

УДК 631.445.6(612)

**ОПУСТЫНИВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ
ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ ЗОНЕ
ЛИВИЙСКОЙ ДЖАМАХИРИИ**

**Л. Л. ШИШОВ, И. М. ЯШИН, А. Д. КАШАНСКИЙ, М. П. КАПШУК,
А. М. ХОЛМЕЦКИЙ**

(Кафедра почвоведения)

Обобщаются результаты трехлетних экспедиционных исследований особенностей почвообразования и процессов опустынивания в основных сельскохозяйственных зонах Ливии. Показана уникальная почвенно-геохимическая роль кор и коровых горизонтов почв в аридных ландшафтах средиземноморской зоны Ливии. Полученные данные позволяют расширить существующее представление о генезисе почв, химизме процессов почвообразования и трансформации почвенного покрова под влиянием усиливающейся антропогенной нагрузки и экзогенных факторов.

Антропогенные экосистемы на территории Ливии тысячелетиями испытывали нерегулируемую и все больше усиливающуюся нагрузку, которая возрастала в связи с общей аридизацией суши [24]. Положение почти не изменилось и в XX веке. В стране долгое время не осуществлялись целенаправленные почвенные и экологические исследования, исключение составил ряд маршрутных и региональных наблюдений [23, 25], что затрудняло рациональное использование природных ресурсов, в частности почв, растительности, вод и т. д.

С помощью советских специалистов в 1977—1980 гг. были проведены крупномасштабные почвенно-экологические обследования основных хозяйственных объектов страны: Триполитании, Сиртики (вблизи залива Сирта) и Киренаики (Бенгазийский массив). В результате дана классификация почв, в которой учтены традиции и подходы отечественного почвоведения, установлены основные особенности почвенной географии, уточнены некоторые процессы почвообразования и подготовлены рекомендации по оптимальному использованию земельных ресурсов [15—20]. В то же время оказались недостаточно изученными вопросы опустынивания ландшафтов и прежде всего средиземноморской зоны — основного сельскохозяйственного объекта Ливии.

Актуальность и важность исследования опустынивания не вызывают сомнения, поскольку с ним связаны прогрессирующее и нередко необратимое разрушение почв, активизация процессов деградации растительного и животного мира, водных ресурсов в аридных областях Земли и, как следствие, уменьшение производства продуктов питания и сельскохозяйственного сырья, ухудшение социально-экономического положения населения, неустойчивость экономики. Поэтому опустынивание является не только биогеохимической, но и насущной народнохозяйственной проблемой [11].

Опустынивание — комплексный, стадийный процесс, поэтому его изучение требует участия географов, геохимиков, ботаников, метеорологов, земледелов, антропологов и почвоведов. В связи с этим почвенно-экологическая информация рассматривается нами как необходимая составная часть мониторинга при исследовании опустынивания средиземноморской зоны Ливии. Естественно, что разные специалисты неоднозначно трактуют термин «опустынивание» (дезертификация* дезертизация). Так, В. А. Ковда считает, что «...опустынивание — это процесс резкого уменьшения продуктивности семиаридных и субгумидных ландшафтов до уровня продуктивности пустынь» [4, с. 12]. Б. Г. Розанов диагностирует опустынивание как «...распространение или интенсификацию пустынной экологической ситуации, т. е. процесс, при котором продуктивность полузасушливых или полувлажных территорий сни-

жается до уровня, характерного для пустынь, под воздействием природных факторов и (или) деятельности человека» [11, с. 6]. По мнению сотрудников Института пустынь АН ТССР, «...опустынивание — процесс, ведущий к сокращению биологической продуктивности экосистем, что, в свою очередь, вызывает сокращение запасов кормов на пастбищах, уменьшение урожая сельскохозяйственных культур и ухудшение условий жизни людей» [14, с. 4]. А. П. Лавров [5] отрицает развитие опустынивания на культурных орошаемых почвах в экстрааридных условиях, если человек не покидает эти районы. Н. Г. Харин и Г. С. Каленов [13] исследовали специфику антропогенного опустынивания в современной дельте Аму-Дарьи, в зоне первой очереди Каракумского канала и других регионах. Авторы отмечают, что одним из видов антропогенного опустынивания является нерегулируемый характер отгонного животноводства. А. Рапп [31], как и другие шведские экологи, придерживается термина «дезертизация», определяя его как «проникновение условий пустынь в аридные и семиаридные районы». Леуэру [по 26] считает термины «дезертификация» и «дезертизация» равнозначными. Первый означает деградацию растительного и почвенного покрова в пределах любых природных зон, последний — расширение площади типичных пустынных ландшафтов в пределах аридных зон Земли. Авторы проекта SOLAR [29], как и Леуэр, близки в трактовке терминов «дезертификация» и «дезертизация».

Нам представляется удачным термин «опустынивание». По нашему мнению, опустынивание — это сложный стадийный процесс изменения биологической продуктивности и состава растительности, коренной и необратимой трансформации почвенного покрова — резкого ослабления «связей» в структурной организации почв (на разных уровнях), изменения направленности и интенсивности зональных процессов почвообразования, существенного ухудшения уровня почвенного плодородия (а также и других природных ресурсов) и, как следствие, превращения экосистемы в пустыню под влиянием климата, нерационального антропогенного воздействия или их сочетания в любой биоклиматической зоне Земли.

В Ливии деградация почвенного и растительного покрова, водных ресурсов и других составляющих биосферы, проявляющаяся в виде очагового опустынивания, связана с нерациональным размещением водопойных колодцев, нерегулируемой заготовкой топлива, строительством дорожно-транспортной сети и промышленных объектов без последующей рекультивации, проведением геологоразведочных работ, разработкой полезных ископаемых, добычей нефти и строительных материалов (камень, щебень, песок), сооружением промышленных объектов, ирригационной сети, строительством населенных пунктов и т. д.

Пока еще не сложилось полное научное представление об опустынивании различных зон Земли — направленности, скорости, необратимости и формах его проявления. Указанные вопросы находятся на стадии всестороннего изучения и анализа [1, 4, 8, 11—13, 27]. В то же время достаточно достоверно установлены масштабы рассматриваемого природно-антропогенного явления, затрагивающего территории более 100 стран мира. При этом примерно 1/3 почв земного шара находится под угрозой опустынивания. В Африке опустынивание диагностировано на площади, превышающей 18 млн. км². Только за последние 50 лет в районах, граничащих с южной Сахарой, образовалось более 650 тыс. км² опустыненных ландшафтов [11, 12]. Опустынивание суши распространяется со скоростью около 25 км² в год [4].

