддержкой самих скотоводов, для этого потребуется немалая разъяснительная работа, население должно понять, зачем нужны эти новые, более строгие правила выпаса и содержания скота.

Интересная долгосрочная программа по использованию и улучшению пастбищ разработана в Иране. Ее основные задачи – защита почвы и растительного покрова,

удовлетворение потребности животноводства в протеине, осуществление правильного регулирования норм нагрузок на пастбищах, рациональное использование природных ресурсов.

Для реализации программ по использованию и улучшению пастбищ осуществляется переходное планирование этих мероприятий. Переход из давно установившейся системы использования пастбищ на новую, основанную на прогрессивных принципах, чрезвычайно труден. Эти трудности связаны с социальными проблемами, отсутствием взаимопонимания и недостатком подготовленных специалистов. В силу этих причин быстрый переход от старых к более прогрессивным методам управления пастбищным хозяйством фактически невозможен. Поэтому в Иране разработана система переходного планирования по улучшению пастбищ, включающая три этапа, предполагающие организованный переход от первоначально бесплановой системы к более усовершенствованной системе использования и улучшения пастбищ, приемлемой в социальном и техническом отношениях.

Эти три этапа включают установление допустимых норм нагрузок на пастбищах, краткосрочное и долгосрочное планирование по использованию и улучшению пастбищ.

Установление допустимых норм нагрузок на пастбищах. Нормы нагрузок на пастбищах устанавливаются экспериментальным путем во всех природных зонах Ирана. Система установления норм нагрузок на пастбищах практикуется с 1963 г. Устанавливается экспериментально дозволенное количество домашнего скота, в соответствии с их сезонностью и продуктивностью. Оптимальные нормы нагрузки на пастбищах позволяют получить данные о количестве скота, которое может содержаться на пастбище в течение года и по сезонам.

В настоящее время для 60 млн. га иранских пастбищ из 100 млн. га установлены допустимые нормы нагрузок скота.

Краткосрочное планирование использования и улучшения пастбищ. Этот этап в переходном планировании по улучшению использования пастбищ включает разработку предварительных краткосрочных планов использования и улучшения пастбищ. Такие планы – важная ступень в установлении взаимосвязей и взаимодействия животноводства и земледелия. Краткосрочные планы базируются на начальном анализе данных, полученных от технических бригад. Эти бригады разрабатывают карты пастбищ, устанавливают их границы и, если требуется, определяют природную емкость пастбищ. Специалисты отдела пастбищ Организации лесоводства и пастбищ разработали девять краткосрочных планов улучшения и использования пастбищ на площади 876 тыс. га. Пять дополнительных краткосрочных планов для Других областей Ирана находятся на различных стадиях разработки.

Долгосрочное планирование улучшения и использования пастбищ. Третий этап в переходном планировании включает более усовершенствованные планы улучшения и использования, отвечающих требованиям долгосрочного использования, предусматривает более тесное объединение интересов животноводства и земледелия. Только на основе рационального использования пастбищных ресурсов в соответствии с их природной емкостью можно остановить процессы опустынивания к деградацию пастбищ.

В Иране проводится значительная работа по внедрению методов использования и улучшения пастбищ. Исследуются пастбищные площади с учетом зональных

особенностей областей. Эти материалы способствуют подготовке откорректированных проектов по использованию и улучшению пастбищ,

В течение последних шести лет применение методов улучшения и правильного использования пастбищ значительно расширилось. К концу 1976 г. в Иране насчитывалось 56 проектов по улучшению пастбищ, охватывающих свыше 85 млн. га площади. Эти проекты предусматривают посадку кустарников и посев трав для увеличения кормовой ценности и емкости пастбищ. Намечены меры по проведению контурного бороздования и посадки с целью накопления атмосферных осадков и предотвращения эрозии почвы. Для производства необходимого количества семян организованы 12 семенных станций, 8 временных откормочных ферм.

Основные приемы оптимизации растительного покрова – коренное и поверхностное улучшение пастбищ. Коренное улучшение пастбищ производится с обработкой почвы, хотя при этом в условиях пустынь не всегда полностью уничтожается природная растительность. Даже грубая распашка обеспечивает хорошее накопление влаги и устранение конкуренции со стороны травяной дернины для всходов кустарников и полукустарников. Впоследствии из оставшихся после распашки “огрехов” и запаса семян, имеющегося в почве, в искусственных кустарниковых пастбищах формируется травяной покров.

Поверхностное улучшение пастбищ заключается в подсеве растений к травостою без обработки почвы. Этот метод разработан применительно к приколодезным пескам и рыхло-песчаным угодьям с очень разреженной 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 комочки – гранулы, которые после посева не выдуваются и не засыпаются песком на большую глубину, а приставшие к семенам глинистые частицы способствуют хорошему питанию всходов в первые дни их жизни.

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 травяной ярус.

Искусственные пастбища пригодны к использованию с 2–3-летнего возраста, долговечны и без дополнительного ухода служат из скороспелых видов с коротким жизненным циклом 8–15, а из длительно живущих – 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).

Агролесомелиорация

Во многих развивающихся странах имеются обширные земельные площади, на которых не могут развиваться традиционные виды сельскохозяйственной деятельности, поскольку они приводят к необратимым нарушениям ландшафтов. Речь идет о районах, где проводится сменная (чередующаяся) обработка почв, при которой земли забрасываются, как только теряют свою продуктивность, и на них развиваются эрозионные процессы; о полупустынных и пустынных зонах, где сильно развиты процессы опустынивания; тропических пастбищах, пострадавших в результате перевыпаса скота; горных склонах, нарушенных эрозионными процессами. По мнению К. Кинга, члена Международного совета по исследованиям в области агролесоводства (МСИА) [Создан в 1977 г., штаб-

квартира расположена в Найроби (Кения)], именно на этих территориях с хрупкими экосистемами, уже в значительной степени нарушенными в результате применения нерациональных методов землепользования, должны создаваться агролесные комплексы. Эффективное использование таких земель позволит повысить их продуктивность, улучшить условия жизни местного населения, уменьшить масштабы эрозии, опустынивания, вероятность засух и наводнений.

Согласно определению, агролесоводство представляет собой систему хозяйствования, обеспечивающую постоянный выход продукции при комплексном использовании земельного участка в целях производства сельскохозяйственных культур и древесины, а также разведения скота, и применяет методы управления производством, совместные с традиционной практикой хозяйствования местного населения.

Агролесоводство включает в себя несколько типов хозяйства. Агролесные комплексы предполагают преднамеренное использование территории для совместного производства сельскохозяйственных культур и древесины. Лесопастбищные комплексы подразумевают ведение лесного хозяйства с одновременным использованием территории для выпаса скота. Агролесопастбищные комплексы представляют собой сочетание двух вышепересмотренных типов ведения хозяйства. Многоцелевое лесное хозяйство предполагает не только производство древесины, но и использование всей зеленой массы древесных растений либо в качестве продуктов питания (плоды), либо на корм скоту (листья). Нередко термин “агролесные комплексы” объединяет все перечисленные типы хозяйств.

Организацию агролесных комплексов рекомендуется начинать с лесопосадок, так как многие древесные породы могут расти на бедных почвах. При этом со временем продуктивность почв лесонасаждений значительно возрастает, что позволяет использовать междурядья для выращивания зерновых и фуражных культур, либо для выпаса скота. Кроме того, наличие лесной подстилки способствует сокращению поверхностного стока, увеличению влажности почвы и повышает устойчивость агролесных комплексов к засухам.

В целом идея создания агролесных комплексов не нова. Новым является попытка разработать стройную и последовательную теорию агролесоводства, основанную на научных принципах. Предстоит провести большую работу по определению видов древесных пород, способствующих быстрому повышению продуктивности почв, выявлению совместимости древесных и сельскохозяйственных растений для различных природно-климатических зон и даже отдельных районов, определению наилучших методов и режимов прореживания лесонасаждений и т. д. Развитие агролесоводства может сыграть положительную роль в борьбе с опустыниванием земель. В Плане действий по борьбе с опустыниванием (рекомендации 9, 17) указывается, что создание агролесных комплексов в полузасушливых районах будет способствовать:

- охране почв, растительного и животного мира от нерационального использования, воздействия пожаров и вредителей;

- оптимизации структуры землепользования; чрезмерная эксплуатация земельных ресурсов в целях увеличения производства продуктов питания является одной из основных причин развития процессов опустынивания, поэтому необходимо применять оптимальное сочетание видов землепользования для сокращения отрицательного воздействия хозяйственной деятельности на хрупкие экосистемы полузасушливых областей;

– обеспечение населения топливом; следует проводить посадки быстрорастущих пород деревьев, дающих высококачественную топливную древесину;

– повышению уровня жизни населения путем сокращения отрицательного воздействия засухи на производство продовольствия, увеличения занятости и доходов населения.

В Сахельской зоне Африки в растительном покрове преобладают травы, плотность деревьев и кустарников неодинакова в различных районах и в целом невысока. Восстановление лесной растительности требует огромных затрат, и даже в случае успешного лесовосстановления получаемая древесина отличается низким качеством. Для организации агролесных комплексов можно использовать плодородные земли, поскольку агролесные хозяйства производят продукты сельского и лесного хозяйства.

Ниже дается описание трех экспериментальных исследований, проведенных в Сахеле сотрудниками Института мирового лесоводства (ФРГ) с целью изучения возможностей использования агролесных комплексов в борьбе с опустыниванием земель.

Сочетание посадок акации вида *Acacia albida* с богарным земледелием. Этот вид древесной растительности широко распространен в тех полупустынных районах Африки, где его корневая система способна достигнуть уровня грунтовых вод. Имея глубокую корневую систему, проникающую в нижние горизонты почв, акация поглощает из верхних почвенных слоев только незначительное количество питательных веществ, что очень важно для развития однолетних растений, в частности сельскохозяйственных культур. Лиственный опад в конце засушливого сезона является хорошим удобрением для почв, и в посадках акации можно получать большие урожаи зерновых культур и земляных орехов. Ветки, листья и стручки деревьев служат кормом для скота в течение всего засушливого периода. Одиночные деревья дают в год по 140 кг стручков, а 20 деревьев, растущих на 1 га просяного поля, – 2,5 т/год стручков. По своей питательной ценности эта масса стручков эквивалентна 1,9 т ячменя, что значительно превышает ежегодный урожай зерновых. Древесина акации используется местными жителями для различных целей; кора, листья, смола – в качестве лечебных средств.

Таким образом, *Acacia albida*, по мнению исследователей, является идеальной древесной породой для организации агролесных комплексов в полупустынных районах. Тем не менее, существуют факторы, ограничивающие ее применение в названных целях. Как отмечалось, акацию можно сажать только в тех районах, где грунтовые воды залегают относительно близко от поверхности. Деревья дают низкий годовой прирост древесины, и для достижения ими зрелого возраста требуется 15–20 лет. Особенно медленно растут саженцы, выращенные в питомнике, и их необходимо тщательно охранять от домашних животных. Нередко на акациях устраивают гнезда птицы, наносящие большой ущерб урожаю проса и сорго (сокращают объем урожая почти на 30%), выращиваемых на междурядьях.

Сочетание посадок *Acacia senegal* с полуоседлым скотоводством. После последней засухи в северной части Сенегала, где количество осадков менее 300 мм/год, распространены песчаные почвы, и растительность сильно пострадала от перевыпаса скота, были пробурены скважины для добычи воды с глубины 300–450 м. К этим источникам стали пригонять стада крупного рогатого скота, овец и коз. В результате вытаптывания в окрестностях источников был уничтожен растительный покров, разбиты почвы и начали быстро развиваться процессы опустынивания. Для решения этой проблемы предложена следующая модель. Район вблизи скважины разделяют на три зоны, представляющие собой концентрические окружности. В первой зоне, достигающей нескольких сот метров,

располагаются, помимо скважины, лесная служба, лесопитомник, небольшие овощеводческие хозяйства для выращивания овощей с применением искусственного орошения, деревня. Во второй зоне (внутреннее кольцо диаметром 1–2 км) выделены огражденные участки площадью 50–100 га, где проводят посадки *Acacia Senegal*; участки с естественным восстановлением растительности; поля, занятые посевами зерновых и посадками деревьев (если на отдельных территориях сохранились ненарушенные почвы). В третьей зоне (внешнее кольцо диаметром 1–2 км), в наименьшей степени пострадавшей от вытаптывания скотом, огораживают несколько участков, где восстанавливается растительный покров естественным путем, а также выделяют территории, на которых проводят работы по улучшению почв. Вся остальная территория в пределах указанных зон используется для развития полуседлого скотоводства.

Затраты на проведение посадок *Acacia senegal* во второй зоне зависят от особенностей природных условий района и количества осадков, выпадающих в период посадки саженцев, и колеблется в пределах 250–500 дол/га. Шестилетние лесонасаждения акации, плотность которых составляет 200 деревьев/га, дают ежегодно 50 кг/га смолы. Доход от продажи этого продукта достигает 40 дол/га в год; травы, стручки, ветки и листья акации, идущие на корм скоту, дают прибыль 20 дол/га в год; 10 м³/га топливной древесины – 10 \$/га в год. Таким образом, за 15 лет (оборот рубки акации) все виды продукции лесопосадок принесут прибыль 1050\$/га, что значительно превышает затраты на их организацию.

Агролесные комплексы, сочетающие посадки *Acacia senegal* с богарным земледелием. В Судане и республике Чад широко распространены небольшие фермы площадью 4–6 га, принадлежащие семьям в среднем из 5 человек. На этих фермах применяется своеобразный “севооборот”, который заключается в следующем. В течение первых 5 лет на участке указанной площади выращивают просо, сорго и другие зерновые культуры, а также проводят посадки саженцев *Acacia senegal*. Когда деревья достигают 5-летнего возраста, междурядья продолжают засевать зерновыми, либо проводят покос трав. В 6–10-летних посадках акации начинают сбор смолы, стручков, листьев и веток, идущих на корм скоту, и продолжают покос трав. Выпас скота осуществляется за пределами ферм. На плантациях 11–15-летней акации ведут заготовки смолы, контролируемый выпас скота. При достижении деревьями зрелости участки полностью вырубают и полученную древесину используют в качестве топлива.

По мнению специалистов, такая система хозяйствования представляет собой один из видов агролесоводства, использование которого прежде всего способствует сохранению продуктивности почв.

Как показали результаты проведенных исследований, для обеспечения рабочей силой агролесные комплексы следует создавать только в определенных районах: вблизи деревень, источников воды, пересечения дорог. Лесонасаждения должны состоять из разнообразных и улучшенных пород деревьев и кустарников, при этом саженцы и семена лучше получать из местных питомников.

Эродированные и сухие земли можно занять под неприхотливые древесные культуры, одновременно дающие семена, пригодные для производства пищи и кормов. Среди древесных культур такого рода, пригодных для выращивания в условиях аридного и семиаридного климата и бедных почв, Лоуренс (Lawrence, 1977) отмечает рожковое дерево (*Ceratonia siligna*), мескитное дерево (*Prosopis juliflora*) и один из видов акации-глетдичии (*Gleditsia triacanthos*). Все они дают стручки с семенами, очень богатыми питательными веществами. Рожковое дерево может теоретически давать урожай до 50 т/га.