В средиземноморской зоне Ливийской Джамахирии опустынивание проявляется с разными скоростью и направленностью. Имеющийся почвенно-экологический материал по основным земельным и пастбищным районам страны (Триполитанская зона, Центральный пастбищный массив вблизи залива Сирт и Бенгазийская зона — Киренаика — к северо-востоку от Центрального массива) позволяет заключить, что ландшафты данных территорий отличаются самобытностью биокли-

матических, растительных, почвенно-экологических и водных ресурсов. Они испытывают, например, различную по характеру, специфике и длительности воздействия антропогенную нагрузку, поэтому податливость, степень развития и характер процессов опустынивания в рассматриваемых объектах существенно различаются.

Остановимся более подробно на анализе природных условий объекта исследований. Средиземноморская зона Ливии с севера ограничена побережьем Средиземного моря, а с юга — пустыней Сахара, что в определенной мере и обуславливает своеобразие аридизации территории и специфику современному почвообразованию. Прилегающим к Сахаре пространствам грозит опасность опустынивания. Здесь велико влияние естественных факторов и физических процессов: высокая аридность, разреженность растительного покрова, сильная интенсивность дефляции, наличие значительных массивов обнаженных каменистых и скалистых поверхностей и т. д. С точки зрения экологии — это наиболее уязвимые для опустынивания зоны страны. В то же время интенсивно и рационально используемые в Ливии земли ряда оазисов вряд ли целесообразно относить к районам современного опустынивания.

Одной из причин аридизации климата средиземноморских ландшафтов, прилегающих к экстрааридной тропической пустыне Сахара (где испаряемость превышает 5200 мм в год), является их высокое альbedo [4, 8, 21], поэтому атмосфера над указанными пространствами охлаждена. Разогретая поверхность почв, камней и скал способствует усилению нисходящих потоков воздуха и увеличению его сухости. Образно говоря, засуха приводит к еще большей засухе. В этом отношении характерна территория г. Аль-Азизи, где температура воздуха летом часто достигает 65,2 °С.

Атмосферные осадки выпадают крайне неравномерно в отдельные годы в разные сезоны и в пространстве, поэтому количество влаги в тех или иных пунктах заметно колеблется (рис. 1). Так, по данным метеорологических станций, расположенных на территории нагорья Джебель аль-Ахдар (Абьяр — на юго-востоке и Такнис — на южном макросклоне нагорья), количество атмосферных осадков в Такнисе уменьшилось с 301 (1928—1940 гг.) до 255 мм (1956—1976 гг.), в Абьяре — с 289 (1925—1940 гг.) до 239 мм (1959—1978 гг.).

По литературным сведениям о климате Ливии, при увеличении абсолютной высоты на плато Джебель аль-Нефус среднегодовая температура воздуха снижается, а количество осадков увеличивается. Орографический градиент температуры равен 2,4 °С, осадков — 99 мм (метеорологические станции Хомса и Гарьяна). При увеличении абсолютной высоты на плато Джебель аль-Ахдар орографический градиент температуры составляет 3,8 °С, а осадков — 345,1 мм (метеорологические станции Бенгази и Шахата) [15, 16].

Следствием многообразия факторов, формирующих климат указанных выше объектов, является четкая дифференциация типов биоклима-



Рис. 1. Среднегодовое (1919—1978 гг.) температура воздуха и количество атмосферных осадков в отдельных пунктах средиземноморской зоны Ливии.

Географические пункты (метеостанции): 1 — Триполи (приморская равнина); 2 — Хомс (остановочная равнина); 3 — Аль-Азизия (приморская низменность); 4 — Гарьян (нагорье Джебель аль-Нефус); 5 — Бенгази (нагорье Джебель аль-Ахдар); 6 — Мардж (нагорье Джебель аль-Ахдар); 7 — Сирт (центральный пастбищный массив); 8 — Мизда (центральный массив).

¹ Как отмечает Е. М. Лавренко [по 9], в ботанико-географическом отношении Сахара диагностируется как Сахаро-Гобийская гиперксерофитная пустынная область.

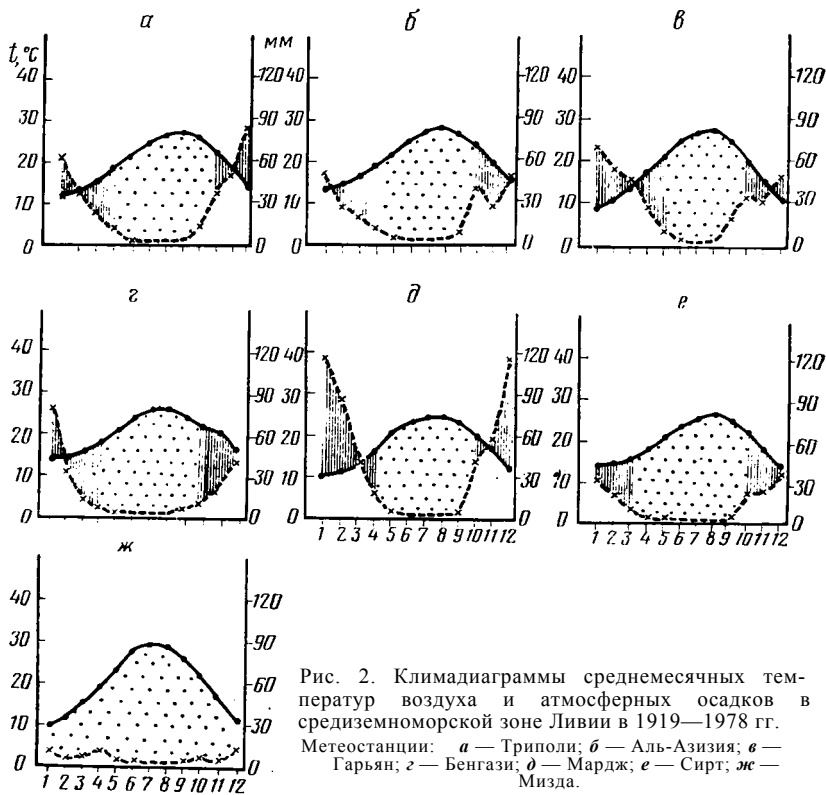


Рис. 2. Климатодиаграммы среднемесячных температур воздуха и атмосферных осадков в средиземноморской зоне Ливии в 1919—1978 гг. Метеостанции: а — Триполи; б — Аль-Азизия; в — Гарьян; з — Бенгази; д — Мардж; е — Сирт; ж — Мизда.

та как в широтном, так и в меридиональном направлении (рис. 2, а, в, з, е, ж). В Триполитании, например, были выделены три типа средиземноморского субтропического климата: 1) семиаридный (нагорье и прибрежная зоны), количество осадков — более 300 мм, среднегодовая температура — 18—19,5 °С, коэффициент аридности по Мортону — 10—15; 2) аридный (останцовая равнина, населенный пункт Хомс, Аль-Азизия), количество осадков — 200—300 мм, среднегодовая температура — 20,5 °С, коэффициент аридности — до 10; 3) экстрааридный (или сахарский)—типичен для южной и юго-восточной части нагорья Джебель аль-Нефус, количество осадков — 50—150 мм, среднегодовая температура — 20,5 °С. Пастбищный (Центральный) массив — Сиртика — отнесен к экстрааридному типу климата (рис. 1 и 2), поскольку эта территория приурочена к краевой части Ливийской пустыни; Киренаика — (Бенгази, Мардж) — к субгумидному, семиаридному и аридному [15].

Для северной Ливии характерен весьма активный ветровой режим. Около 200 дней в году дуют ветры, скорость которых превышает 3 м/с. Характерны сухие, горячие ветры, дующие из Сахары («гибли») и несущие большое количество пыли. В связи с этим здесь протекают интенсивные дефляционные процессы [9, 13, 16].

Разнообразие биоклиматических условий в рассматриваемых объектах средиземноморской зоны Ливии в значительной мере и определяет специфику образования почв, географию, генезис и их плодородие, а также разную податливость экосистем к опустыниванию.

Субгумидный климат плато Джебель аль-Ахдар обуславливает специфику структуры почвенного покрова Киренаики — формирование и организацию в пространстве таких своеобразных почв, как феррсиаллитные, темные слитые, рендзины, коричневые сиаллитные, которые в достаточной мере обеспечены влагой. Общие закономерности широтной и вертикальной зональности почв Киренаики определяются прежде всего характером биоклимата и орографией местности. В данной природной обстановке процесс естественного опустынивания затрагивают

не только ландшафты южного макросклона Джебель аль-Ахдара, но и другие пространства.

С особенностями климата Триполитании связано формирование аридного типа почвообразования с широким распространением зональных красновато-бурых аридных почв, главным образом легкого механического состава. Варьирование климатических показателей здесь также находит отражение в широтной смене почв, своеобразии их комбинации и инверсии, проявляющихся в сопряженных элементах рельефа равнины Джеффара и нагорья Джебель аль-Нефуса. При этом наряду с увеличением аридности климата в нагорьях Джебель аль-Нефус и Джебель аль-Ахдар происходит нелинейная смена почв и растительных ассоциаций (в виде выступов, «затеков»), которая связана с элементами и формами рельефа. Поэтому границы широтной смены зональных типов почв на крупномасштабных почвенных картах имеют фестончатый вид. Указанное явление «миграции» и взаимопроникновение почвенных зон, на наш взгляд, могут рассматриваться как следствие активизации опустынивания.

Большое разнообразие форм рельефа, пестрота залегания почвообразующих пород, неоднородность характера процессов выветривания и почвообразования на фоне разных типов биоклимата средиземноморской зоны Ливии определяют зонально провинциальную дифференциацию почвенного покрова в пределах основных морфоструктур рельефа, сильную его комплексность, полигенетичность. В результате дефляции активизируются перенос и переотложение значительных масс пыли и песка из одних ландшафтов в другие. Поэтому почвенные профили, в частности в Триполитании, отличаются легким механическим составом, часто слабо- или совсем не дифференцированы на генетические горизонты; подобная трансформация почв затрудняет их полевую диагностику.

Взаимосвязь рельефа с почвенным покровом наблюдалась на различных таксономических уровнях — от макроформ рельефа до типов почв, от микрорельефа до родов и видов почв. Установлено, в частности, что крупные формы рельефа, обуславливающие абсолютные отметки местности, ориентировку основных орографических пространств и их экспозицию, определяют положение почвенных географических зон Ливии. В Киренаике (Бенгазийский массив), например, проявляется четкая зональность почвенного покрова: на северном макросклоне нагорья Джебель аль-Ахдара формируются и распространены красные феррсиаллитные почвы, которые при движении к югу сменяются коричневыми сиаллитными и локально-темными слитыми (они занимают наибольшие высоты регионального водораздела нагорья); последние уступают место красновато-бурым аридным, а на южной окраине объекта господствуют бурые аридные полупустынные (субтропические) почвы, наиболее податливые антропогенному опустыниванию. Неоднородность рельефа и пород внутри крупных морфоструктур, а также масштаб почвенно-экологического картографирования не позволяют выявить частные закономерности пространственной организации почв и особенности их взаимосвязи в почвенных структурах. Для этого необходима детальная (М 1:500—1:2000) почвенная съемка отдельных (характерных) ландшафтов. Тем не менее исследования позволили обнаружить определенную взаимосвязь между типами рельефа и структурами почвенного покрова — комбинациями зональных типов, подтипов и т. д. почв с непочвенными образованиями.

Выявлена адекватность типов рельефа (с высокой динамикой развития геоморфологических процессов) своеобразным непочвенным образованиям: на пляжах и береговых дюнах развиты приморские пески; на останцовой равнине, в нагорьях (в пределах аккумулятивных равнин) формируются континентальные пески. В русловых фациях аллювия, пролювиальных шлейфах, осыпных конусах выноса нагорья залегают груботекстурные каменные образования, а в районе эскарпа,

клифа и расчлененных плато широко распространены скальные обнажения.