Оно культивируется на Кипре и в других средиземноморских странах. Есть проект широко внедрить его в засушливые районы Австралии, причем не только ради рожков, но и как защиту для травяной растительности. Мескитное дерево культивируется в Аргентине, акация – в Северной Америке. Развитие “древесного земледелия” важно не только для увеличения производства продовольствия и кормов, но и для пополнения ресурсов древесины и обогащения атмосферы кислородом. Практически тем же задачам, что и агролесные комплексы, отвечают исследования по созданию быстрорастущих “топливных лесов”. Уже сейчас в отдельных странах используют как топливо такие “топливные культуры”, как сахарный тростник и водный гиацинт, либо непосредственно сжигая, либо превращая в жидкое топливо – метан или спирт. В Швеции в рамках проекта “Миниоборотный лес” выращивается быстрорастущий тополь, который за 100 дней достигает высоты 2,5 м при диаметре ствола 2 см. Общий период вегетации длится 160 дней (Leach, 1976).

Рис. 34. Схема расположения “Зеленого барьера” в Алжире

В 1935 г. английский лесовод Стэббинг (Stebbing), обеспокоенный смещением на юг пустынных песков со скоростью 1 км/год, предложил создать лесной пояс, пересекающий Западную Африку. Целью его было остановить наступление песков под действием господствующих северо-восточных ветров на пахотные земли к югу.

После судано-сахельской засухи в Западной Африке вновь возобновился интерес к “Зеленому поясу” по северной и южной окраинам пустыни Сахара, а также к обширной 20-летней программе лесопосадок, начатой в 1975 г. в Алжире. По завершении этой программы “Зеленый пояс” длиной около 1120 км и шириной 12 км протянется от границы Марокко до границы Туниса. Он предназначен для прекращения продвижения Сахары на север и восстановления 18130 тыс. га земель для земледелия и скотоводства (ALESCO/UNEP, 1975) (рис. 34).

Среди наиболее часто используемых видов деревьев при создании таких лесозащитных полос в Средиземноморском и Ирано-Туранском регионах: эвкалипт (*Eucalyptus macrotheca*, *E. occidentalis*, *E. oleosa*, *E. salmonophloia*, *E. brockwayi*, *E. stricklandi*, *E. torquata*, *E. flocktonia*); тамарикс (*Tamarix aphylla*, *T. articulata*, *T. nilotica*, etc.); акация (*Acacia aneura*, *A. ligulata*, *A. salicina*, *A. cyanophylla*, *A. victoriae*, *A. reginae*, *A. peuce*, *A. sowdeni*, *A. cyclops*, *A. farnesiana*, *A. raddiana*, *A. horrida*).

Для предотвращения наступления пустыни в Северной Африке планируется создание “Зеленого пояса”. (Transnational green belt..., 1977). В проекте, подготовленном организацией по вопросам науки и культуры Арабской лиги (АЛЕСКО), участвуют Марокко, Алжир, Тунис, Ливия, Египет. “Зеленый пояс” будет проходить по границам зоны с годовыми осадками 150–250 мм. Не следует его представлять в виде лесопояса, посаженного перпендикулярно направлению господствующих ветров. Эта зона, где осуществляется комплекс мероприятий по закладке защитных полос, облесению песков и закладке механических защит от ветровой эрозии, постройке колодцев и т. д. (табл. 47).

Ширина защитной полосы изменяется от нескольких до десятков километров. Для борьбы с подвижными песками рекомендуется закрепление химическими эмульсиями и закладка механических защит из тростника, пальмовых листьев и другого материала. Механические защиты закладываются рядами на расстоянии 20–40 м или в виде клеток. В междурядья высаживаются деревья или кустарники. Расстояние между саженцами должно составлять 2–3 м. В качестве пескоукрепителей рекомендуются следующие виды

растений: травы: *Amophylla arenaria*, *Lupinus arborea*, *Saccharum* sp.; кустарники: *Prosopis* sp., *Artemisia* sp., *Haloxylon* sp., *Ricinus communis*; деревья: *Acacia cyanophylla*, *A. senegal*, *A. longifolia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Eucalyptus gemphocephala*, *E. camaldulensis*, *Tamarix* sp., *Zizyphus spinachristi*.

Рекомендуется высаживать *Pinus pinea* в местах, где количество осадков превышает 300 мм/год. Полная окупаемость всех затрат может быть достигнута за 25–50 лет.

В Африке предполагается также закладка сахельского “Зеленого пояса”. В проект включены страны Сенегал, Мавритания, Гамбия, Мали, Верхняя Вольта, Нигер, Чад, Судан и острова Зеленого мыса. Это является воплощением идеи создания такого пояса, предложенной Стэббингом (*Sahel green...*, 1977) (рис. 35).

Таблица 47. Виды и объем работ, планируемых при создании Северо-Сахарского “Зеленого пояса”

Вид работ	Общий объем	Завершено к 1975 г.
Освоение и мелиорация земель, га	1 315 236	245 461
Восстановление земель, га	58 000	19 251
Постройка колодцев	3 985	1 231
Ветрозащитные полосы (количество деревьев)	85 585 828	20 541 335
Механические защиты, км	13 781	2 345
Облесение (количество деревьев)	45 588 840	3 085 540
Закладка питомников	22	12

Рис. 35. “Зеленый пояс” (1) Судано-Сахельской зоны.

Проект предусматривает различные виды деятельности в пределах упомянутых стран. Прежде всего необходимы срочные меры по восстановлению растительности и обеспечению роста поголовья скота; программа долгосрочных действий по борьбе с опустыниванием. Предполагается, что на территории отдельных стран будут созданы экспериментальные участки для отработки общей программы действий, что отдельные национальные проекты должны быть посвящены разработке наиболее актуальных для каждой страны проблем. В связи с этим планируется разработка следующих программ: в Мавритании – по борьбе с песчаными заносами оазисов, Мали – по выращиванию поливных лесных насаждений, Нигере – разработка комбинированной агро-пастбищной системы, Чаде – работы по организации лесного хозяйства, Судане – по восстановлению зарослей сенегальской акации, на островах Зеленого мыса – по сбору вод поверхностного стока и т. д.

По предварительным подсчетам на осуществление проекта, по крайней мере на 5-летней стадии, потребуется около 5000000 дол. (из расчета 1 000000 дол/год). Более конкретных рекомендаций проект не содержит.

По мнению западных специалистов, концепция создания к югу от Сахары сплошного зеленого пояса для борьбы с опустыниванием не имеет под собой реальной основы (Proceeding..., 1979). Так, Ле Уэру (Le Houerou, 1976) писал: “Поскольку зеленые пояса не могут оказать значительного влияния на климатические условия региона, трудно представить себе, какую пользу они могут оказать в борьбе с опустыниванием... Зеленые пояса могут оказаться чрезвычайно полезными как защита орошаемых территорий, деревень, дорог, водоемов и т. д., но посадки мощных полос деревьев вдоль границ пустынь без организации соответствующего контроля и управления представляются дорогостоящим мифом, обреченным на провал”.

Английские специалисты Вилленс и Мидлей (Willens Meadley, 1977) считают, что опустынивание – это крупно-масштабная проблема, требующая мелкомасштабного решения. Действия по борьбе с опустыниванием должны предприниматься на уровне общины. Сельское население должно стремиться не просто к сохранению окружающей среды, но к ее совершенствованию: в данном случае развитие означает осуществление чаяний человека, а не сохранение нищеты. Община – основная социальная единица и как таковая должна рассматриваться в качестве базовой единицы развития. Тогда устремления общины могут быть связаны с потенциалом и ограничениями среды (или, экосистемы), на основании чего разрабатывается программа самостоятельного развития общины.

Компоненты экосистемы, характер их взаимозависимости и равновесия варьируют в зависимости от ситуации, местности и конкретной общины, причем универсального решения или панацеи в борьбе с опустыниванием не существует. Если мы сможем построить баланс, выражая количественно-конкретные ситуации, тогда лучше поймем равновесие внутри экосистемы общины, что поможет нам выявить проблемы, определить необходимые меры и последствия этих мер для экосистемы в целом. На простом примере можно видеть, что улучшение ветеринарных служб, а, следовательно, и здоровье животных, есть долгосрочное решение при условии наличия кормов. Можно также определить относительные преимущества достижения того же результата за счет внутренних ресурсов экосистем (огораживание с целью контроля выпаса) или за счет ресурсов вне экосистемы (производство кормов на орошаемых пастбищах). Каждая из технологий может характеризоваться степенью потенциального опустынивания. Она тем выше, чем “масштабнее” технология и чем менее она приспособлена к социально-экономическим условиям района применения.

Традиционные “осовремененные” и современные технологии по борьбе с опустыниванием лишь раз подтверждают, что главной проблемой является не их отсутствие, а неумение выбрать соответствующую технологию и сохранить ее в производстве после внедрения.

Советский почвовед, непосредственно участвующий в подготовке Конференции ООН по борьбе с опустыниванием, Б. Г. Розанов писал: “Основной вопрос сейчас не в том, что нужно делать для борьбы с опустыниванием – это известно в общих чертах и деталях, – а как применить имеющиеся знания и технологии в конкретных экологических и социально-экономических ситуациях”.

“В нашу эпоху для преобразования лика Земли требуются не только математические уравнения, смелые инженерные проекты и совершенные машины, но, в первую очередь мир, взаимопонимание и доверие между народами”.// Ф. Шебек. “Вариации на тему одной планеты”

Глава 6. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ

Из предыдущих глав видно, что проблема опустынивания, как составная часть общей проблемы окружающей среды, приобрела в настоящее время глобальный характер. Сегодня наряду с непосредственными шагами по борьбе с опустыниванием, которые смогли бы остановить поступательное движение пустынь, важной и долговременной задачей является контроль и управление некоторыми процессами образования самого опустынивания.

Проблема опустынивания, вовлекшая в свою орбиту страны различных континентов, в которых она воочию проявилась, привлекла внимание и усилия многих стран мира, по географическому положению далеких от аридных условий. Это подтверждает идею о том, что улучшение ситуации, сложившейся в пустынных областях планеты, равно как и неблагоприятную мировую экологическую ситуацию, можно изменить с помощью объединенных международных усилий. Эффективность таких усилий тесно связана с событиями, происходящими на мировой арене. Последовательный и решительный курс Советского Союза и стран социалистического содружества на разрядку международной напряженности, укрепление доверия и расширения сотрудничества между странами с различными общественными системами, постоянную поддержку развивающихся стран в обретении политической и экономической независимости создают хорошую базу для претворения в жизнь планов по борьбе с опустыниванием.

Международное сообщество не было застигнуто врасплох вставшими перед ним во всем объеме сложными проблемами, связанными с опустыниванием. В течение многих лет через организации системы ООН, международные неправительственные организации (МНПО) оно занималось деятельностью или обеспечивало ресурсы для деятельности в области аридных и полуаридных земель, охватывающей различные сферы: от исследований и распространения информации до подготовки персонала и применения существующих знаний.

Сложившаяся на сегодня разветвленная система международного сотрудничества в области изучения аридной и семиаридной зоны и проблем опустынивания имеет в целом довольно отчетливую структуру (Зонн, 1978). Ее крупными составными частями являются центральные учреждения ООН (ЮНЕП, ЭКОСОС), специализированные учреждения ООН (ЮНЕСКО, ФАО, ВОЗ, ВМО и т. д.), региональные комиссии ООН (ЭКЗА, ЭКЛА, ЭКА, ЭСКАТО), межправительственное многостороннее сотрудничество (КИЛСС), двустороннее сотрудничество, международные неправительственные организации (МКИД, КОВАР, МОП, МГС, МАВР и др.).

Международное сотрудничество в области изучения и освоения пустынь началось после того, как аридные и семи-аридные земли мира впервые были включены в сферу деятельности ЮНЕСКО.

В декабре 1948 г. на III Генеральной конференции ЮНЕСКО в Бейруте была принята предложенная делегацией Индии резолюция, поручающая Генеральному директору ЮНЕСКО рассмотреть вопрос о создании международных институтов для исследования засушливых зон. После предварительного изучения вопроса было принято решение включить эти исследования в программу ЮНЕСКО, а затем создать специальный комитет по изучению засушливых зон.

Первая сессия комитета состоялась в 1951 г. в Алжире, которая наметила основные пути деятельности.

IX сессия Генеральной конференции ЮНЕСКО одобрила программу по изучению засушливых зон в качестве основной, считая, что повышение жизненного уровня государств-членов, значительная часть которых находится в засушливых зонах, в немалой степени зависит от использования результатов научных исследований и их практического применения. Эта программа осуществлялась в течение двух десятилетий, вплоть до 1962 г.

Мобилизация усилий ученых многих стран мира позволила разработать междисциплинарный и интегрированный подход к исследованию проблем аридных земель, что способствовало успешному выполнению программы.

За период выполнения программы помимо издания ежеквартального информационного бюллетеня “Засушливые зоны” опубликовано около 300 томов серии “Исследования аридной зоны”, в создании которых приняли участие около 200 научно-исследовательских организаций из 40 стран.

В 1968 г. в Париже ЮНЕСКО при поддержке и участии ООН, ФАО, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), и в кооперации с руководством Международной биологической программы (МБП) и Международного союза по охране природы и природных ресурсов (МСОП) подготовила и провела Межправительственную конференцию по-проблемам биосферы, которая явилась первым международным мероприятием, рассмотревшим научные основы рационального использования и охраны ресурсов биосферы. В работе конференции приняли участие представители 63. стран – членов ЮНЕСКО и представители 6 организаций ООН, что обеспечило ее авторитетность. На конференции в. числе многочисленных проблем, связанных с охраной окружающей среды, рассмотрены вопросы адаптации знаний и инженерных решений в странах аридной зоны земного шара. Итогом работы конференции явилась разработка крупнейшей научной программы экологических исследований в системе ООН – Программа “Человек и биосфера” (ЧИБ, или МАБ), которая была официально принята в 1970 г. на XVI сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО.

С началом осуществления программы “Человек и биосфера” получила дальнейшее развитие многолетняя деятельность ЮНЕСКО по изучению аридных зон. Она позволила собрать и проанализировать основные сведения о естественных ресурсах континентов, глубже понять проблемы кочевого образа жизни, а также различные аспекты освоения аридных зон, рационального использования их водных и земельных ресурсов.

В результате этих работ составлены Мировая почвенная карта ЮНЕСКО/ФАО, Карта растительности Африки, Гидрогеологическая карта Африки к северу от экватора и др. Все это – актив программы МАБ.

Программа “Человек и биосфера” – новый, интегрированный подход к исследованиям, подготовке специалистов и деятельности, имеющей целью улучшение взаимоотношений человека с окружающей средой. Речь идет о междисциплинарном подходе, направленном на решение проблем управления естественными и измененными человеком экосистемами.

Одна из основных целей программы – изучение воздействий “человеческого фактора” (численность, населения, формы расселения, развитие техники) на различные экосистемы.

Среди 14 проектов МАБ два имеют прямое отношение к проблемам опустынивания. Это проект 3 – влияние деятельности человека и способов землепользования на пастбища: саванна и травяные ландшафты (от умеренных до засушливых районов) и проект 4 – влияние деятельности человека на динамику экосистем аридной и семиаридной зон, включая использование пастбищ и последствия ирригации.

Ход выполнения проекта 3 рассматривался вначале на заседании экспертов в октябре 1972 г. в Монпелье (Франция), а затем на заседании международной рабочей группы в июле 1974 г. в Херли, США (документы указанных совещаний изданы ЮНЕСКО в серии МАБ № 6 и 25).