Взаимосвязь в пространстве почв и непочвенных образований — одна из характерных особенностей почвенного покрова северной Ливии. На наш взгляд, исходя из соотношения указанных компонентов в почвенной комбинации, приуроченной к конкретному мезорельефу, можно уточнить интенсивность опустынивания конкретного ландшафта.

В натуральных исследованиях была также отмечена характерная роль мезорельефа в перераспределении мелкозема в системе: водораздел — склон — понижение, способствующая локализации на склонах разной крутизны и экспозиции интразональных почв — литосолой а в понижениях — зональных аналогов с мощным, но в разной степени дифференцированным профилем. По мере возрастания эрозионно-денудационной расчлененности рельефа от плоской приморской равнины к глубоко расчлененному нагорью заметно возрастают степень эродированности почв, их каменистость и скелетность.

Благодаря опустыниванию на выровненных пространствах гамад и сериров северной Ливии господствует дефляция; вынос мелкозема и песка предопределяет развитие литосолой даже на равнинах.

Влияние литогенного фактора на почвообразование в условиях Ливии можно проследить на эоловых отложениях равнины Джеффара. Формирующиеся, например в Триполитании, на рассматриваемых породах зональные красновато-бурые аридные почвы унаследуют их механический состав, водно-физические и химические свойства. На начальном этапе почвообразования профиль таких почв нередко не дифференцирован на генетические горизонты, почва отличается высокой фильтрацией, повышенной порозностью аэрации, малыми запасами продуктивной влаги и крайне низким эффективным плодородием. В то же время эти почвы, как правило, не засолены и характеризуются высокой степенью конденсации парообразной влаги на глубине 60—80 см [8]. По мере усиления процессов выветривания и почвообразования влияние исходного состава породы на почву ослабевает.

В связи с изложенным выше на территории Триполитании и центральной зоны Ливии распространены песчаные и супесчаные разновидности, а в Киренаике — преимущественно суглинистые и глинистые почвы, что важно учитывать при оценке опустынивания. При прочих равных условиях в процессе опустынивания в более худшем положении оказываются экосистемы, сформированные на суглинистых и глинистых почвах, несмотря на то, что эти разновидности более устойчивы к эрозии, чем пески, супеси. В последних даже при длительных засухах на глубине около полуметра обнаруживается влажный песок; суглинистые почвы, обладая хорошей капиллярностью, весьма интенсивно теряют влагу, активно засоляются и сильно уплотняются. Поэтому растительность на них при засухе, как правило, быстро погибает, а эти почвы трансформируются в такыроподобные образования — один из компонентов пустынных ландшафтов [8, 14].

Экосистемы Триполитании неоднозначны по устойчивости и податливости к опустыниванию. Наиболее стабильны к климатической деградации ландшафты южного макросклона нагорья Джебель аль-Нефуса, которые приспособились к экстрааридному климату в результате длительного развития. При рациональном природопользовании (rangeland use) указанные экосистемы могут функционировать еще длительное время не разрушаясь. На равнине Джеффара отмечено локальное (пятнистое) возникновение отдельных очагов опустынивания, связанное с сильным засолением почв, деградацией растительности, педогенным корообразованием, дефляцией и плоскостной эрозией. Более глубокому опустыниванию Джеффары препятствуют близость Средиземного моря, легкий механический состав пород и почв, а также процессы ветровой эрозии, способствующие заносу мелкоземом опустыненных (солончаковых, коровых и каменистых) очагов ландшафта и их экранизации. Исследования показали, что пески можно закреплять и осваивать более

успешно [1, 4, 10], чем участки солончаков, каменные или глинистые пространства пустынь.

В этой связи следует констатировать, что наиболее целесообразно вкладывать средства в систематическое и всестороннее изучение и охрану окружающей среды (почв, растительности, природных вод и других компонентов биосферы), нежели необратимо терять ценные земельные угодья и затем растрачивать огромные капиталовложения на рекультивацию и мелиорацию почв, ставших бесплодными или малопродуктивными из-за нерационального или неправильного природопользования [3, 4].

Сочетание комплекса современных и реликтовых условий среды Ливии способствовало развитию в ландшафте и почвах плитообразных солевых кор² (панцырей) переменного химического состава, неоднородного сложения и различной пространственной выраженности; оно также определило красноцветность почв, отсутствие или очень слабое проявление солонцеватости (главным образом в почвах Киренаики) на фоне усиливающейся аридизации суши.

Анализ литературных данных показал, что региональные и маршрутные исследования в странах Средиземноморского бассейна, Ближнего Востока без комплексных почвенно-экологических изысканий не позволили раскрыть функциональное значение кор в ландшафтах, поэтому ряд особенностей почвообразования и характер структуры почвенного покрова пока освещены неполно [17].

Коры являются не только современными педогенными типоморфными образованиями, но и реликтом прошлых эпох [9, 15, 17].

В условиях Севера Ливии и, очевидно, в ландшафтах многих стран Средиземноморского бассейна корообразование может рассматриваться как один из характерных почвенно-геохимических процессов и важных эдафических факторов при оценке качества почвенного покрова. Его своеобразие свидетельствует о вековом (по длительности) и дискретном (по пространственному проявлению) циклах движения водорастворимых соединений (солевых масс) от зон их образования (нагорья, увалы, холмы и т. д.) к бессточным континентальным морским бассейнам. Следовательно, в результате общерегионального процесса карбонатизации почв и грунтов продукты выветривания и почвообразования лишь частично отчуждаются из биосферы и захороняются в морских и океанических бассейнах; значительная их масса удерживается почвами и химическими соединениями кор. Таким образом, коры в средиземноморских ландшафтах являются мощным геохимическим барьером на пути миграции водорастворимых солей. Изучение состава и свойств кор и коровых горизонтов почв позволяет глубже понять процессы пространственно-временной трансформации почвенного покрова, раскрыть особенности циклов почвообразования, эрозии, ряда экзогенных явлений в конкретной орографической ситуации. С формированием и развитием кор тесно связаны эрозия и образование пространственных почвенных структур. Массивы кор бронируют толщи мелкозема, залегающие под ними, что приводит к резкому уменьшению масштабов и зон распространения эрозии. В этом проявляется определенная ресурсосберегающая функция кор. Коры динамичны в своем развитии. Мы наблюдали в натуральных условиях Триполитании «рост» коры за счет осадкообразования продуктов выветривания на ее поверхности при плоскостной эрозии; «омоложение» состава кор (нижних их слоев), особенно в придолинных участках вади, вероятно, происходит при временном боковом внутрпочвенном потоке воды и солей. В зональных типах почв (красновато-бурых аридных, коричневых сиаллитных, солончаках гидроморфных) формирование коровых прослоек и горизонтов тесно сопряжено с циклами перераспределения солей по элементам