Что касается проекта 4, то группа экспертов встретила в марте 1975 г. в Париже с целью выработки международной исследовательской программы по влиянию ирригации на аридные и семиаридные экосистемы (основные положения этой программы изложены в документе МАБ № 29). Вклад советских ученых в выполнение проекта хорошо известен (специальный номер журнала “Проблема освоения пустынь”, 1977, № 5).

ЮНЕСКО издано 13 выпусков серии “Технические заметки МАБ”. Шесть из них посвящено проблемам охраны и рационального использования аридных экосистем.

Первый выпуск “Сахель” (The Sahel..., 1975) подготовлен по материалам регионального совещания по комплексным экологическим исследованиям и планированию землепользования в марте 1974 г. в Ниамейе (Нигер). В нем рассмотрены палеоклиматическая характеристика Сахеля и причины засух 70-х годов, почвы, природное районирование, растительность и пастбища, животноводство, даны причины нарушения здесь равновесия между кочевым и оседлым способами землепользования.

По итогам рабочего совещания экспертов, проходившего в штаб-квартире ЮНЕСКО 30 января – 2 февраля 1975 г. с участием специалистов из ФАО, ВОЗ и ВМО, опубликован обзорный доклад “Освоение аридных и семиаридных земель: трудности и перспективы” (Development..., 1977). Излагаются проблемы пастбищного животноводства, приводятся характеристики пастбищ, рассматриваются экономические трудности и кризисное положение в традиционном кочевом животноводстве аридных стран. Даны предложения по экономическому развитию аридных стран.

Материалы Международного симпозиума и двух Рабочих совещаний, организованных ЮНЕСКО, ЮНЕП, СКОПЕ и КОВАР в 1976 г. в Александрии (Египет), обобщены в выпуске 8 “Технических заметок МАБ” (Environmental..., 1978). В нем даны следующие разделы: выгоды ирригации; эффективность использования воды в поливном земледелии; изменения почв и водного режима; изменение водных экосистем; сочетание ирригации и других форм землепользования; социально-экономические последствия ирригации и другие вопросы.

В выпуске 9 (Management of..., 1978), основанном на материалах Международного семинара, проведенного совместно ЮНЕСКО и ЮНЕП в Дакаре (Судан) в 1975 г., рассматриваются на примере трех различных по природным условиям зон Западной и Центральной Африки вопросы рационального использования природных ресурсов, традиционные и современные подходы.

В обзоре “Тенденции в научных исследованиях и в применении данных науки и техники для освоения аридных земель” (Trends in..., 1979), подготовленном на Конференции ООН по опустыниванию, приведена характеристика основных ресурсов аридной зоны и

рассматриваются потенциальные возможности их использования, отмечаются определенные пробелы в знаниях о различных компонентах аридных экосистем и предлагаются варианты планирования научных исследований на национальном уровне.

Большое значение в программе МАБ уделено исследованиям последствий судано-сахельской засухи. В марте 1974 г. в Ниамейе (Нигер) проведено региональное совещание по интегрированным экологическим исследованиям и подготовке специалистов в районе Сахеля. 50 экспертов из стран Африки, а также Канады, ФРГ, Франции, Англии и США указали на причины, обусловившие недостаточно успешное выполнение планов развития Сахеля, пришли к выводу о том, что во всех них уделялось мало внимания социально-экономическим и культурно-этническим особенностям жизни местного населения, недоучитывались, а порой и игнорировались огромный опыт и знания, связанные с конкретными условиями жизни в Сахеле.

В настоящее время при участии ЮНЕСКО выполняются крупные проекты, среди которых следует упомянуть: ИПАЛ– Кения, ИПАЛ – Тунис, проект “Региональное управление окружающей средой средиземноморских пустынных экосистем в Северном Египте” (REMDEME), проект “Первичная продуктивность в Сахеле” (ППС) – Мали, а также курсы повышения квалификации по комплексному управлению пастбищами–Сенегал (Review of PACD/YNER, 1982).

Этот далеко не полный перечень работ, проводившихся к началу 70-х годов в рамках организаций ООН по изучению аридных земель, тесно связанных с глобальной проблемой охраны природы, свидетельствует о больших возможностях этой системы способствовать широкому международному сотрудничеству в данной области.

К этому же периоду относится формирование в сознании мирового сообщества неотложности поисков путей к оценке, контролю и управлению состояния окружающей среды.

Обсуждение указанных вопросов получило широкий и конкретный характер на сессиях Экономического и Социального Совета (ЭКОСОС) и Генеральной Ассамблеи ООН, где принято решение о проведении Конференции ООН по проблеме окружающей среды.

Конференция состоялась в июне 1972 г. в Стокгольме, и ее итоги хорошо известны. Подготовленные на конференции национальные доклады Нигера, Ливии, Саудовской Аравии и АРЕ затрагивали проблемы опустынивания, а на самой конференции была одобрена официально серия предложений по проблемам, которые вызывают все большую озабоченность в мире, то есть проблемы значительной угрозы сельскохозяйственному производству и его развитию, включая региональные изменения климатических условий как следствие уничтожения лесов и лесополос, что ведет к опустыниванию в семиаридных районах.

Одно из главных решений конференции – образование самостоятельного механизма сотрудничества в рамках ООН по проблеме окружающей среды – Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

В программе работ ЮНЕП выделено шесть главных и первоочередных проблем, на которых предполагается сосредоточить внимание в ближайшие годы. Среди этих приоритетных направлений сотрудничества – земельные и водные ресурсы, распространение пустынь. На третью сессию Совета управляющих, осуществляющего общее руководство ЮНЕП, подготовлен документ “Обзор положения в области

окружающей среды и связанной с ней деятельностью”. В указанном документе данное направление подразделялось на 4 объекта исследований и деятельности, один из которых “состояние аридных и семиаридных земель”.

Мощным импульсом для качественно нового этапа международного сотрудничества по проблемам изучения аридных земель, носящего прикладной характер, послужила катастрофическая судано-сахельская засуха.

В резолюции 3054, принятой на XXVII сессии Генеральной Ассамблеи ООН в 1972 г., говорилось о поисках среднесрочного и долгосрочного решения проблемы превращения в пустыню стран, граничащих с Сахарой и другими аналогичными районами.

В другой резолюции Генеральной Ассамблеи – 3202 [S–VI] от 1 мая 1974 г. международному сообществу рекомендовано принять конкретные и срочные меры по предотвращению опустынивания, а также оказать помощь развивающимся странам, находящимся под влиянием этого явления. Согласование и координация усилий по борьбе с засухой и опустыниванием подчеркивались и в ряде резолюций ЭКОСОС.

В резолюции 1878 [LVII] ЭКОСОС по проблеме засухи в Африке в целом признавалась необходимость “хорошо скоординированного междисциплинарного подхода к проблеме засухи в Африке” и излагалась просьба ко всем заинтересованным организациям системы ООН “энергично продолжать свою деятельность и усилия, направленные на широкое решение в масштабе всей системы проблемы засухи”.

Усилия в направлении координации действий в рамках системы ООН по решению проблем аридных земель предприняты в августе 1974 г., когда ЭКОСОС в резолюции 1898 [LVII] просил Генерального секретаря создать специальную Межучрежденческую группу по аридным зонам, которая смогла бы выявить еще не преодоленные в результате достижений науки и техники препятствия на пути уже имеющейся технологии, а также произвела учет осуществляемых в то время научно-исследовательскими программами и проектами работ, с целью подготовки глобальной программы исследований, разработок и применения достижений науки и техники для решения особых проблем аридных зон.

Указанная группа после рабочей встречи в октябре 1974 г. в Женеве и на семинаре, состоявшемся в январе – феврале 1975 г. в Париже, обсудила документ “Развитие аридных и семиаридных земель: препятствия и перспективы”, подготовленный ЮНЕСКО, ФАО, ВОЗ, ВМО (1977г.). В нем нашли отражение основные физические, социологические, институционные и биологические особенности указанных земель, основные препятствия развития этих зон и даны предложения по теоретическим и практическим подходам к их решению.

Наконец, Генеральная Ассамблея на XXIX сессии 17 декабря 1974 г. приняла особую резолюцию 3337 по проведению согласованных международных действий по борьбе с опустыниванием, где предусматривалось проведение всемирной конференции.

Определенное значение в решении проблем освоения аридных земель имеет сотрудничество на региональном уровне, в рамках региональных экономических комиссий ООН, важных органов ООН с одинаковыми в принципе функциями по содействию развития экономического сотрудничества в соответствующих районах государств каждого из регионов между собой и с другими странами мира.

Речь идет о таких органах ООН, как Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ЭСК.АТО), Экономическая комиссия для Латинской Америки (ЭКЛА), Экономическая комиссия для Африки (ЭКА), Экономическая комиссия для Западной Азии (ЭКЗА).

Потенциальные возможности этих комиссий в деле сотрудничества раскрылись в период региональных подготовительных совещаний к Конференции ООН по проблемам опустынивания, которые были проведены при участии ЮНЕП.

Подготовительное совещание для Америки в сотрудничестве с ЭКЛА было проведено в феврале 1977 г. в Сантьяго, Чили; для стран Средиземного моря в сотрудничестве с ЭКЗА и ЭКА – в марте – апреле 1977 г. в Алгарви, Португалия; для стран района Африки к югу от Сахары совместно с симпозиумом Организации Африканского Единства (ОАЕ) по засухе и опустыниванию в Африке в сотрудничестве с ЭКА в апреле 1977 г. в Найроби, Кения, и для стран района Тихого океана и Азии в сотрудничестве с ЭСКАТО в апреле 1977 г. в Дели, Индия (Духовный, 1978; Орловский, 1978).

Совещания способствовали широкому обмену мнениями при обсуждении Плана действий по борьбе с опустыниванием, обмену информацией по развитию процессов опустынивания в регионах и методам борьбы с ними, что сыграло свою роль в интегрировании локальных программ по борьбе с опустыниванием в общую стратегию развития регионов.

Более широкое участие ЭКА в решении проблем опустынивания вызвала судано-сахельская засуха. В августе 1971 г. под эгидой ЭКА состоялся Первый Всеафриканский семинар по окружающей среде, выработавший конкретные рекомендации по мерам борьбы с распространением пустынь на континенте.

Позже, на III сессии Конференции министров стран ЭКА принята резолюция 264 (XII) по опустыниванию, в которой обращалось внимание на эту угрозу и настоятельно требовалось, чтобы ЭКА в сотрудничестве с международным сообществом приняла меры по изысканию путей решения этой проблемы.

Наряду с ЮНЕСКО, глубоко рассматривающей научные аспекты проблемы аридных земель и опустынивания, вносят значительный вклад в дело борьбы с опустыниванием и ряд других специализированных учреждений ООН. Среди последних следует отметить ФАО, Всемирную метеорологическую организацию (ВМО), ВОЗ, Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ).

По характеру своей деятельности ФАО занимается вопросами, касающимися аридных зон, включая пустыни, в основном в виде проведения оценок, обследований и инвентаризации, мониторинга, обмена информацией, разработки руководящих принципов регионального использования ресурсов, осуществления проектов на местах и оказания содействия развитию. ФАО оказывает помощь развивающимся странам в проектах по использованию грунтовых вод и управлению водными ресурсами в засушливых районах этих стран.

Опасность превращения 21 млн. км² пастбищ в Африке и на Ближнем Востоке в пустыню в результате роста численности населения и поголовья скота послужила толчком к созданию под эгидой ФАО и ЮНЕП международной Программы по управлению экологией пастбищ в аридной и семиаридной зонах (ЭМАСАР). Ценные кормовые ресурсы покрывают около 94% площади этих стран, поддерживая почти 500 млн. голов и производя около 2,5 млн. т мяса дополнительно к значительному количеству молока,

шерсти, кожи. Несмотря на существенный вклад пастбищ в национальную экономику, им уделяется недостаточное внимание.

На конференции ЭМАСАР, состоявшейся в феврале 1975 г. в Риме, отмечалось, что аридные и семиаридные пастбища заслуживают большого внимания.

Одно из основных ограничений для выполнения развития пастбищ в странах ЭМАСАР – неадекватность национального технического персонала и обученной рабочей силы, безотлагательная необходимость обучения и образования на всех уровнях на национальной и региональной основе.

В апреле 1975 г. в Сфаксе (Тунис) ЮНЕСКО, ФАО и ЮНЕП провели региональное совещание по учреждению программы сотрудничества по междисциплинарным экологическим исследованиям, подготовке кадров и ведению пастбищного хозяйства в аридной и семиаридной зонах Северной Африки.

Специфической деятельностью, непосредственно связанной с пастбищными районами, прилегающими к пустынным землям, является начатая ФАО в 1970 г. работа по улучшению производства скота в условиях кочевых и сезонных систем. ФАО совместно с ЮНЕСКО и ВМО подготовила в 1977 г. несколько карт в масштабе 1:25000000, в том числе Мировую карту опустынивания, Карту состояния опустынивания в жарких аридных районах, Карту климатического индекса аридности и Мировую экспериментальную схему аридности и вероятности засух.

Совместно с Отделом по использованию атомной энергии в области продовольствия и сельского хозяйства МАГАТЭ/ ФАО планирует провести исследования с применением изотопов при использовании воды и удобрений в семиаридных районах.

Поскольку климат играет основную роль в формировании аридных зон и пустынь, деятельность Всемирной метеорологической организации если не прямо, то косвенно связана с проблемами опустынивания.

В соответствии с решениями Конференции ООН по опустыниванию Исполнительный Комитет ВМО на тридцатой сессии (май – июнь 1978 г.) принял план работ ВМО по метеорологическим и гидрологическим аспектам борьбы с опустыниванием.

Кроме того, VIII Всемирным метеорологическим конгрессом в апреле 1979 г. принята Программа по сельскому хозяйству и борьбе с наступлением пустынь, включающая следующие основные разделы: оказание помощи членам ВМО в обеспечении национальных руководящих органов этих стран метеорологической и гидрологической информацией, необходимой для планирования сельского хозяйства и управления его развитием; сотрудничество с ФАО и другими организациями в рамках совместных проектов, предусматривающих проведение метеорологических и гидрологических работ или использование гидрометеорологической информации; план работ ВМО в области метеорологических и гидрологических аспектов борьбы с опустыниванием. В 1980 г. в рамках ВМО создана Комиссия по сельскохозяйственной метеорологии и опустыниванию.

Разные виды деятельности ВМО направлены на содействие поиску более совершенных методов прогнозирования засухи с использованием результатов таких программ, как Всемирная программа исследований атмосферы (ВПИА).

Межучрежденческая группа ФАО/ЮНЕСКО/ВМО по сельскохозяйственной биометеорологии с момента своего создания следит за проведением агроклиматических исследований в аридных и семиаридных районах на Ближнем Востоке, в районе Сахеля, Восточной Африке и Южной Америке, каждое из которых является источником информации, связанной с процессами опустынивания в этих районах.

В 1976 г. ВМО при поддержке ЮНЕП опубликовала итоги исследования по изменению климата и водных ресурсов для развития сельского хозяйства в Судано-Сахельской зоне Западной Африки.

В сотрудничестве с ФАО ВМО обеспечивает экспертов для развивающихся стран с целью оказания помощи в организации и развитии их агрометеорологических служб. В течение 1976–1978 гг. подобная работа проводилась в 10 странах аридной и семиаридной зон. ВМО также ведет в странах Сахеля проект Агримет, базируясь на институте ВМО в Ниамейе.