² Термин «кора» не идентичен понятию «кора выветривания». Кора выветривания, как известно, — это поверхностная часть литосферы, минералогический состав которой, физические и физико-химические свойства существенно изменены вследствие процессов субэразального выветривания [17]

рельефа и периодическим образованием минерализованных грунтовых вод. Результаты сравнительного анализа данных о валовом составе кор и коровых горизонтов почв свидетельствуют об их генетической близости и доминировании среди химических соединений оксида кальция. В почвах коровые горизонты обогащаются SiO_2 , а также полуторными окислами, т. е. продуктами почвообразования [17]. Проявления корообразования учитывались при классификации и диагностике почв Ливии [15].

Периодичность, низкая интенсивность и небольшая емкость биохимических почвенных процессов, бедный видовой состав растительных сообществ, незначительная масса растительного опада и локализация растительности в пространстве, преобладание минерализации органических веществ над гумификацией обуславливают очень медленное гумусообразование, низкий уровень гумусированности почв. Процессы почвообразования протекают преимущественно в условиях высокой насыщенности карбонатами, при наличии того или иного количества и пульсации водорастворимых солей, контрастном гидротермическом режиме (резком преобладании испаряемости над поступлением осадков, высокой годовой температуре и ярко выраженной ксеротермической фазе). Указанные почвы характеризуются буферностью в нейтральной или щелочной среде, азот минерализуется быстрее, фосфор, железо и марганец менее доступны растениям, чем в почвах с кислой реакцией среды [17—20]. В вегетативных органах диких и культурных растений (особенно из семейств крестоцветных и реже бобовых), которые произрастают на почвах Средиземноморья, можно обнаружить значительное количество солевых и ионных форм кальция, а также калия [6, 25].

Помимо корообразования, специфичной географической чертой изучаемого объекта северной Африки является красноцветность почв, а нередко и почвообразующих пород. На наш взгляд, красный цвет зональных почвенных горизонтов — это не только результат проявления рубефикации в современный период (чему весьма благоприятствует средиземноморский климат), но и следствие влияния прошлых фаз почвообразования (не исключается их полицикличность и древность). Отмечается определенная корреляция между количеством щелочноземельных оснований и характером трансформации форм железа [19, 20]. Чем больше потери карбонатов во влажный период года и чем глубже протекает процесс образования оксидов железа (окристаллизованных форм), тем интенсивнее красный цвет средиземноморских почв. Однако разнообразие условий рубефикации в разных ландшафтах и типах почв Ливии обуславливает неодинаковую направленность и скорость превращения соединений железа. Поэтому диагностика почв, в которых заметно преобладают оксиды железа, представляет собой весьма сложный процесс. Например, в Киренаике был выделен тип красных феррсиаллитных почв [20]. С особенностями почвообразования в этом регионе связано формирование целого ряда почв, относящихся к данному типу (типичных, конкреционных, коровых, гидратированных, гидроморфных и укороченного профиля), причем родовые отличия проявлялись в неодинаковой степени насыщенности основаниями (и реакции среды), засоленности, резком обеднении профиля карбонатами и ряде других. Свообразием особенно выделялись подтипы гидроморфных карбонатных солонцевато-засоленных феррсиаллитных почв тяжелого механического состава. Очевидно, процесс феррсиаллитизации, типичный для наиболее влажных районов Средиземноморья, протекает в несколько стадий, сопряженных с влажной и прохладной зимой и жарким, очень сухим летом. Выщелачивание карбонатов атмосферными осадками — первый и непреходящий этап феррсиаллитизации (в полевых условиях отмечаются профили почв, резко дифференцируемые по содержанию карбонатов). В почвенной среде, все же насыщенной катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , подвижность полутораокисей и кремнезема незначительная, и эти соединения участвуют в основном в новообразовании глин. Железо в окислительных условиях, при длительном периоде дегидратации и

высоких температурах переходит преимущественно в оксидные соединения, которые в виде пленок покрывают новообразованные глины, придавая им устойчивость и красный цвет. Однако скорость неосинтеза глин, их устойчивость, возможность миграции во влажный период железокремниевых золь и глинистых частиц в рассматриваемом почвообразовательном процессе еще не изучены. Не установлено также влияние аккумуляции солей на характер и степень осолонцовывания данных почв. Выяснение этих и некоторых других вопросов позволит разграничить продукты почвообразования в современных условиях и реликты прошлых эпох, а также определить ситуации при их наложении в условиях усиливающейся аридизации.

Характерно, что большинство прогнозов засух до 2000 г. неблагоприятно. Ожидается период общего уменьшения количества осадков на всем континенте [4, 12, 16]. В этой связи государства аридных зон Земли, как отмечалось на сессии ЮНЕП [12], должны мобилизовать усилия на создание резервов кормов, продовольствия, растительного сырья и осуществление мер по накоплению и сохранению в почве влаги, рациональному использованию воды и растительного покрова. Однако решение указанных проблем чрезвычайно сложно. По-видимому, основной вопрос сейчас состоит не только в изучении опустынивания как явления, но и главным образом в применении имеющихся знаний в конкретных экологических и социально-экономических ситуациях, не следует упускать из вида и другие первоочередные проблемы многих стран Африки, Ближнего Востока и т. д., освободившихся от колониализма (обеспеченность продовольствием, жильем, энергией, социальный прогресс и т. д.). В этой связи высказывание Б. Г. Розанова освещает и решение социально-философского аспекта проблемы «...для многих стран мира, особенно для развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки, борьба с опустыниванием — это программа социально-экономического развития в целом на базе современной научно-технической и социальной революции» [11, с. 7].