Исполнительный директор ЮНЕП М. Толба писал: “Здоровье населения засушливых районов – один из аспектов, которые приходится принимать во внимание в борьбе с расширением пустынь” (1977). Действительно, здоровье общества определяет его взаимоотношения с окружающей средой.

В 1974 г. ВОЗ провела исследования по оценке методов борьбы с последствиями засухи в Судано-Сахельской зоне, Заключение ВОЗ нельзя назвать оптимистическим: “Общий эффект 5 неурожайных лет привел к подрыву жизненного потенциала населения и особенно тяжело отразился на здоровье молодого поколения, появившегося на свет в этот период”.

Проект плана действий ВОЗ в пораженных засухой районах Судано-Сахельской зоны был подготовлен в сотрудничестве с ЮНИСЕФ. В проекте обращено особое внимание на медико-санитарные последствия засухи и наступления пустынь: недостаточность питания, эпидемии, проблемы гигиены окружающей среды, подготовку персонала. Проект предусматривает также исследования в таких областях, как водоснабжение и удаление отходов, использование методов традиционной медицины, хранение пищевых продуктов и осуществление программ охраны здоровья семьи среди кочевых племен.

ВОЗ распространяет информацию и обеспечивает исследования и обучение борьбы с болезнями, присущими аридным и семиаридным землям, такими, как малярия, онхоцеркоз, цереброспинальный менингит, арбовирусные заболевания и т. д.

Засуха в государствах Сахельской зоны привела к созданию в 1973 г. Специального бюро ООН по Сахелю, координирующего деятельность членов ООН в этом районе.

В этом же году в Уагадугу (Верхняя Вольта) создан Постоянный межправительственный комитет по борьбе с засухой в Сахеле (КИЛСС) для концентрирования усилий и координации действий стран, входящих в него (Гамбия, Верхняя Вольта, Мали, Мавритания, Нигер, Сенегал, Чад, острова Зеленого Мыса).

КИЛСС подготовил компендиум, содержащий предложения по 120 среднесрочным и долгосрочным проектам общей стоимостью 1 млн. дол. При поддержке Бюро ООН по Сахелю КИЛСС становится основным межправительственным координатором по проектам развития района.

В соответствии с решением сессии Совета Министров КИЛСС, состоявшейся в декабре 1976 г. в Нджамене в сентябре 1977 г., в Бамако открыт Институт изучения Сахеля. Программа деятельности института на начальной стадии предусматривает выполнение трех специальных задач: охрана сельскохозяйственных культур и урожая; организация службы прогнозирования и исследований социальной жизни, экономики и статистики населения; создание сети научной и технической документации. По замыслу учредителей на институт возлагаются большие надежды как на эффективный инструмент в борьбе против засухи и опустынивания в целях улучшения жизненных условий населения и самообеспечения продуктами питания.

В марте 1976 г. в Дакаре под эгидой крупной экономической международной организации развитых капиталистических стран – Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) создан Клуб друзей Сахеля. Организаторами Клуба являются с одной стороны страны-члены КИЛСС, с другой – страны-доноры и организации. Клуб открыт для всех друзей стран района Сахеля. Цель Клуба – поддержка мероприятий, принимаемых КИЛСС, содействие-сотрудничеству между донорами и создание форума, на котором страны Сахельской зоны могут разяснять краткосрочную политику в области развития, а также обсудить её с донорами. На своей второй встрече в Канаде в сентябре 1977 г. Клуб друзей Сахеля одобрил программу для развития стран Сахеля, утвердил ответственность стран-доноров на-будущее.

Почти три года, прошедшие с момента принятия Генеральной Ассамблеей резолюции 3337 (XXIX) до открытия 29 августа 1977 г. в Найроби Конференции ООН по проблемам опустынивания, были заполнены подготовительной работой, в процессе которой особенно четко проявился характер международного сотрудничества. Речь идет о подготовке четырех научных обзоров по климату, экологическим изменениям, проблемам народонаселения и технологии; о шести конкретных исследованиях в Чили, Тунисе, Индии, Нигере, Иране и Пакистане; составлении вышеуказанных мировых карт; проведении исследований технико-экономической осуществимости транснациональных проектов как моделей крупномасштабного международного сотрудничества в области борьбы с опустыниванием; организации животноводства и использовании пастбищных земель в Судано-Сахельском районе (СОЛАР); рациональном использовании основных региональных водоносных горизонтов в Северо-Восточной Африке и на Аравийском полуострове; мониторинге процессов опустынивания и связанного с этим состояния природных ресурсов в Юго-Западной Азии; мониторинге процессов опустынивания и связанного с этим состояния природных ресурсов в Южной Америке; создании “Зеленого пояса” в Сахеле, региональных подготовительных совещаниях.

В июне 1977 г. в Сакраменто (США) Научно-исследовательский и учебный институт ООН (ЮНИТАР) созвал Конференцию по изучению альтернативных экономических стратегий для развития аридных и семиаридных земель (Грингоф и др., 1978). Перед началом Конференции ООН по проблеме опустынивания в Найроби состоялся семинар Международной группы научных обществ, который разработал физические, биологические и социальные критерии, позволяющие оценить процесс опустынивания (Нечаева, 1978). Все указанные мероприятия подчинены одной цели – выработке Плана действий по борьбе с опустыниванием. Подробно подготовка и итоги Конференции по проблемам опустынивания уже рассматривались (Розанов, 1977, 1978; Зонн, 1978; Герасимов и др., 1978).

Активную помощь в многостороннем сотрудничестве по широкому кругу вопросов, так или иначе связанных с проблемой опустынивания, играют международные неправительственные организации. Как правило, они выступают с инициативой по

рассмотрению отдельных составных частей проблемы опустынивания, участвуя тем самым в её решении.

Так, в рамках Международного географического союза (МГС) действует рабочая группа по изучению процесса опустынивания в аридных и окружающих их землях, которая в период с 1972 по 1976 г. занята проблемой изучения процессов опустынивания в аридных областях и разработкой методов их предотвращения.

План работы группы, рассмотренный и утвержденный на XXII Международном географическом конгрессе в Канаде в 1972 г., включал изучение физико-географических особенностей процессов опустынивания (природные условия, интенсивность процессов иссушения); значение деятельности человека в процессе опустынивания – орошаемое и сухое земледелие, выпас скота, лесное хозяйство, добыча полезных ископаемых, урбанизация, транспортное строительство; разработку мер по предотвращению процессов опустынивания (охрана природы, прогнозирование хода физико-географических процессов при освоении пустынь, методы облесения и закрепления песков).

В ноябре-декабре 1974 г. группа провела полевую экскурсию, а затем семинар в Алис-Спрингсе (Австралия). Спустя год, в сентябре 1975 г. она встретилась в Кэмбридже, где состоялся обмен мнениями по вопросам опустынивания (Снопкова, 1976). В 1976 г. группа провела в Ашхабаде предконгрессный симпозиум по проблемам развития и охраны пустынных и полупустынных земель (Петров, 1977).

По инициативе ЮНЕП в дополнение к вышеуказанной группе была создана рабочая группа по опустыниванию в рамках Международного общества почвоведов (МОП). Организационная встреча этой группы состоялась в Эдмонтоне (Канада) в июне 1978 г. во время проведения там XI конгресса МОП. На этой встрече были определены следующие ее функции: сбор и оценка существующих знаний по процессам деградации почв в связи с опустыниванием; изучение потерь почв вследствие опустынивания; изучение почвенных процессов, ведущих к опустыниванию; помощь в международном обмене информацией по проблемам почв, связанным с опустыниванием; участие в деятельности международных организаций системы ООН в области взаимодействия почв с опустыниванием; участие на национальном и международном уровнях в выполнении определенных частей плана действий по борьбе с опустыниванием, особенно в развитии приемлемой противопустынной технологии интегрированного развития почв и землепользования.

Комплексные общественно-экономические аспекты и экологические факторы, связанные с процессами опустынивания, были рассмотрены на X международном конгрессе антропологии и этиологии, проходившем в декабре 1978 г. в Дели. Специальный комитет на этом конгрессе изучал проблему “Антропология и опустынивание”.

Международная федерация институтов передовых исследований (ИФИАС) в сотрудничестве с ЮНЕП осуществляет проекты “Потеря почвенного плодородия”, а также “Засуха и человек”, в которых исследуются социальные, экономические, политические и этические последствия засухи.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) подготовил съемку Восточной, Центральной и Западной Африки с целью определения экосистем, которые следует охранять, и изучил естественную фауну Сахеля с учетом возможности восстановления среды ее обитания и популяции.

Научный комитет Международного совета научных союзов по проблемам окружающей среды (СКОПЕЦ в рамках проекта 2 “Воздействие человека на возобновляемые природные ресурсы” выполняет подпроект 2 “Орошение засушливых территорий в развивающихся странах”. Значительную работу по проблеме опустынивания выполняет Университет ООН (Токио).

Программой дальнейшей работы на пути решения проблем опустынивания является выполнение Плана действий, принятого Конференцией по проблемам опустынивания. В нем в отношении международного сотрудничества и действий “рекомендуется, чтобы Генеральная Ассамблея просила Генерального секретаря ООН и руководящие органы ПРООН, ЮНЕП, ЮНИДО, ЮНКТАД, региональных комиссий ООН, ФАО, ВМО, ЮНЕСКО, ВОЗ, МБРР и другие соответствующие органы ООН поддержать в своих соответствующих областях деятельности международные действия по борьбе с опустыниванием в контексте плана действий...” (глава V, рекомендация 23, п. 88).

Кроме того, “важным фактором успешного выполнения плана действий будет участие как межправительственных, так и неправительственных международных организаций, не входящих в систему ООН” (глава V, рекомендация 25, п. 91).

План действий по борьбе с опустыниванием был одобрен Генеральной Ассамблеей ООН 19 декабря 1977 г. В резолюции 32/172 Генеральная Ассамблея призвала все правительства рассмотреть в первоочередном порядке рекомендации о национальных действиях, содержащиеся в главе IV Плана действий (рекомендации в отношении международного сотрудничества и действий); рекомендовала установление и активизацию субрегионального сотрудничества между странами, подверженными опустыниванию; предложила комиссиям, а также органам, организациям и другим учреждениям системы ООН содействовать международным усилиям по борьбе с опустыниванием в рамках Плана действий; постановила возложить на Совет управляющих и исполнительного директора ЮНЕП и Координационный совет по окружающей среде ответственность за последующие действия и координацию осуществления Плана действий; уполномочила исполнительного директора немедленно созвать консультативную группу, которая будет собираться по мере необходимости в составе представителей от органов, организаций и других учреждений системы ООН, стран-доноров, многосторонних финансовых учреждений, а также от развивающихся стран, проявляющих существенный интерес к борьбе с опустыниванием, в целях оказания помощи в мобилизации ресурсов для реализации Плана действий; попросила Генерального секретаря предложить государствам – членам и компетентным организациям и органам системы ООН, а также заинтересованным научным организациям вне системы провести дальнейшие исследования, разработку и уточнение касающихся опустынивания данных в целях восполнения пробелов в научных знаниях и технологии, а также дальнейшую разработку всемирной карты опустынивания на основе существующих рекомендаций Конференции и т. д.

В соответствии с этой резолюцией, а также резолюциями 33/88 и 33/89 XXXIV сессии Генеральной Ассамблеи ООН, а также с решениями шестой (9–25 мая 1978 г.) и седьмой (18 апреля – 4 мая 1978 г.) сессий управляющих Секретариатом ЮНЕП предприняты определенные меры по их реализации.

Прежде всего в 1978 г. в рамках Бюро Программы Секретариата ЮНЕП создана группа ЮНЕП по проблемам опустынивания, с 1 июля 1980 г. – отделение.

Функция и задачи Отделения опустынивания, трансформировавшиеся в ходе выполнения Плана действий по борьбе с опустыниванием, на VII сессии Совета управляющих ЮНЕП сформулированы следующим образом:

- координация деятельности по осуществлению Плана действий по борьбе с опустыниванием внутри и за пределами системы ООН;
- подготовка ежегодных отчетов Совету управляющих по осуществлению Плана действий в целом, специальных отчетов по Судано-Сахельскому региону и через каждые два года – подробных отчетов Генеральной Ассамблее ООН по общему выполнению Плана действий;
- обслуживание Межведомственной рабочей группы и Консультативной группы по опустыниванию;
- оказание технической помощи Судано-Сахельскому бюро ООН в осуществлении плана действий.

Одновременно в соответствии с решением VII сессии Совета управляющих в функции Отделения включена вся деятельность ЮНЕП, связанная с экосистемами аридных и семиаридных земель.

Тогда же была создана Межучрежденческая рабочая группа по проблемам опустынивания (МУРГО), которую рассматривают как основной объединенный орган по осуществлению Плана действий в рамках системы ООН.

Функции группы, одобренные Административным комитетом по координации (АКК):

Обеспечить основу для интеграции усилий отдельных организаций в конкретные проекты по борьбе с опустыниванием, включая полевые оперативные мероприятия, при тесном сотрудничестве и координации с мероприятиями, осуществляемыми Консультативной группой по борьбе с опустыниванием.

Выработать поэтапный план осуществления кратковременных и долгосрочных задач Плана действий, регулярно наблюдать за его выполнением и пересматривать по мере необходимости, исходя из достигнутых результатов (данный план будет разработан таким образом, чтобы охватить географические – национальные, региональные и глобальные мероприятия – и предметные области) и обеспечить, чтобы совместное составление тематических программ в области опустынивания выполнялось согласно особенностям рассматриваемой проблемы и в соответствии с общими руководящими указаниями, которые должны быть обеспечены для подобных осуществлений.

Регулярно следить за ходом выполнения Плана действий отдельными организациями и органами системы ООН, а также системой в целом с точки зрения предложения рекомендаций по урегулированию проводящихся мероприятий по мере необходимости. Выделить и разработать проекты для совместных действий по осуществлению Плана действий. Помогать региональным комиссиям ООН по претворению в жизнь дальнейших усилий по осуществлению Плана действий.

В сентябре 1980 г. Межведомственная рабочая группа по опустыниванию выделила сферы, требующие особого внимания при осуществлении Плана действий и, следовательно, ставящие новые задачи перед Отделением опустынивания. К ним относятся:

- разработка и осуществление всеобъемлющих национальных планов борьбы с опустыниванием;
- подготовка специалистов в различных областях борьбы с опустыниванием с упором на подготовку техников;
- проведение исследований по применимости доступной технологии к местным экологическим и социально-культурным условиям;
- постоянный обмен информацией, особенно между странами, находящимися в специфических условиях, в контексте технического сотрудничества между развивающимися странами в области борьбы с опустыниванием.

В 1978 г. создана Консультативная группа по борьбе с опустыниванием, первая сессия которой состоялась в Найроби. В своей вступительной речи Исполнительный директор ЮНЕП отметил, что международное сообщество создало не новую организацию, а механизм для помощи в мобилизации ресурсов и форм для обмена мнениями с тем, чтобы обеспечить поддержку донорских правительств и организаций, представленных в группе в осуществлении проектов, которые будут обсуждаться на заседаниях группы.

В настоящее время в состав группы вошли в качестве учредителей: Департамент ООН по техническому сотрудничеству в целях развития, ЮНЕП, ЮНИДО, ПРООН, Фонд. ООН для деятельности в области народонаселения (ЮНФПА), Всемирный продовольственный совет (ВПС), ФАО, ЮНЕСКО, ВМО и в качестве членов – 28 государств и организаций. Правительства 24 стран, в том числе СССР, выразили желание присоединиться к группе в качестве наблюдателей.

Консультативная группа по борьбе с опустыниванием должна дать возможность правительствам и международным организациям оценить свой вклад в поддержку национальных и межрегиональных проектов, направленных на предотвращение дальнейшей экологической деградации продуктивных земель в районах мира, склонных к опустыниванию, и на восстановление опустыненных земель.

Планируется, что Консультативная группа будет получать-предложения по организации проектов через свой технический секретариат (отделение ЮНЕП по проблемам опустынивания). Этими проектами могут быть: национальные проекты, представленные отдельными правительствами; региональные проекты – группами правительств, межправительственными органами или многосторонними финансовыми учреждениями; глобальные проекты, представленные органами ООН и другими международными организациями. Первые предложения по проектам и участие в них ЮНЕП излагались ранее (Зонн, 1981).

Особо нужно упомянуть поддержку ЮНЕП двух широких программ в рамках ФАО и ЮНЕСКО: ЭМАСАР и Программу влияния деятельности человека на пастбищные земли в аридных и семиаридных районах (ИПАЛ). Здесь поддерживаются два проекта: ИПАЛ – Кения и ИПАЛ– Тунис. Последняя программа – часть проекта III Программы ЮНЕСКО “Человек и биосфера” (МАБ-3).

В 1979 г. были оценены указанные программы с целью представления руководящих указаний отделению ЮНЕП по проблемам опустынивания в отношении их долгосрочной перспективы. Рекомендовано создание совместного секретариата ЭМАСАР ФАО/ЮНЕП. Что касается МАБ-3/ИПАЛ, то было рекомендовано продолжить сотрудничество с этой

программой, с тем чтобы использовать проекты ИПАЛ – Кения и ИПАЛ – Тунис в целях регионального и международного обучения и демонстрации комплексного подхода к управлению аридными землями.

На рис. 36 показаны основные мероприятия, проведенные по организации Конференции ООН по проблемам опустынивания, а на рис. 37 выполнение ее решений.

Рис. 36. Мероприятия, проведенные по организации конференции ООН по проблемам опустынивания, 1977 г. СУ – Совет управляющих; КГ – консультативная группа по борьбе с опустыниванием; МУРГО – Межучрежденческая рабочая группа по проблемам опустынивания.

На Конференции ООН по проблемам опустынивания советская делегация высказала предложения по организации проектов на территории Советского Союза, финансируемых за счет взносов СССР в Фонды ЮНЕП. Специальное соглашение между Государственным комитетом СССР по науке и технике и ЮНЕП, подписанное в 1978 г., создание Комиссии СССР по делам ЮНЕП, а затем Центра международных проектов ГКНТ способствовало началу осуществления интересных и важных проектов в области опустынивания.

К таким проектам прежде всего относится проект “Борьба с опустыниванием путем комплексного развития”, реализация которого началась в 1980 г. Подробно его содержание и перспективы выполнения были изложены ранее (Зонн, 1980; Герасимов, Зонн и др., 1981; Зонн, Сайко, 1982). 19–51

Рис. 37. Мероприятия, проведенные по выполнению решений конференции ООН по проблемам опустынивания. Условные обозначения см. рис. 36.

В течение 1978–1983 гг. на территории Советского Союза проводился другой проект “Учебные курсы по борьбе с опустыниванием”, включающий в себя международные курсы по подготовке специалистов из развивающихся стран по темам “Закрепление подвижных песков” на базе Института пустынь АН ТССР и “Мелиорация засоленных орошаемых земель” на базе Института почвоведения и агрохимии АН СССР, которые являют собой факторы опустынивания (Орловский, 1980, Зонн, Сайко, 1982).

В мае 1979 г. в Алма-Ате созвано международное совещание по оценке указанных курсов, в котором участвовали помимо представителей СССР представители ЮНЕП, ФАО, ЮНЕСКО и др. Итогом совещания явилась организация в СССР еще одних курсов по теме “Экология, управление и продуктивность пастбищ”. Первый выпуск их участников состоялся осенью 1980 г. (Орловский, 1981).

В целом на курсах, проведенных в СССР в 1979–1983 гг., подготовлено более 230 специалистов из 44. стран.

Определенная работа проведена в области оценки и картографирования опустынивания в различных масштабах и для различных целей. Разработаны руководящие принципы к проекту ЮНЕП/ФАО “Оценка и картографирование процессов опустынивания”. Проект начал осуществляться в 1980 г. ФАО в сотрудничестве с ЮНЕСКО, ВМО и Международным обществом почвоведов (МОП). Ожидалось, что к концу 1980 г. участники проекта подготовят проект методики по оценке и картографированию процессов опустынивания и после ее рассмотрения она может использоваться на практике.

Следует сказать, что до настоящего времени, в связи с отсутствием финансовых средств, региональные комиссии ООН не рассмотрели практические вопросы, связанные с безотлагательным выполнением Плана действий по борьбе с опустыниванием.

За прошедшие со времени проведения конференции в Найроби годы государства-участники приняли конкретные меры по выполнению Плана действий на национальном уровне (Зонн, 1980). По, на наш взгляд, сделаны лишь первые шаги по организации “аппарата содействия” выполнению Плана в рамках Секретариата ЮНЕП и системы ООН. Во многих странах, подверженных опустыниванию, намечено и подготовлено значительное число важных национальных и транснациональных проектов, реализация которых во многом зависит от правительств этих стран. Основная причина, тормозящая их претворение в жизнь, – проблема финансирования.

Как отмечал Административный комитет по координат в докладе на восьмой сессии Совета управляющих ЮНЕП установленный ежегодный объем капиталовложений в сумме 400 млн. дол. для борьбы с опустыниванием в дополнение к существующей помощи развития не обеспечивается, поскольку они не поступают от внешних источников. А ведь эта сумма необходима для приостановления процесса опустынивания. Еще больше – 1500 млн. дол. в год в течение 20 лет потребуется для восстановления утраченных земель (IVCN) Bulletin, 1979).

Отсутствие национальных планов действий по борьбе с опустыниванием (за исключением СССР и США) указывает на недостаточное уделение первоочередного внимания со стороны правительственных органов проблем предупреждения опустынивания. Это в свою очередь скажется на эффективности и надежности выполняемых отдельных мер,

В то же время следует отметить, что борьба с угрозой засухи и опустыниванием, к сожалению, развивается особенно медленно там, где она должна быть наиболее результативной на национальном уровне, в частности, в наиболее пострадавших и наименее развитых странах, что объясняется экономическими трудностями и бременем других многочисленных неотложных социально-экономических проблем.

Выполнение национальных программ или предполагаемых планов должно, с одной стороны, поддерживаться местным научным аппаратом, способным эффективно выполнять основные компоненты: мониторинг и оценку опасности опустынивания, а также применение имеющихся научных знаний и технологий в осуществлении корректных мер по борьбе с опустыниванием (согласно Плану действий), с другой, – наличием национальных кадров, имеющих многостороннюю подготовку, необходимую для планирования и осуществления проектов по борьбе с опустыниванием.

Для решения всех этих изложенных задач необходимо более широкое сотрудничество как в рамках двусторонних и многосторонних отношений, так и в рамках системы ООН.

***Заключение...

национальных проектов, но и от воздействия человека на природную среду в целом. Это можно подтвердить предположениями до 2000 г. Национального исследовательского совета США и исследовательской группы университета Торонто (Канада) о том, что в связи с увеличением содержания углекислого газа и других промышленных выбросов и, как следствие повышения температуры, усилится опасность распространения пустынь.

Существуют и другие прогнозы. Претворятся ли они в жизнь, покажет будущее. Наша задача – сделать все зависящее от нас, чтобы последующие поколения не рассматривали опустыненные земли как следствие экологического “кризиса” антропогенного происхождения периода выполнения Плана действий по борьбе с опустыниванием.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев Б. А., Васильева А. В., Милославская Е.А. Земельные ресурсы Латинской Америки, их антропогенное применение и охрана. – В кн.: Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1981, т. 10, с. 111–126.

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.

Арар А., Диелман П. Дж. Заболачивание и засоление земель в странах Ближнего Востока. – Тр. IX Междунар. конгр. по ирригации и дренажу./Специальная сессия ЦБНТИ Минводхоза СССР. М., 1975,с. 46–58.

Ауэрбах Т. Б. Орошение в Ливийской Сахаре. – Гидротехника и мелиорация, 1976, № 1, с. 108.

Бабаев А. Г. Оазисные пески Туркменистана и пути их освоения Ашхабад: Ылым, 1973, с. 353.

Бабаев А. Г., Фрейкин З. Г. Пустыни СССР: вчера, сегодня, завтра. М.: Мысль, 1977, с. 352.

Бауэр Г. М. Открыта ли Аравия? (цит. по Ж. Пирен. Открытие Аравии). М.: Наука, 1970, с. 312–347.

Болин Б. Изменения климата и их влияние на биосферу. – Бюл., ВМО, 1979, т. 28, № 2, с. 104–114.

Борзенкова И. И. Особенности векового хода осадков в различных климатических зонах Африки. – Тр. ГГО, 1977, вып. 247.

Борисенков Е. П. Основные тенденции естественных и антропогенных изменений климата. – В кн.: Физические основы изменения современного климата. М., 1981, с. 4–41

Борисова Л. Е., Спирина Л. П. Некоторые глобальные особенности современных изменений климата. – В кн.: Физические основы изменения современного климата. М.: Наука, 1981, с. 117–132.

Борьба с опустыниванием в Австралии. – В кн.: Проблемы опустынивания. М.: ЦМП, 1981, с. 64–67.

Брабин Г. Африка: 6000 км мертвой земли в Сахеле. – Курьер ЮНЕСКО, 1975, май, с. 8.

Будыко М. И. Климат-и жизнь. Л.: Гидрометеиздат 1971 с. 470.

Будыко М. И. Изменение климата. Л.: Гидрометеиздат 1974 с. 280.

Будыко М. И., Винников К. Я. Глобальное потепление. – Метеорология и гидрология, 1976, № 7, с. 16–26.

Будыко М. И. Современное изменение климата. Л.: Гидрометеиздат, 1977, с. 47.

Будыко М. И. Климат. Каким он будет? – Наука в СССР. 1981, № 3, с. 16–19.

Вальтер Х. Растительность земного шара. М.: Прогресс 1975 т. 3, с. 187-261. Р Р , .

Вальтер Х. Растительность земного шара, М.: Прогресс 1968 т. 1; 1975, т. 2.

Вашанов В. А., Лойко П. Ф. Земля и люди. Использование земельных ресурсов в условиях научно-технической революции. М.: Международные отношения, 1975.

Вейцман Е. А., Зонн И. С. Капельное орошение. – Обзорная информация. ЦБНТИ Минводхоза СССР. М., 1972.

Виноградов Б. В. Формы опустынивания по данным аэро- и космических съемок. – Пробл. осв. пустынь, 1976, № 3–4, с. 35–44.

Власова Т. К. Анализ особенностей процесса опустынивания в Африке и Австралии. – Пробл. осв. пустынь, 1981, № 1, с. 23–30.

Воропаев Г. В. Гидрологические и технические аспекты территориального перераспределения водных ресурсов в СССР. – Пробл. осв. пустынь, 1979, № 3, с. 3–9.

Габай В. С., Подгорнов С. А. Рекомендации по применению нерозина для закрепления и зараскивания подвижных песков в полупустынных и пустынных районах СССР. Волгоград, 1973.

Гарруа Ж. П. Африка – умирающая земля. М.: Прогресс, 1954.

Гаудио А. Цивилизация Сахары. М.: Наука, 1977, с. 223.

Герасимов И. П. Основные итоги Конференции ООН по проблемам опустынивания. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 3, с. 24–33.

Герасимов И. П., Зонн И. С., Сдасюк Г. В., Росточкий С. Б. Международный научный проект ЮНЕП/СССР “Борьба с опустыниванием путем комплексного развития”. – Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1981, № 2, с. 132–139.

Гладкий Ю. Н. Африка: проблемы регионального развития. Л.: Наука, 1979, с. 190.

Горнунг М. Б. Новые направления в изучении и использовании природных ресурсов. /Итоги науки и техники. Сер. геогр. зарубеж. стран, 1979, т. 7, с. 12–38.

Горшков С. П., Кондратьева Т. И. Земельные ресурсы США, их антропогенное изменение и охрана. – В кн.: Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов М.: ВИНТИ, 1981, т. 10, с. 83–102.

Григорьев А. А., Липатов В. Б. Глобальный аэрозоль по данным космической съемки. – В кн.: Физические основы изменения современного климата. М.: Наука, 1981, с. 76–82.

Грингоф И. Г., Харин Н. Г., Бабаев А. Альтернативные проблемы освоения пустынь мира. – Пробл. осв. пустынь, 1977, № 6, с. 38–47.

Дежкин В. В., Фетисов Т. И. Профиль равновесия. М., 1977, с. 133,

Джанпеисов Р., Джамалбеков Е. У. Вопросы охраны почв в Казахстане. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 4, с. 63–69.

Джонстон У. Р. Проблема дренажа и предполагаемое решение для крупного массива орошения в долине. Сан-Хоакин, Калифорния. – Тр. VII Конгресса по ирригации и дренажу. М.: ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1971, с. 166–184.

Дорохов Л. А. Опустынивание в Северной Америке. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 3, с. 91–97.

Дорст Ж. До того, как умрет природа. М.: Прогресс, 1968, с. 415.

Дрегне Г. Е. Масштабы и характеристики опустынивания в аридных районах мира. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития./Тезисы докл. Ташкент, 1981, с. 19–20.

Духовный В. А. Опустынивание в странах Азии и Тихого океана и борьба с ним. – Гидротехника и мелиорация, 1978, № 11, с. 92–96.

Зайчиков В. Т. Юго-западная Азия: природные ресурсы и развитие сельского хозяйства. М.: Наука, 1974, с. 129.

Завалета А. Проблемы засоления и солонцевания почв в Перу. – В кн.: Материалы международного симпозиума по мелиорации почв содового засоления. Ереван, 1971, с. 143–157.

Закиров Р. С., Мольдерф В. Е. О новом способе закрепления подвижных песков. – Пробл. осв. пустынь, 1974, № 1, с. 83–88.

Залетаев В. С. Жизнь в пустыне. М.: Мысль, 1976, с. 269.

Замора К. Х. Опустынивание в Перу. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития./Тезисы докл. Ташкент, 1981, с. 121–122.

Зарубаев Н. В., Зонн И. С., Полетаев Ю. Б. Системы локального полива сельскохозяйственных культур малыми нормами. – Обзорная информация. ЦБНТИ МВХ СССР, 1972, № 13.

Зонн И. С. Новые методы освоения земель аридных территорий. – Пробл. осв. пустынь, 1972, № 1, с. 46–55.

Зонн И. С. Почвы долины Евфрата и их мелиоративное освоение. – В кн.: Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. М.: Наука, 1974, с. 54–72.

Зонн И. С. Орошение аридных земель мира. – Пробл. осв. пустынь, 1976, № 2, с. 13–17.

Зонн И. С. Запад США. Опыт мелиоративного освоения. – В кн.:

Орошение и мелиорация почв. М.: Наука, 1977, с. 20–31.

Зонн И. С. Конференция ООН по борьбе с опустыниванием. – Гидротехника и мелиорация, 1977, № 7, с. 114–115.