Наиболее экстрааридные условия развития экосистем наблюдаются на южных макросклонах нагорий Джебель аль-Нефус (Триполитания) и Джебель аль-Ахдар (Киренаика), а также в Центральной зоне (Сиртика) Ливийской Джамахирии. Каждый из этих регионов своеобразен и неповторим. В то же время протекающий здесь буроземно-полупустынный субтропический процесс почвообразования имеет ряд общих особенностей: сильная заторможенность гумусонакопления, слабое вторичное глинообразование (сиаллитизация) средней части почвенного профиля, рубефикация и карбонатизация мелкозема, частичное соленакопление. Осолонцевание нетипично, хотя и отмечается в некоторых районах близ Сахары на глинистых и тяжелосуглинистых почвах. Аккумуляция солей обусловлена не только залеганием этих почв на засоленных породах, но и их поступлением биологическим путем, а также за счет эолового привноса. Во влажный сезон от солей частично освобождается верхняя часть почвенного профиля.

В профиле рассматриваемых почв отсутствует корка, в них содержится значительное количество карбонатов в форме конкреций и псевдомицелия, при этом водорастворимые соли в большинстве случаев сосредоточены глубже 120—150 см. В районах, непосредственно прилегающих к Сахаре, иногда отмечались конкреционные известковые прослойки и солонцовые горизонты, по-видимому, реликты прошлых более влажных фаз почвообразования [9, 15, 17].

Бурые полупустынные субтропические почвы по сравнению с почвами пустынь Ливийской Джамахирии более удобны для земледелия, хотя ряд их неблагоприятных генетических особенностей — выпотной водный режим, нередко небольшая мощность профиля, сильные скелетность и каменистость поверхности, засоление, интенсивная карбонатизация профиля — заметно осложняют освоение и интенсивное сельскохозяйственное использование. В то же время устойчивость экосистем к опустыниванию различна как в пределах одной зоны (например, Три-

политании), так и в разных регионах страны. В частности, исследования Н. Г. Харина и Г. С. Каленова [13] показали, что в Центральной зоне Ливии на бурых полупустынных слабодифференцированных почвах формируются экосистемы с разреженной растительностью, состоящей преимущественно из ксеропетрофитных кустарников и полукустарничков. Причем эти экосистемы в зависимости от мощности профилей почв видоизменяются, образуя своеобразный эколого-генетический ряд: *Hammada schmittiana*, *Anabasis articulata*→*Hammada schmittiana*→*Hammada schmittiana*, *Traganum nudatum* [13]. Не исключено, что подобные климаксовые экосистемы отражают специфику трансформации растительности при опустынивании, сопровождающуюся отбором наиболее устойчивых растительных сообществ при существенном изменении не только морфологии, но и состава, свойств, а также солевого и водного режимов почв.

Экспериментальный и фактический почвенно-экологический материал позволяет заключить, что в условиях усиливающихся аридизации климата в Ливии и хозяйственной нагрузки на земельные ресурсы и пастбищные экосистемы наряду с особенностями почв и растительности необходимо учитывать мощность мелкоземистой толщи, которая позволяет более объективно оценить качество и возможности почвенного покрова, что особенно важно для полупустынь и аридных территорий Ливии. В связи с этим при почвенном картографировании трех различных природно-географических объектов страны выделены неразвитые профили почв (мощность мелкозема до кровли плотных пород — 5—30 см), слабо развитые (30—50 см), среднеразвитые (50—80 см), глубоководные (80—120 см) и мощные (более 120 см).

Состояние компонентов антропогенных экосистем Ливии (пашни, пастбища, лесопосадки, пальмовники, карьеры, свалки, скотобои) регулируется человеком. Анализ литературных сведений об опустынивании Севера Африки позволяет заключить, что данный процесс на материке в современный период носит глобальный характер и обусловлен прежде всего нерациональным природопользованием [1—5, 8, 10, 11—14, 21—30]. В разных регионах континента (страны Сахельской зоны, Север и Юг Африки) опустынивание проявляется в разных масштабах и с неодинаковой скоростью деградации компонентов биосферы. В Ливийской Джамахирии в течение последних 20 лет активно проводятся работы по борьбе с подвижными песками. Под угрозой опустынивания в настоящее время в стране находится более четверти миллиона гектаров земли в районах Сиртики, Триполитании, а также в Киренаике [10]. К 1980 г., например, только в Центральной зоне было погребено песками более 24 тыс. га почвенного покрова. Площади наиболее подвижных морских песков в основном сосредоточены в Триполитании (10,7 тыс. га) и Сиртике (12,8 тыс. га), в Киренаике их значительно меньше — 3,8 тыс. га. Образуя прибрежные дюны и барханы, морские пески слабо закрепляются растительностью и приходят в движение при скорости ветра более 3,5 м/с. Приморские пески наносят огромный материальный и экологический ущерб, засыпая оазисы, продуктивные пастбища, обрабатываемые земли, постройки, дороги. Стихийное тысячелетнее использование природных ресурсов Ливии привело не только к их трансформации, истощению, но и нередко к необратимому изменению. Изучение современного состояния компонентов биоценозов необходимо для понимания как их функционирования, так и эволюции [21, 23].

Нерегулируемый выпас скота, в частности в Сиртике, способствовал изреживанию и видовому обеднению растительного покрова, исчезновению ценных в кормовом отношении видов (*Gumnocarpus decander*, *Neaca micronata*, *Echiochilon fruticosum*) и преобладанию кустарниковых видов (*Thymelaea hirsuta*, *Salsola tetrandra*, *Suaeda mollis*, *Hammada scoraria*). Выпас скота обусловил уменьшение растительного опада, поступающего в почву. Локальные очаги растительности наряду с рельефом, породами способствовали пространственно-времен-

Урожайность пастбищ Сиртики в зависимости от степени эродированности почв
(ц сухой массы на 1 га)

Часть массива	Состояние пастбищ					
	недеградированные		среднедеградированные		сильнодеградированные	
	общий Урожай	потребляемая масса	общий урожай	потребляемая масса	общий урожай	потреб*ляемая масса
Восточная	3,4	1,0	1,9	1,0	1,7	0,9
Центральная	2,8	1,0	1,4	0,8	0,9	0,4
Западная	2,0	0,9	—	—	—	—
Всего по Сиртике	2,6	1,0	1,7	0,9	1,4	0,7

ной дифференциации процессов почвообразования, варьированию состава и свойств почв при уменьшении роли биологического фактора в генезисе и эволюции почвенного покрова. В этих условиях снижается содержание гумуса и азота в почвах, ухудшаются почвенная структура, водно-физические и химические свойства [18].