Зонн И. С. Международное сотрудничество в области освоения аридных земель и борьбы с опустыниванием. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 4, с. 86–93.

Зонн И. С. Технология и проблема опустынивания. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 3, с. 55–63.

Зонн И. С. Международный научный проект ЮНЕП/СССР “Борьба с опустыниванием путем комплексного развития”. – Пробл. осв. пустынь, 1980, № 6, с. 87–91.

Зонн И. С. Первые итоги выполнения Всемирного плана действий по борьбе с опустыниванием. – Пробл. осв. пустынь, 1981, № 1, с. 10–18.

Зонн И. С., Николаев В. Н., Орловский Н. С., Свинцов И. П. Опыт борьбы с опустыниванием в СССР. М.: Наука, 1981, с. 115.

Зонн И. С., Носенко П. П. Современный уровень и перспективы развития мелиорации земель в странах мира. – Гидротехника и мелиорация, 1981, № 1, с. 82–86.

Зонн И. С., Сайко Т. А. Бюллетень № 2 ЮНЕП, ЦМП ГКНТ– Пробл. осв. пустынь, 1982, № 2, с. 55–61.

Исаков Ю. А., Казанская Н. С., Панфилов Д. В. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем М.: Наука, 1980.

Исаченко А. Г. Оптимизация Природной среды. М.: Мысль 1980, с. 263.

Капо-Рей Р. Французская Сахара. М.: Географгиз, 1958, с. 496.

Квинтанилла Э. К. Региональные особенности проблемы опустынивания в Перу. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития./Тезисы докл. Ташкент, 1981, с. 123–126,

Келлог У. У. Влияние деятельности человека на климат. – Бюл. ВМО, 1978, № 1, т. 27, ч. 2, с. 3–12.

Келлог У. У. Влияние деятельности человека на климат. – Бюл. ВМО, 1977, т. 26, ч. 1, № 4, с. 285–289.

Клейборн Р. Продовольствие и климат. Диалог – США, 1978, № 3, с. 82–90.

Ковда В. А., Кунин В. Н. Контролируемая среда для освоения пустынь. – Природа, 1970, № 8, с. 88–93.

Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1977, с. 272.

Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М.: Наука, 1981, с. 38–54.

Колодин М. В. Вода и пустыни. М.: Мысль, 1981, с. 119.

Кунин В. Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования. М.: Изд-во АН СССР, 1959, с. 283.

Кунин В. Н. Освоение ПУСТЫНЬ в Туркмении. – Природа, 1961, № 9, с. 61–8.

Куракова Л. И., Миланова Е. В. Вторичное засоление в антропогенных ландшафтах орошаемых земель Азии. – В кн.: Состояние природной среды в зарубежных странах. М.: Изд-во МГУ, 1974, С. 71–81.

Куракова Л. И., Миланова Е. В., Сеньковская Н. Ф. Земельные ресурсы Зарубежной Азии, их антропогенное изменение и охрана – В кн.: Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1981, т. 10, с. 41–67.

Литвиненко В. С. Использование подземных вод для орошения в странах аридного климата. – Обзорная информация. ВНИИТЭИСХ. М., 1975.

Маббутт Дж. А. Цикличность климата и изменчивость ландшафтов как факторы окружающей среды в развитии опустынивания. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития./Тезисы докл. Ташкент, 1981, с. 20–22./

Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. М.: Прогресс, 1977, с. 591.

Марков К.К. и др. Четвертичный период. М., 1965, с. 371.

Массон В.М. Пустыня и общество: динамика взаимодействия в историческом аспекте.– Пробл. осв. пустынь, 1977, № 6, с. 3–10.

Машбиц Я. Г. Латинская Америка. – В кн.: Проблемы экономической географии. М.: Мысль, 1969.

Машбиц Я. Г. Экономико-географическая особенность использования природных ресурсов в развивающихся странах. – В кн.: Проблемы использования природных ресурсов развивающихся стран. М.: Мысль, 1974, с. 189–202.

Мейгс П. /Мейджс/. Распределение на земном шаре аридных и полуаридных гомоклиматов. – В кн.: Гидрогеология и гидрология аридной зоны земного шара. М.: Иностран. лит., 1955, с. 337–351.

Меншинг Х. Экологические аспекты проблемы опустынивания и деятельности человека на примере Сахельской зоны в Африке. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Ташкент, 1981, с. 80–82.

Миланова Е. В. Проблемы сохранения экосистем в экстремальных аридных тропических районах. – Природные ресурсы и окружающая среда, 1980, № 10, с. 65–75.

Милас С. Поиски решения проблемы в Чили. – В сб.: Проблемы опустынивания. М.: ЦМП, 1981, с. 83–85.

Митенко В. Ф. Некоторые проблемы сельскохозяйственного освоения субтропических полупустынь Северной Африки. – В кн.: Современные проблемы развития и размещения производительных сил в Африке. М.: Наука, 1971.

Михайлова Л. А. Современное состояние природы и перспективы использования растительных ресурсов Африки. – В кн.: Состояние природной среды в зарубежных странах. М.: Изд-во МГУ, 1974, с. 161–178.

Нестерова Г. С. Возможность использования соленых вод для Орошения сельскохозяйственных культур. М.: ВНИИТЭСХ, 1972.

Нестерова Г. С., Зонн И. С., Вейцман Е. А. Капельное орошение. М.: ВНИИТЭСХ, 1973.

Нечаева Н. Т. Влияние выпаса на пастбищах Каракумов как основы пастбищеоборота. – В кн.: Пустыни СССР и их освоение. М.–Л., 1954. вып. 2, с. 801.

Нечаева Н. Т. Проблема разработки индикаторов опустынивания. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 4, с. 18–24.

Нечаева Н. Т. Влияние режима использования на продуктивность растительности Каракумов. – Пробл. осв. пустынь, 1979, № 6, с. 8–18.

Обручев В. А. Закаспийская низменность, – Зап. геогр. о-ва по общей геогр., 1890, № 3, с. 108–144.

Олано Х. М. Опустынивание аридной части перуанского побережья. – В кн.: Борьба с опустыниванием путем комплексного развития./Тез. докл. Ташкент, 1981, с. 126–129.

Орлова А. В. ПУСТЫНИ как функция планетарного развития М.: Недра, 1978, с. 161.

Орловский Н. С. Конференция ООН по проблемам опустынивания. Результаты подготовительного совещания стран Азии и Тихого океана. – Пробл. осв. пустынь, 1977, № 4, с. 84–99.

Орловский Н. С., Дорохов Л. А. Природные условия и факторы опустынивания Австралии. – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 3,

с. 97-103.

Орловский Н. С., Харин Н. Г. Климат и опустынивание – Пробл. осв. пустынь, 1978, № 3, с. 33–40.

Оуэн О.С. Охрана природных ресурсов. М.: Колос, 1977 с.416.

Парсон Р. Природа предъявляет счет. М.: Прогресс 1969 с.507.

Перспективы технологии: "официальные возможности и ограничения Ч.2/Конф. ООН по водным ресурсам. Е./Conf. 70/CBP. 2/Add. 1977, 1 (на рус.яз.).

Петров М.П. Подвижные пески и борьба с ними. М.: АН СССР, 1950, с.454.

Петров М.П. Еще раз об усыхании Азии. - Изв. ВГО, 1966, №3, т.97 с.205-211.

Anderson R. J. F. Climatic factors in Botswana; In: Botswana Notes, Notes and Records, 1970, no. 2, pp. 75-78.

Application of asphalt moisture barrier layer to desert development. Komatsu Ltd. Interim Report, 1975. Appropriate technology. "Mazingira", 1979, no. 10, pp. 78-92.

Ayyad Mohammed A., Ghabbour Samir I. Systems analysis of Mediterranean desert ecosystems of Northern Egypt (SAMdene). Environment Conservation 1977, 4, n. 2, pp. 91-101.

Barral H. Molilite et, cloisonnement chez les éleveurs de la Haute-Volta. Cahiers ORSTOM Sciences Humaines 11 (2), 1974, pp. 127-135.

Bhattacharya B. D. A regional development plan for the Rajasthan Desert. Town Plann. Rev., 1977, 48, no. 3, pp. 299-307.

Black J. F. Asphalt island concept of weather modification. Linden, N. J., ESSO Memorandum 4 June, 1970.

Boers M., Ben-Asher J. Harvesting water in the desert. JLRI. Annual Report, 1979, pp. 6-23.

Brief Report on Desertification Processes in Afghanistan; Conference on Alternative Strategies for Desert Development and Management, USA, 1977, vol. IV.

Bokhari S. M. H. Case study on waterlogging and salinity problems in Pakistan "Water Supply and Managements 1980, 4, no. 3, pp. 171-192.

Bolin B. et al. The global carbon cycle. SCOPE 13, New York, 1979.

Bolin B. Global ecology and man. Proceedings of the World's climate Conference, WMO, no. 537, Geneva, 1979.

Boudet G. Pastures and livestock in the Sahel. In: The Sahel: ecological approaches to land use. Paris, 1975, pp. 29-34.

Boudet G. Improvement of pasture and livestock exploitation in the Sahel: proposals for management and land use. "Sahel: Ecological Approaches to Land Use". Paris, 1975, pp. 89-98.

Boudy P. Economie Forestiere Nord-Africaine, vol. 2, part 2, pp. 529-87,8. Larousse, Paris, 1950.

Bryson R. A. Drought in Sahelia. Who of what is to blame-"Eco-logist", 1973, no. 10.

Butler M. Perception of increasing salinity associated with the irrigation of the Murray Valley in South Australia. In: Perception of Desertification, UNU, 1980, pp. 97-119.

Buringh P. Soil and Soil Conditions in Iraq. Baghdad, 1960.

Carder D. J. Managing Western Australia's Land Resources-Journal of Soil Conservation of Service of New South Wales, 1978, v. 34, no. 2, pp. 73-81.

Chate I. B. H. Wind and solar energy potential for deserts development. Alternative Strategies for Desert Development and Management, 1977, vol. 1.

Child G. Ecological constraints on rural development in Botswana. In: Botswana Notes and Records. 1970, no. 3.

Clor Mahmood A., Dougrameji Jamal S. Republic of Iraq. UN Conference on Desertification. Kenya, 1977, p. 16.

C l o u d s l e y-T h o' r n p s o n J. L. The Expanding Sahara. Environmental Conservation, 1974, vol. 1, no. 1.

Cluff B. C. Evaporation control for increasing water supplies. In: Conference on Alternative strategies for desert development and management. 1977, USA, vol. 1.

Conservation Resources in Iran. Imperial Government of Iran. Ministry of Agriculture and Rural Development, 1977, pp. 1-26.

C o o l e y K. R., F r a s i e r G. W. Water Harvesting for Livestock. In: "Conference Papers on Alternative Strategies for Desert Development and Management" USA, vol. 1.

Cordes R., Schofz F. Bedouins, Wealth and Change. UNU, 1980, p. 63.

Cornejo Arturo T. Resources of Arid South America. In: Arid. Lands in Transition. AAAS, Washington D. C., 1970, pp. 345-380.

Costello D. F. The Desert World. New York, 1972.

Crosrey A. Relation entre la hauteur moyenne des precipitation et la distance a la mer- "Meteorologie", 1974, no. 30.

D a m b e M. Agricultural Nes. Gaborone, 1972, p. 3.

Dawood S. S., Manna L, PH, and Kishk M, A. A preliminary investigation of aerosols in the atmosphere of Minia. Annals Agric. Moshtohor, Egypt, 1974, 1: 137-148.

D e A r o z J. The impact of irrigation and drainage on rural health and sanitation, 1970, p. 15.

D e f e l i p p e B. A. Geografia economica Argentina. Buenos Aires, 1959.

Defelippe B.A. Las tierras aridas y semiaridas de la Republics. Argentina, liform Nacional. Buenos, Aires, 1963, p. 54.

D e l w a u l l e J. C. Desertificatio de. l'Afrique au Sud du Sahara. Bois et forets des Tropiques, 1973, no. 149.

Desertification; An Overview (A/Conf./74/1) Backgund document, Un Conference on desertification, Nairobi, Kenya, 1977.

Desertification control experience in Libya. Nairobi, 1977.

Desert greenhouse. Environment, 1977, vol. 19, no. 8, pp. 14-20.

Desertification in the Greater Mussayeb Project, Iraq. In: Case Studies-on Desertification. Natural Resources Research. XVIII UNESCO, 1980, pp. 17,6-213.

Desertification - The Nigerian Situation. UNCOD, 1977, p. 22.

D e s p o i s Jr The crisis of the Saharan oases. In: Coastal Deserts-Tucson, 1973, pp. 167-168.

Development of arid and semi-arid lands: obstacles and prospects. The UNESCO, Press, Paris, 1977, p. 42.

D e v i l l P. Man and his environment in the Western Kalahari or A little technology is a dangerous thing. In: Botswana Notes and Records. Special Edition 1, 1971, pp. 50-56.

Dewey H. Jr. Project without precedent in California scheme to-boost water to a height of 3100 feet via a series of six pumping- plants Water and Wastes Engineering 1971, 8, no. 4, pp. 34-36, 39.

D e v y E. G. Drought in West Africa. WMO Bulletin, 1974, no. 23, pp. 18-23.

Digernes T. H. Fuelwood crisis causing unfortunate land use and the other way around. Norsk geogr. tidsskr., 1979 v. 33 no 1 pp. 23-32.

Digernes T. H. Wood for fuel! - The energy situation in Bara, the Sudan Department of Geography, University of Bergen Norway, 1977, p. 124.

D r e g n e H. E. Desertification: symptom of a crisis. In: "Desertification: Process. Problems, Perspectives. University of Arizona. Tuscon, 1976.

Dregne H. E. Soils of Arid Regions. Developments in Soil Science Elsevier Pub. Corn. 1976.

Dregne H. E. Desertification in the United States. Nature and Resources. UNESCO vol. XIII, no 2, April-June, 1977, pp. 10-13.

Dregne H. E. Desertification of Arid Lands. Economic Geography, Usa, Oct. 1977, vol. 53, no. 4.

D r e g n e H. Magnitude and characteristics of desertification of world's arid lands, Manuscript, 1980, ,p. 49.

Drip Directory and test plot location. Irrigation Age. June, 1973, v. 7. no. 11.

D u i s b e r g P C., Hay J. L. Economic Botany of Arid Regions. In: Food Fiber and arid Lands. Ed. W. G. McGinnies, B. J. Golman, P. Paylore. The University of Arizona Press, 1971, pp. 248-270.

Dune Stabilization. A' Survey of Literature on Dune Formation and Dune Stabilization. Geographisches Institut Universitat Wiizzburg, 1977.

Echallier J. C. Villages desertes et structures agraires-anciennes du Touat-Gourara (Sahara algerian). Paris, 1972, p. 122.

E c k h o l m E. Desertification: A World Problem. Ambio: 1975 vol. IV, no. 4, pp. 137-145.

E c k h o l m E. Losing Ground. Environment, 1976, vol. 18, no. 3, pp. 6-11.

- E c k h o l m E., B r o w n L. R. Spreading Deserts - The Hand of Man. Worldwatch Paper 13, August, 1977.
- Environmental effects of arid land irrigation in developing countries. The UNESCO. Press, Paris, 1978, p. 67.
- E v e n a r i M., S h a n a n L., Tadmar N. The Negev. The Challenge of a desert. Harvard University Press. USA, 1978.
- FAO Production Yearbook 1980, Rome, 1981.
- Farid A. M. Irrigation and malaria in arid lands. Arid Lands Irrigation in Developing Countries. Cairo, 1976, pp. 377-386.
- F a u c k R. Les sols des climats secs, leurs potentialites specifiques pour la production alimentaire et les contraintes climatiques primordiales. In: 11th International Congress of Soil Science. Canada, 1978, vol. 2.
- Fletcher J. O. Controlling the planet's climate. The Survival Equation. R. Revello, ed. Boston: Houghton Mifflin Co., 1971, pp. 442-443.
- Floret Ch. et L e F l o c h E. Production, Sensibilite ' et Evolution de la Vegetation et du Milieu en Tunisie Presaharienne Doc. no. 71 Montpellier: CEPE, 1973, pp. 45.
- Floret Ch., L e F l o c h E. Desertisation, Degradation et Regeneration de la Vegetation Pastorale de la Tunisie Presaharienne. Sem. Nat.Desertisation Gabes. Tunis: INRAT, 1972, p 11.
- Floret Le Floch E. Sols de Tunisie, 1976, no. 8, 1.
- Floret Ch.. Le Floch E., Pontamier R. Carte de la sensibilite et meridionale. Sols de Tunisie, 1976, E, p. 1-69.
- Fosbrooke H. A. Land and population. In: Botswana Notes and 'Records 2, Carborone, 1970, pp. 172-187,.
- Freer P. Non-agricultural Land Use and Desertification. Search, 1978, vol. 9, no. 7, pp. 276-280.
- F u k u d a H. Irrigation Water Comparative Development. Tokyo, 1976.
- Gallez P. About three water transfer projects in Northern Patagonia KNAG geogr. tijdschr., 1970, vol. 4. no. 4.
- Gascoyne Basin: associated case study. UNCOD A/Conf. 7,4/6. 1977.
- G h o n a i m O. A. Die wirtschaftsgeographische Situation der Oase Siwa (Agypten) Stuttgarter Geogr. Studien. 1979, Band 94, pp. 224.
- Ghonaim O. A. Desertification in Siwa Oasis (Egypt)-Symptoms and Causes In- Desertification in Extremely Arid Environments Stuttgarter Geographische Studien. 1980, Band 95, pp. 157-172.
- C h o s e B., S i n g h S., K a r A m a l. Desertification Around the Thar. A Geomorphol(*gical Interpretation. Annals Arid Zone. 1977, 16, no. 3, pp. 290-301.

G h o s e B., S i n g h S., K a r A. Geomorphic Evidence of Desertification in the Rajasthan Desert (India). Problems in the Development and Conservation of Desert and Semi-Desert Lands. Australia, 1976, pp. 199-203.

Glantz M. N. Dealing with a Global Problem. In: Environmental Degradation in and around Arid Lands. Ed. M. H. Glantz: Westview Press, 1977, pp. 1-15.

Glantz M. H. The social value of a reliable long-range weather forecast. *Eksisticks*, vol. 43, no. 258, May 1977, pp. 305-313.

Gorrie R. M. The use and misuse of land, 1938, p. 26.

Gray W., et al. Weather modification by carbon dust absorption of solar energy. In: Proceedings of the Fourth Conference on Weather Modification. Ft. Landerdale. Florida, 18-21 Nov., 1974.

Gray W. M., F r a n k W. M., C o v i n M. L., S t o k e s C. A. Weather modification by carbon dust absorption of solar energy. *Journal of Applied Meteorology*, 1976, vol. 15, no. 4, pp. 355-386.

Gribbin J. Woodman. Spare that tree.-"New Sci.", 1979, vol. 81, no. 1148, 1016-1018.

G r i f f i t h s J. F. (ed.) Climate of Africa. World Survey of Climatology, vol. 10. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1972, p. 604.

G r o v e' A. T. Desertification in the African environment. In: Drought in Africa. Report of the 1973 Symposium. Centre for African Studies, U. of London, 1973.

H a g a n R. M. Water management. Res. world food crisis. Washington D. C., 1970.

Heathcote R. L. Australia. London, Longman, 1975, p. 246.

Heathcote R. L. Drought in Australia: a problem of perception. *Geographical Review*, 1969, 59, pp. 175-194.

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.

Hecq J. Development rural au Sahel ou desertification? *Riv. agr. sub trop. et trop.*, 1979, vol. 7,3. no. 1-2, pp. 23-57:

H i d o r e J. J. Population explosion in Africa: further implications. *Journal of Geographer, USA*, 1978, v. 77, no. 6, pp. 214-220.

H i g b e e E. American agriculture, geography, resources, conservation. New York, 1958.

H o d g e s C. N. Controlled environment agriculture for coast desert areas. Mimeographed paper from Environmental Research Laboratory. I. A. P. Tucson, 1967.

Hodges C. N., Jensen M. H., Hodge C. O. Plastic oases for arid seashores. In: Coastal Deserts. Their Natural and Human Environments. 1977, pp. 3-12.

- Hovanitz E., Thompson S., Hovanitz K., Stull R., Ship-ley S. Effects of off-road vehicles in Ballinger Canyon, California. *Geology*, 1979, vol. 7, no. 2, pp. 19-21.
- H o w e C h. W., Easter K. W. Interbasin transfers of water. Economic issues and impacts. U. S. A. The John Hopkins Press, 1971.
- I b r a h i m F. Antliropogenic causes of desertification in the Western Sudan. 1978, *Geo-Journal* 2, 3, pp. 243-254.
- I d r i s H. Energy problems in arid countries. Can desert encroachments to 1976, pp. 10 3-12. International Water Report. Winter 1979.
- Iran Changing the Past into a Future. Imperial Government of Iran Ministry of Agriculture and Rural Development, 1977, pp. 1-22.
- I r v i n g C. Desert dilemma - a conservation conflict. Dune buggy seeks its spot in the sands. *Environment Times*, 1979, v. 4, no. 5, pp. 3,7[^],9,
- J a c k s o n R. D., I d s o S. B. Surface albedo and desertification.- *Science*, 1975, v. 189.
- J a c o b s o n T., A d a m s 'R. Salt and Silt in Ancient Mesopotamian Agriculture. *Science*. 1958, vol. 128, no. 33-34.
- Jensen A. M. A review of some dune afforestation procedures. *Conservation in arid and semi-arid zones. FAO Conservation Guide*, 1976, no. 3.
- J o d h a N. S. Cost-Benefit Analysis of Pasture Improvement m 'the Arid Region of Rajasthan. *Annals arid Zone*, 1968, vol. 7, no. 2.
- Johnson J. D. Desertification in the United States. Office of Arid Land Studies. Feb. 1977, pp. 1-14.
- J o l y F. Les Milieux Arides, Definition, Extension. In: *Notes Marocaines*, 8, Rabat, 1957, p. 15-30.
- Jordan's experience in combating desertification, UNCOD, 197,7, p. 17.
- Kamrany N. M. The Sahel drought: major development issues. *Ekistics*. vol. 43, no. 258, May 1977, pp. 314-319.
- K a s s a s M. Desertification versus Potential for Recovery in Cireum-Saharan Territories. In: *Arid Lands in Transition*, AAAS, 1970, pp. 123-142.
- K a s s a s M., I m i m M. Climate and Microclimate in the Cairo Desert. *Bulletin of Society geographers of the Egypt*, 1957, v. 30.
- Kates R. W., G o h n s o n D. L., H a r i n g K. G. Population, Society and Desertification, UN Conference on Desertification, Nairobi, Kenya, 1977.
- K e l l o g W. W. et al. Effect on anthropogenic aerosols on the global climate. WMO, Document 421, Geneva, 1975, pp. 323-330.

K e r r R. C., N i g r a J. O. Eolian Sand Control. -' In: Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 1952, 36(8), pp. 1541-1573.

Khatib A. B. Present and potential salt-affected and waterlogged areas in the countries of Near East in relation to agriculture. Irrigation and Drainage. 1971, no 7, FAO, Rome.

K i s h k M. A. Evaluation of desertification in Egypt. Manuscript,
1976. pp. 12.

Kishk M. A. A warning against the forthcoming damage of Egyptian soils. Proceedings of the Scientific Symposium on Effects of the High Dam on Soil Fertility and Water Quality in Egypt. Assuit Univ., Egypt, April 16-18, 1977, pp. 39-52.

Kleinrath H. Sonnenergie. Umweltschutz, 1976, vol. 13, no. 10.

Koegel R, G. Self-help wells. Irrigation and Drainage Paper. FAO, 1977. no. 30. ^ B B r ,

Lamb H. H. Drifting towards drought. "Geogr. Mag.", 1974,
vol. 46, no. 9.

Lamprey H. F. Report on the desert encroachment reconnaissance in Northern Sudan. Nairobi, UNESCO/UNEP. Mimeo, 1975.

L a n l y J. P., Clement J. Present and Future Forest and Plantation - areas in the Tropics. Rome, FAO, 1979.

Lawrence H. D. Farming without fields. Ecologist., 1977, vol. 7. no. 3, pp. 100-105.

Le Houerou H. N. Ecological management of arid grazing land ecosystems. IUCN, 1975, p. 12.

Le Houerou H. N., Froment D. Definition d'une doctrine pastorale pour la Tunisie steppique. Bulletin de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Tunis, 1966, vol. 10-11, pp. 73-152.

L e Houerou H. N. Le desertification du Sahara septentrional et .(steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algerie). Ann. Alger. Geogr. 6, 19i pp. 2-27.

L e Houerou H. N. Les Paturages Naturels de la Tunisie Aride Desertique. Paris: Ins. Sees. Econ. Appl. Tunis, 1982, p. 106.

Le Houerou H. N. Recherches Ecologiques et Florectiques sur Vegetation de la Tunisie Meridionale. Alger. Inst. Rech. Sols Umversi 1959, p. 510.

Le Houerou H. N. La Vegetation de la Tunisie Steppique (al references a l'Algerie, a la Libye et au Maroc). Recherches Physionoiniqui Ecologiques, Sociologiques et Dynamiques. Institut National de la Recherc Agronomique, Tunis, 1969.

Le Houerou H. N. North Africa: Past, Present, Future. Ai Lands in Transition. AAAS, 1970, pp. 227(-278.

- Le Houerou H. N. Iran. Can Desert Encroachment be Stopped Ecological Bulletins, 1976, no. 24, pp. 115-120.
- Le Houerou H. N. Tunisia. Can Desert Encroachment be Stopped Ecological-Bulletins, 1976, no. 24, pp. 127-135.
- Le Houerou H. N., Lundholm B. Complementary activities of the improvement of the economy and the environment in marginal dryland In: Rapp A. et al. (ed). Can Desert Encroachment be Stopped. Ecol. Bu 24 NFR, Stockholm, 1976, pp. 217-229.
- Le Houerou H. N. The Nature and Causes of Desertification. I Cambridge meeting on desertification, pp., 9-24. Sudan's desert march on. IUCN Bulletin, 1976, no. 7 (3).
- Leach G. Energy Futures - Wide Open to Change and Chok Ambio. 1976, vol. 5, no. 3.
- Leistner O. A. The Kalahari: desert of the future Farm. South Africa, no. 11, 1964.
- Life to the desert. German Agency for Technical Co-operation (GTZ 1977).
- Mabbutt J. A. Desertification in Australia. Water Research Foundation of Australia. Rep. no. 54. Dec. 1978, p. 127.
- Mabbutt J. A. Review and Retrospect. In: The Threatened Dryland; Australia, 1980, pp. 1-14.
- Malhotra S. P. Human Aspects of Desertification and of Measure to Combat It in Arid Rajasthan. In: The Threatened Drylands. 1980 (pp. 73-79).
- Management of natural resources in Africa: traditional strategies and modern decisionmaking. The UNESCO Press, 1978, p. 81.
- Mankind getting just deserts. Journal of Geography, 1977, vol. 76 no. 7, pp. 30-33.
- Mann H. S., Malhotra S. P. Biotic Factors and Desertification in Arid Zone of Rajasthan. Problems in the Development and Conservation of Desert and Semi-desert Lands. Australia, 1976, pp. 161-162.
- Mann H. S. Desert Ecosystems and Its Improvement. ICAR, 1977 pp. 1-7.
- Mann H. S. Arid Zone in India - A Profile. Stuttgart Geogr Stud., 1979, pp. 93, 179-184.
- Map of the World distribution of arid regions. Explanatory note. The UNESCO Press, Paris, 1977, p. 54. With map.
- Martens H. E. The effect of tribal grazing patterns on the habitat in the Kalahari. - In: Botswana Notes and Records, Special Edition 1. 1971, pp. 242-247.
- Mallick W. G. Realistic planning for arid lands. Natural Resource Limitations to Agricultural Development, 1981.
- Mauritania. African Res. Bull. Econ. Finan. and Techn. Ser., 1974, vol 11, no. 12, pp. 3034-3036.

- McDonald A. Early American Soil Conservationists. Miscellaneous Publication no. 1449, Washington'D. C., USDA, 1941.
- Meckelein W. Desertification caused by land reclamation in deserts: the example of the New Valley, Egypt. - In: Problems in the Development and Conservation of Desert and Semidesert Lands. Australia, 1976, pp. 151-153.
- Meckelein W. Saharan oases in crisis. In: Desertification in Extremely Arid Environments. Stuttgarter Geographische Studien. Band 95, 1980, pp. 173-303.
- M e g g i l l M. J. Aboriginal food-gatherers of tropical Australia. (JICN, Rapport 9 Reunion Technique, Nairobi, 1963, R. T. 9/1/4, p. 9.
- M e i g P. World Distribution of Coastal Deserts. In: Coastal Deserts. Their Natural and Human Environments. The University of Arizona, 1973, pp. 3-12.
- Mendez R. Combating Desertification in the Sudano-Sahelian Region. UNEP Desertification Control, Dec. 1981, no. 5, pp. 2-8, 12.
- Mensching H., Ibrahim F. The Problem of Desertification in and Around Arid Lands. Applied Sciences and Development, 1977, vol. 10, pp. 7-44, FRG.
- Modest Technologies. Mosaic, vol. 8, no. 1, Jan/Feb. 1977, pp. 44-54.
- More water for arid lands. USA, 1974.
- Moumouni A. Prospects of solar power. Ambio, 1973, 2, pp. 203-213.
- M u h a m m a d K. A. Note on Afforestation of Shifting Sand Dunes Area in the Thar (Desert) Area of the Punjab ,The Pakistan Journal of Forestry, 1952, 2, pp. 276-279.
- Mulcahy M. J. Saltinizationin the south-west of Western Australia. Search, vol. 9, no. 7, 1978, pp.269-272.
- The Nation's Water Resources. The First Additional Assessment of the Water Resources Council, Washington. 1968.
- N e w b o l d C. Herbicides in aquatic systems. - Biol. Conserv., 1975, vol. 7, no. 2, pp. 97-118.
- Nicolas C. Turning deserts into green belts. International Construction, 1977, vol. 16, no. 8, pp. 13-14, 19.
- N i m e r E. Subsolio ao Piano de Acao Mundial para Combater a Desertificacio - Programa das Nacoes Unida para o meio ambiente (PNUMA). Rev. brasil, geogr. vol. 42, 1980, no. 3, pp. 612-637.
- Novikoff G. Traditional grazing practices and their adaptation to modern conditions in Tunisia and the Sahelian countries. In: Can desert encroachment be stopped. Ecological bulletins 24. 1976, pp. 55-69.
- Otterman J. Baring high-albedo soils by overgrazing: a hypothesized desertification mechanism. Science, 1974, v. 186.