В Сиртике в 1977—1980 гг. выявлено 360 тыс. га эродированных почв, продуктивность которых заметно ниже, чем недеградированных массивов (табл. 1).

Наиболее характерные признаки опустынивания территории Ливии сведены в табл. 2.

Сочетания признаков опустынивания (табл. 2) в иных географических условиях, очевидно, могут быть другими. Природные и антропогенные процессы рассматриваются нами в историческом аспекте как кинетический параметр процесса, а почвенно-экологические особенности — на качественном уровне.

По-видимому, целесообразны стандартизация методов интерпретации опустынивания и оценка направленности и степени развития процесса на перспективу. В этой связи полезную и необходимую информацию могли бы дать специальные карты опустынивания ландшафтов Ливии, приуроченные к крупным орографическим системам: нагорьям, приморским низменностям, массивам, граничащим с Сахарой. Такой подход в совокупности с мониторингом, т. е. постоянным наблюдением за состоянием окружающей среды (растительностью, почвенным покровом, водными ресурсами), позволил бы повысить эффективность природоохранных мероприятий (защитное облесение, фитомелиорация пастбищ, введение пастбищеоборотов, стабилизация подвижных песков и т. д.), которые целенаправленно проводятся в стране [10, 21].

Пока еще очень мало экспериментальных сведений, на основании которых можно составить представление о масштабах опустынивания в рассматриваемом регионе. Между тем известно, что оценка опустынивания может быть рассчитана как по величине сносимой массы почвы ветром с 1 га за год, так и по увеличению протяженности оврагов на 1 км [1, 2, 14]. Уменьшение биологической продуктивности одной из антропогенных экосистем нами отмечалось раньше. Очевидно, целесообразно также учитывать рост площадей, занятых непочвенными образованиями, в пределах конкретной формы рельефа за некоторый интервал времени. Мы не исключаем возможность использования при этом и почвенно-геоботанической информации, позволяющей оценить глубину, скорость и необратимость опустынивания конкретных компонентов биосферы при периодических (10—15 лет) почвенно-экологических изысканиях.

В заключение отметим, что в Ливии лишь 4 % земель пригодны для сельскохозяйственного использования. Экстенсивные методы ведения хозяйства при все возрастающей аридизации суши нельзя считать

Некоторые показатели опустынивания территории Ливии

Характерный признак опустынивания	Территория проявления опустынивания-
Природные (климатические) процессы (глобальный масштаб опустынивания)	
Уменьшение общего количества осадков	1—3
Неравномерность выпадения осадков в пространстве по годам и сезонам	1—3
Увеличение числа и продолжительности засух	1—2
Возрастание количества пыльных бурь	1—2
Возникновение пожаров	3,1
Усиление поверхностного стока из-за возрастания числа ливней	1,3
Антропогенные процессы (локально-региональный масштаб)	
Промышленное и дорожное строительство, нефтедобыча	
Вырубка древесно-кустарниковой растительности	1—3
Разрушение почв и растительного покрова вокруг нерационально размещенных водопойных колодцев, несоблюдение пастбищеоборота, отсутствие	1—3
взаимосвязи земледелия с животноводством, излишняя пастбищная нагрузка на экосистемы изученных зон страны, несовершенные методы мелиоративного восстановления почв и борьбы с оврагами	2,1
	1—3
	2
	3
Экологические процессы (зональный масштаб)	
Трансформация видового состава растительных сообществ и уменьшение их продуктивности	1—3
Расширение площадей, занятых непочвенными образованиями (песками, грубопесчаными каменистыми отложениями, скальными выходами пород)	1,2
Рост овражно-балочной сети и системы сухих русел вади	1,3
Проведение палов	3,1
Понижение уровня залегания грунтовых вод	3,1
Несоответствие современных растительных сообществ и развивающихся почв	3,1
Почвенные процессы (зон ально-провинциальный, нередко ландшафтный масштаб)	
Загрязнение природных вод нефтепродуктами	
Динамичное варьирование мощности профилей почв, усиление их скелетности, каменистости	1—3
Опесчанивание и карбонатизация почв	1,3
Внутрипочвенное соленакпление	1,3
Осолонцовывание почв, расположенных в субгумидных зонах субтропиков	3
Современное корообразование	1,3
Снижение роли биологического фактора в почвообразовании, дегумификации почв	1—3
Активизация абиогенных (физических) процессов выветривания	1—3
Несоответствие почв (их морфологии, состава, ряда свойств) современным почвообразовательным процессам	
Эволюция почвенного покрова и типов почвообразования при доминировании в конкретных почвенных структурах таких почв, как коры, лито-соли, бурые полупустынные, или преобладание в их составе непочвенных образований	1—3

* 1 — Триполитании; 2 — Сиртика; 3 — Киренаика.

оправданными и приемлемыми. Интенсивные пастбищное животноводство и земледелие могут быть эффективными, если они основываются на рациональном природопользовании. Именно поэтому после обобщения большого экспериментального материала были разработаны специальные карты и программы по обоснованному ведению сельского хозяйства, обеспечению населения страны разнообразными продуктами питания и намечен комплекс мероприятий ресурсосберегающего характера [17, 181].

Выводы

1. Оценка опустынивания аридных территорий должна проводиться с учетом результатов комплексного анализа природных, антропоген-

ных, экологических и почвенных процессов, что позволит наиболее полно раскрыть природу этого явления и найти эффективные меры борьбы с ним.

2. В современный период аридные ландшафты средиземноморской зоны Ливии активно опустыниваются при неблагоприятном проявлении природных и антропогенных процессов, приводящих к пятнисто-очаговой деградации почв, растительности, природных вод и других ресурсов.

3. Экологические процессы опустынивания характеризуются изменением видового состава растительных сообществ и заметным уменьшением их продуктивности, расширением площадей, занятых непочвенными образованиями и корами, увеличением овражно-балочной сети и площади сухих русел вади, понижением уровня грунтовых вод и повышением их минерализации, несоответствием современных растительных сообществ и развивающихся почв, загрязнением природных вод нефтепродуктами.

4. В почвенном покрове наблюдаются динамическое варьирование мощности профилей почв, усиление их скелетности и каменистости, опесчанывание и карбонатизация, внутрпочвенное соленакопление, осолонцовывание зональных почв, современное корообразование, снижение роли биологического фактора в почвенных процессах, все большее доминирование абиогенных (физических) процессов выветривания, несоответствие морфологии, состава и свойств ряда зональных почв (рендзины, феррсиаллитные, коричневые сиаллитные) современным почвообразовательным процессам, эволюция почвенного покрова в сторону доминирования среди компонентов структурной организации почв непочвенных образований, а также кор, литосолей и солончак.

5. Опустынивание способствует «миграции» почвенно-климатических зон, их обновлению более аридными почвами и экосистемами, в частности на южных макросклонах нагорий Джебель аль-Нефуса и Джебель аль-Ахдар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев А. Г., Фрейкин З. Г. Преобразование пустынь в СССР.—М.: Наука, 1976. — 2. Власова Т. К. Анализ особенностей процесса опустынивания в Африке и Австралии. — Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Ылым, 1981, № 1. — 3. Дренте Г. Е. Масштабы и характеристики опустынивания в аридных районах Мира. — Борьба с опустыниванием путем комплексного развития. Межд. сим. поизум (Тезисы докл.). Ташкент, 1981.— 4. К о в д а В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. — М.: Наука, 1977. — 5. Лавров А. П. Об оценке процессов опустынивания. — Почвоведение, 1984, № 6, с. 111—114. — 6. Лавренко Е. М. Основные черты ботанической географии пустынь Азии и Северной Африки. — М.: АН СССР, 1962. — 7. Лобова Е. В., Хабаров А. В. Почвенные ресурсы аридных и полуаридных зон Мира. — Земельные ресурсы мира, их использование и охрана. М.: Наука, 1978, с. 27—28. — 8. Орловский Н. С. Опустынивание — глобальная экологическая проблема. — Вопросы философии, 1986, № 2, с. 113—123.— 9. П е т р о в М. П. Пустыни Земного шара. — Л.: Наука, 1973. — 10. Полуэктов в Е. В. Закрепление песков в Ливии. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1980, № 9, с. 11—14. — 11. Розанов Б. Г. Проблемы деградации засушливых земель Мира и международное сотрудничество по борьбе с опустыниванием. — Почвоведение, 1977, № 8, с. 5—11. — 12. Толба М. Опустынивание можно остановить. Вступительное заявление Директора-исполнителя на 12-й сессии Совета управляющих ЮНЕП. Найроби, 1983. — 13. Харин Н. Г., Каленов Г. С. Методические основы составления экологической карты Центральной зоны Ливии масштаба 1:50 000. — Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Ылым, 1981, № 2, с. 23—26. — 14. Харин Н. Г., Нечаяева Н. Т., Николаев В. Н. и др. Методологические основы изучения и картографирования процессов «опустынивания». — Ашхабад: Ылым, 1983. — 15. Шишов Л. Л., Пантелеев Л. С. Особенности условий почвообразования в средиземноморской зоне Ливии. — Проблемы освоения пустынь. Ашхабад: Ылым, 1981, № 2, с. 3—15. — 16. Эмберже Л. Области северной Африки и Австралии со средиземноморским климатом. — Климатология и микроклиматология. М.: Прогресс, 1984, с. 155—165. — 17. Шишов Л. Л., Яшин И. М., Кашанский А. Д., Наумов В. Д. Условия формирования, состав и свойства кор Триполитании (Ливия). — Изв. ТСХА, 1984, вып. 4, с. 95—102. — 18. Шишов Л. Л., Наумов В. Д., Кашанский А. Д., Яшин И. М. Генетические и агроэкологические особенности бурых аридных (полупустынных субтропических) почв Ливии. — Современные процессы почвообразования и их регулирование в условиях интенсивного земледелия — М.:

ТСХА, 1985, с. 68—74. — **19.** Яшин И. М., Шишов Л. Л., Накаидзе Э. К., Кашанский А. Д., Наумов В. Д. Агрогенетические особенности коричневых почв средиземноморского побережья Ливии. — Изв. ТСХА, 1986, вып. 3, с. 101—109. — **20.** Яшин И. М., Шишов Л. Л., Кашанский А. Д., Наумов В. Д. Красные ферриаллитные почвы — объект комплексной мелиорации (на примере сев.-вост. части Ливии). — Актуальные вопросы генезиса и мелиорации почв. — М.: ТСХА, 1987, с. 56—66. — **21.** Desertification control experince in Libya. — Nairobi, 1977. — **22.** Durand I. H. — Les sols rouges et les Croutes en Algerie Direction de T'Hydraulique et de l'Equipement rural. Service des e'tude scientifiques. Alger, 1959. — **23.** Iafris S., El-Gadi A. — Flora of Libya (N 1—65). Tripoli, Al-Faateh University, 1976—1979. — **24.** Harroy I. P. — Afrique — terre qui meurt/La degradation des

sols sous l'influence de la colonisator. Bruxelles, 1944. — **25.** Keith H. G. — Flora of Libya. London, 1965, vol. 1, 2. — **26.** Le Houerou H. — The Nature and causes of Desertification. — Arid, lands Newsletter, 1975. — **27.** Mabbutt I. A. — Desertification indicators. Clin. Change, 1986, 9, N 1—2, p. 113—122. — **28.** Provisional methodology for desertification an assesment and mapping FAO/UNEP. Rome, 1981. — **29.** SOLAR — Transnational project on management of livestock and Rangelands to combat Desertification in the Sudano — Sahelian Region. — U. N. Conference on Desertification. Nairobi, 1977. — **30.** Psomopoulos P. — Desertification and Human Settlements. Ekisties, 1977, vol. 43, p. 258. — **31.** Rapp A. — Introduction — Ecological Bulletin, 1976, N 24.

Статья поступила 30 мая 1988 г.

SUMMARY

The results of studying specific features of soil formation and desertification in the main agricultural areas of Libia performed for three years by expeditions are generalized. The unique soil-geochemical role of crusts and crust soil horizons in arid landscapes of Mediterranean zone in Libia is shown. The data obtained allow to widen the existing idea on soil genesis, on chemization of soil formation processes and transformation of soil cover under the effect of more and more intensive anthropogenic load and exogenic factors.