Otterman J. Reply to Jackson and Idso - Science, 1975, v. 189.

Pabot H. Pasture Development and Range Improvement Through Botanical and Ecological Studies. Report to the Government Of Iran. FAO Report no. 231, Rome: FAO, 1967, pp. 129.

P a l l a s P. Les ressources en eau du Sahara septentrional. Nature Resources, 1972, v. 8, no. 3, pp. 10-18.

Peppelenbosch. P. G. Nomadism in the Arabian Peninsula Sedimentary Geology of Saudi Arabia. Washington D. C., 1966.

Philibbos E. R. and K i s h k M. A. A preliminary investigation the grain-size parameters of some Quarternary Sediments of the Nil Valley, Upper Egypt. Bull. Fac. Sc. Assuit University, 5 (3), 19;pp. 359-369.

P l o u t i t s k i N. Centralized Drainage Water Disposal is a Maj Action in Land Reclamation and Environmental Conservation. Report the First National Conference on Water Resources Engineering. In Baghdad, 1979.

P r a k a s h A. The Indian Arid Zone Strategies of Management. Con) rence on Alternative Strategies for Desert Development and Managernei USA, 1977, vol. IV.

P r e g o A. J. Utilizacion y conservacion del suelo en la Argentina. Institute de Investigacionec Agrícolas (Buenos Aires). Bulletin no. 11 pp. 1-48.

Proceedings of the 50th "Tropishe Landboundag" (Symposium (Tropical Agriculture), 1978, Amsterdam, Department of Agricultur Research. Royal Tropical Institute. 1979, pp. 1-10, 11-24, 35-43.

Psomopoulos P. Desertification and human settlements. EKISTIC: 1977, v. 43, no. 258.

Q u G e p i n g. Deserts in China and Their Prevention and Centre Mazingira, 1980, no. 2, vol. 4.

R a f a t j a h N. A. The impact of irrigation and drainage on tl control and eradication of malaria. 1970, p. 11.

R a p p A. A review of desertization in Africa. Water, vegetation an man. SIES Report no. I. Sweden, 1974, p. 77.

Rapp A. Sudan. In: Can desert encroachment be stopped. EcoSogic Bulletins. 1976, no. 24, pp. 155-165.

Rapp A. Desert encroachment in Africa, processes and exten UNEP-IFIAS Project planning workshop "Soil resources of the Earth, thei utilization and preservation", Samarkand, 1976, pp. 1-7.

Rapp A., Helden U. Research on environmental monitorin methods for land-use planning in African drylands. Rapporteroch Notise 42, Lund, 1979, p. 116.

R a v e h a n d h u r u S. P. Problems and Development of the India Desert. Transactions Indian Society Desert Technology and Universit Centre Desert Studies. 1978, 3, no. 1, pp. 45-56.

Review of PACD/UNEP. Desertification control, Nairobi, 1972, no. t

Ritter W. Did Arabian oases run dry. In: Desertification in Extremely Arid Environments. Stuttgarter Geographische Studien. 1980 Band 95, pp. 73-92.

Rognon P. Les oscillations du climat saharien depuis 40 ans, "Rev. Geogr. Phys. et géol. dyn.", 1976, v. 18, no. 2-3, pp. 147-156.

Saharan Dust: Mobilization. Transport, Deposition. Ed. by Ch. Morales SCOPE 14, 1979.

Sahel green belt transnational project. UN Conference on Desertification. A/Conf. 74/29. 1977.

Saines M. Dramatic decrease in subsidence in Santa Clara Valley California. Groundwater, 1971, v. 9, no. 4, p. 15.

Sail A. Quel aménagement pastoral pour le Sahel. Tiers monde 1978, 19, no. 73, 161-169.

Sand Dunes stabilization and Afforestation. Bulletin no. 33. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. Sept, 1973, pp. 1-32.

Saxena S. K. Desertification Due to Ecological Changes in the Vegetation of Indian Desert. Annals Arid Zone, 1977, 16, no. 3, pp. 367-373.

Schantz H. U. Agricultural Regions of Africa. Economic Geography. vol. 16-19, 1940-1943.

Schistosomiasis Control. WHO Technical Report Series no. 575, Geneva, 1973.

Schulze F. E., Ridder N. A. The rising water table in the West Nubaria of Egypt. Nature and Resources UNESCO, 1979, v. X, no. 1, pp. 12-18. r

Schneider S. H. On the carbon dioxide climate confusion.-J. Atmos. Sci. 1975, 32, pp. 2060-2066.

Schnell R. C. Biogenic ice nucleus removal by overgrazing: A factor in the Sahelian drought - Final report to Directors, Rockefeller Foundation, MS, NCAR, Boulder, Colorado, 1975.

Schwarz E. H. L. The Kalahari or Thirstland Redemption. Capetown: T. Maskew Miller, 1920, pp. 103.

Seidlitz P. Wo die Zukunft verbräutet wird. Spurbare Folgen des Raubbaus an den Urwäldern in Africa U-Techn. Umweltmag. 1977, no. 4, s. 42, 44.

Selfhelp wells FAO irrigation and Drainage paper. 30. Rome, 1977.

Seminaire sur l'énergie solaire pour les communautés rurales. The United Nations University, 1980.

Sen A. K., Mann H. S. Exploration, Utilization and Quality of Groundwater in Rajasthan. Problems in the Development and Conservation of Desert and Semi-desert Lands. Australia, 1976, pp. 93-98.

Sen-dou Chang. Chinese Perception and Transformation of Arid Lands Conference on Alternative Strategies for Desert Development and Management. USA, 1977, vol. 4.

- Shaidae G. Conservation, Rehabilitation and Improvement of Rangelands in Iran, Forestry and Range Organization, 1973, pp. 1-28.
- Shanda Zhy, Shu Liv. Desertification and Desertification Control in Northern China. UNEP. Desertification Control, 1981, no. 5, pp. 13-19.
- Shawki M. K. Forest protection and development. Sudan Silva, 1956, vol. 7, pp. 5-13.
- Sheridan D. The desert blooms - at a price. Environment 1981, vol. 23, no. 3, pp. 6-20, 38-41.
- Sheridan D. Desertification of the United States. Council on Environmental Quality. 1981, p. 142.
- Sheridan D. The underwatered West overdrawn at the well. Environment 1981, vol. 23, no. 2, p. 6-13, 30-33.
- Social and Environmental Aspects of Desertification. International Geographical Union - The United Nations University. Edited by J. A. Mabbutt and A. W. Wilson, UNU, 1980, p. 40,
- SOLAR- Transnational Project on Management of Livestock and Rangelands to Combat Desertification in the Sudano-Sahelian Regions. A/Conf. 72/26. UNCOD, 1977.
- Stebbing E. P. The creeping of the desert in the Sudan and elsewhere in Africa. Khartoum, 1953, p. 165.
- Stebbing E. P. The encroaching Sahara: the threat to the West Africap colonies. The Geographical Journal. 1937, vol. LXXXV, no. 6, pp. 516-519.
- Stebbing E. P. The Forests of West Africa and the Sahara, 1935,
- Stebbing E. P. The man-made desert in Africa. Journal Royal African Society, 1938, vol. 37.
- Stebbing E. P. The Threat of the Sahara journal Royal African Society, 1938, vol. 36.
- Steward G. History on Range Use. The Western Range. Senate Document no. 199. Washington D. C., 1936, pp. 119-133.
- Stoddard L. A., Smith A. D. Range Management. McGraw-Hill Book Co., 1955, no. 4.
- The Sudan experience in the Field of desert encroachment control and rehabilitation. UNCOD 1977, p. 27.
- Sudan proposal for grazing land development EMASAR PHASE 11 FAO, 1978, p. 41.
- The Syrian Experience as an Applicable Example for the Arabian Peninsula. Report UNEP Regional Office for West Asia. 1977, p. 37.
- Synthesis of case studies of desertification. UNCOD/A/Conf. 74/4 Nairobi, 1977.
- Szabolcs I. Review of Research on Salt-Affected Soils. Natura Resources Research XV UNESCO, 1979, p. 137.

Technology and Desertification. United Nations. Conference on desertification, 1977, A/Conf. 76/6.

Technology for Solar Energy Utilization. Development and Transfer Technology. Series no. 5, UN, New York 1978. pp. 1-155.

The role of the forester in land use planning in the Sahel. - In "Sahel: Ecological Approaches to Land Use. The UNESCO Press, Paris 1975, pp. 41-53.

The Sahel: Ecological approaches to land use. The UNESCO Press Paris, 1975, p. 99.

The Third Wave. US Department of the Interior. Washington D. C 1967.

Transnational green belt in North Africa (Morocco-Algeria-Tunisia Libya-Egypt). UN Conference on Desertification. A/Conf. 74/25 Nairobi 1977.

Transnational Project to Monitor Desertification Processes and Related Natural Resources in Arid and Semi-Arid Areas of South-West Asia. A/Conf. 74/28. UN Conference on Desertification, Nairobi, Kenya 1977.

Trends in research and in the application of science and technology for arid zone development. The UNESCO Press, Paris. 1979. pp. 53.

The United Arab Emirates' experience in combating desertification UNCOD, 1977, p. 17.

UN/FAO: The ecological management of arid and semi-arid range lands in Africa and the Near East: an international programme. FAO Publication AGPC: MISC/26, 27-31 May, 1974. p. 3.

U. S. Senate Subcommittee on western water development of the Committee on public works. Western Water Development, 1964.

Wakid A., Murriey H. Cultivable areas in the desert. Cairo 1953, 351 p. (in Arabic).

Warren A. Landscapes in despair. Geographical Magazine, 1977 vol. 49, no. 10, pp. 631-633.

Warren J. F. The scalds of western N. S. W. a form of water erosion Australian Geographer, 1975, no. 8.

Warwick C. C. Historical background and philosophical basis of regional water transfer. In: Arid lands in perspective. AAS, 1969, pp. 340-352.

Westing A. H. Warfare in a fragile world: Military Impact on the Human Environment, SIPRI, 1980.

Willens A. F. Meadley J. T. Desertification - A Large-Scale Problem: Small-Scale Solution. Manuscript. Thame, Oxon, England, 1977pp. 1-7.

Williams O. B., Snijendorp H. W., Wilcox D. G. Gascoyne Basin (case study on desertification). Government of Australia, Canberra

Wilson A. W. Desertification and Oasisification: a review of the Sonoran Desert of Arizona. In: Problems in the Development and Conservation of Desert and Semi-Desert Lands. Australia, 1976, pp. 171-174.

Wilson A. W. The Sonoran Desert: the impact of urbanization. In: Problems in the development and conservation of desert and conservation. of desert and semi-desert lands. Australia, 1976, pp. 181-186.

Winstanley D. The drought that won't so away New Science-1978., vol. 80., no. 1125, pp. 161-167.

Wollman A. The metabolism of cities. Scientific American 1965 v. 213, no. 3.

Worthington E. B. Science in Africa. 1938.

World armaments and disarmament, SIPRI Yearbook 1979 (London Taylor and Francis, 1979).

Young M. D. Influencing land use in pastoral Australia Journal-Arid Environment. 1979, vol. 2, no. 3, pp. 279-288.

Zhao Songqiao. Desertification and De-Desertification in China. In: The Threatened Drylands., 1980, pp. 81-87.

Zikri B. S., El-Sawaby M. S. Salinity problems and land reclamation in the Arab Republic of Egypt, irrigation and Agriculture Development Inst". Expert Consult. Baghdad, 1979, Oxford, 1980, pp. 327-333..

Zumer-Linder M. Botswana. In: "Can Desert Encroachment Be Stopped" Ecol. Bull. no. 24, Stockholm 1976, pp. 171-186.

TABLE OF CONTENTS. Preface ... 5\\Introduction ... 7\\Chapter 1. Arid Lands- Hot-beds of Desertification . 10 Chapter 2. Natural and Man-Made Factors of Desertification ... 35\\Chapter 3. World Geography of Desertification - . 61 \\Desertification in African countries ...64\\Egypt ... 72\\Tunisia ...75\\Sudano-Sahelian Zone ... 80\\Sudan ... 98\\Botswana ... 106\\Nigeria ...110\\Desertification in Asian countries ...114\\China ... 117\\Afghanistan ... 121\\Iran...122\\Iraq ... 124\\India ... 127\\Pakistan ... 133\\Jordan ... 136\\Countries of the Arabian Peninsula ...137 \\Desertification in Australia ...142\\Desertification in North America ... 152 USA ... 153\\Desertification in the Countries of South and Central America ... 169\\South America ... 169 \\Brazil ... 172\\Argentina ..." 172\\Peru ... ' 173\\Chile ... 174 Columbia ... 175 \\Venezuela ... 175\\Chapter 4. Plan of Action to Combat Desertification-Programme for Desert Future ...176 \\Chapter 5. Modern Technology of Combating Desertification ... 202\\

ВМО - Всемирная метеорологическая организация

ВОЗ - Всемирная организация здравоохранения

ВПИА - Всемирная программа исследований атмосферы

ВСП - Всемирный совет по продовольствию

ИПАЛ - Программа влияния деятельности человека на пастбищные земли в аридных и семиаридных районах

ИФИАС - Международная Федерация институтов передовых исследований

КИЛСС - Постоянный межправительственный комитет по борьбе с засухой в Сахеле

КОВАР - Комитет по исследованиям водных ресурсов Международного совета научных

союзов

МАБ - Программа "Человек и биосфера"

МАВР - Международная ассоциация по водным ресурсам

МБП - Международная биологическая программа

МБРР - Международный банк реконструкции и развития

МАГАТЭ - Международное агентство по атомной энергии

МГС - Международный географический союз

МКИД - Международная комиссия по ирригации и дренажу

МОП - Международное общество почвоведов

МСИА - Международный совет по исследованиям в области агролесоводства

МСНС - Международный совет научных союзов

МСОП - Международный союз по охране природы и природных ресурсов

ОАЕ - Организация Африканского Единства

ООН - Организация Объединенных Наций

ОЭСР - Организация экономического сотрудничества и развития

ПРООН - Программа развития Организации Объединенных Наций

СКОПЕ - Научный комитет Международного совета научных союзов по проблемам окружающей среды

СОЛАР - Межнациональный проект по организации животноводства и пастбищного хозяйства Судано-Сахельских районов

ФАО - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН

ЭКА - Экономическая комиссия ООН для Африки

ЭКЗА - Экономическая комиссия ООН для Западной Азии

ЭКЛА - Экономическая комиссия ООН для Латинской Америки

ЭКОСОС - Экономический и Социальный совет ООН

ЭМАСАР - Программа по управлению экологией пастбищ в аридной и семиаридной зоне

ЭСКАТО - Экономическая и социальная комиссия ООН для Азии и Тихого океана

ЮНЕП - Программа ООН по окружающей среде

ЮНЕСКО - Организация Объединенных Наций по вопросам просвещения, науки и культуры

ЮНИДО - Организация Объединенных Наций по промышленному развитию

ЮНИТАР - Научно-исследовательский и учебный институт ООН

ЮНДРО - Бюро координатора ООН по оказанию помощи пострадавшим от стихийных бедствий

ЮНКТАД - Конференция ООН по торговле и развитию

ЮНСО - Бюро ООН по вопросам Сахеля

ЮНФПА - Фонд ООН для деятельности в области народонаселения

ЮНИСЕФ - Фонд помощи детям при ООН