

**Рубки главного
пользования
на сосновой
лесопромышленной
делянке**

В. А. Николаев, И. В. Копыл, В. В. Сысуев

Природно-антропогенные ландшафты



Географический факультет МГУ

Глава I

ВВЕДЕНИЕ В УЧЕНИЕ О ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

I.1. Концептуальные основы

I.1.1. Исходные положения, термины, понятия

В географической литературе на паритетных началах используются термины-антонимы: *природный (естественный) ландшафт, антропогенный ландшафт*. Современную ландшафтную оболочку слагают и те, и другие. К природным следует относить ландшафты, не трансформированные сколько-нибудь существенно хозяйственной деятельностью человека. Сохраняя *естественный инвариант**, они поддерживают в малоизмененном виде исходную девственную природу. Таковы, например, ландшафты труднодоступных районов сибирской тайги, амазонской сельвы, гобийской пустыни, гляциально-нивальных высокогорий Памира, Гималаев и т. д.

Антропогенные ландшафты, напротив, изменены человеком настолько, что даже в случае прекращения их хозяйственной эксплуатации к исходному состоянию путем восстановительной сукцессии вернуться не могут. Виной тому нарушенный человеком их естественный инвариант, включая не только биоту, но геолого-геоморфологическую основу и гидроклиматическую составляющую. Большая часть человечества обитает в антропогенных ландшафтах. К ним относятся ландшафты сельскохозяйственные, городские, промышленные, рекреационные и другие активно освоенные и эксплуатируемые людьми.

* Инвариант ландшафта – совокупность его важнейших структурных свойств и характерных режимов функционирования, сохраняющаяся относительно неизменной при сменах многолетних и годичных ритмов, сезонных, синоптических, сукцессионных и других видов состояний. Гарантиями инварианта ландшафта являются: вертикальная структура геогоризонтов и горизонтальная морфологическая структура [25]. Ими обеспечиваются основные механизмы устойчивости геосистем: инерционность, сукцессионное восстановление, адаптивность. Коренная трансформация вертикальной и горизонтальной структуры ландшафта влечет за собой смену его инварианта. Термин введен в ландшафтоведение В. Б. Сочаевой [35].

Учитывая, что все антропогенные ландшафты создаются на природной основе, правильнее именовать и толковать их как *природно-антропогенные*. В любом антропогенном ландшафте, даже самом техногенном, природная составляющая (подсистема) обязательно присутствует. В виде литогенной основы, воздушных масс, природных вод и ряда других природных компонентов. Отсюда проистекает и название лекционного курса «Природно-антропогенные ландшафты», основы которого излагаются в данном учебном пособии. Однако приоритетным правом в отечественной географической литературе пользуется термин «антропогенный ландшафт», узаконенный в толковых словарях [3, 5, 27, 29, 36] и ГОСТах. Мы вынуждены считать его нормативным, признавая, однако, семантическую неполноценность. Иногда в качестве синонима термину «антропогенный ландшафт» применяется менее академичный термин «рукотворный ландшафт».

До середины XX в. для обозначения ландшафтов, измененных хозяйственной деятельностью человека, применялся термин «культурный ландшафт» (см. раздел I.1.2). В смысловом отношении он ничем не отличался тогда от современного термина «антропогенный ландшафт». Однако в последние десятилетия толкование термина «культурный ландшафт» изменилось. Им уже не определяют все освоенные человеком ландшафты. Семантика термина сузилась. Культурными с геоэкологической точки зрения признаются лишь те антропогенные ландшафты, которые оптимально выполняют заданные социально-экономические функции и в экологическом отношении благоприятны для жизни людей [5, 15, 23, 25, 27, 29]. К сожалению, далеко не все современные ландшафты отвечают этим требованиям. Культурными можно считать, например: созданный по проекту В. В. Докучаева сельскохозяйственный ландшафт в Каменной степи, голландские польдеры, плантации цитрусовых с капельным орошением в Восточном Средиземноморье, рисовые ландшафты на искусственно

террасированных горных склонах в Юго-Восточной Азии, садово-парковые ландшафты в окрестностях Санкт-Петербурга и др. Культурные ландшафты, по выражению В. Б. Сочавы [35], выступают в роли «доминионов ноосферы». Превращая ныне существующие антропогенные ландшафты в ландшафты по-настоящему культурные, человечество сможет перейти к устойчивому развитию.

1.1.2. Исторические вехи учения

Интерес к изучению антропогенных ландшафтов был изначально свойствен ландшафтоведению. С первых же шагов наука о ландшафте вовлекла в сферу своего внимания очеловеченную природу, ставшую средой становления и развития земной цивилизации. В ряде стран, прежде всего в России и Германии, ландшафтоведение зарождалось и развивалось главным образом на почве изучения антропогенных, а не девственных ландшафтов. Показательной в этом отношении была эволюция ландшафтных идей в отечественном естествознании. Они формировались в процессе комплексных исследований сельскохозяйственных земель, организованных в конце XIX в. В. В. Докучаевым. И, видимо, это неслучайно. Эффект обратной связи, проявившейся в цепных реакциях природы на хозяйственные воздействия, убеждал исследователей в ее системной целостности и тесной сопряженности между ее структурными составляющими. Изучение взаимоотношений природы и социума стало одним из главных стимулов возникновения особой научной дисциплины, именуемой ныне ландшафтоведением.

В своем учении о природных зонах В. В. Докучаев [11] рассматривает их как сложный *природно-хозяйственно-социальный комплекс*. Он находит в зонах генетическую и функциональную связь между климатом, почвами, растительностью, животным миром, с одной стороны, и человеком «во всех проявлениях его жизни» – с другой: в его хозяйственной деятельности, приемах обработки земли, возделываемых сельскохозяйственных культурах и видах разводимого скота, типах поселений, трудовых навыках и обычаях, быте, одежде, пище, нравах, традициях, эстетических предпочтениях, религии и т. д. Уже тогда, в конце XIX в., в отечественной географии утверждалось широкое понимание ландшафта как естественно-исторической, социально-экологической и этнокультурной геосистемы.

Вскоре ландшафт стал центральным объектом географических исследований. На заре XX в. Л. С. Берг совершенно определенно заявил: география должна изучать ландшафты –

как природные, так и культурные. Последними он считал такие, «в которых человек и произведения его культуры играют важную роль. Город или деревня... суть составные части культурного ландшафта» [1, с. 116]. Иными словами, перед географами ставилась задача исследования хозяйственно преобразованных ландшафтов. В дальнейшем концептуальные основы учения разрабатывались рядом видных российских географов: А. И. Воейковым, С. С. Неуструевым, В. П. Семеновым-Тянь-Шанским, Л. Г. Раменским, Ю. Г. Саушкиным, Д. Л. Армандом и др.

В 20-е годы XX в. в немецкой географической школе оформилось учение о «тотальном ландшафте» (А. Геттнер, О. Шлюгер и др.). Утверждалось хронологическое единение природы, хозяйства и человека (социума), включая его материальную и духовную культуру. Вместе с французской школой географии человека, английской традицией изучения использования земель (land use) и американским инвайронментализмом оно привело к формированию в странах западного мира современной ландшафтной экологии, близкой по сути отечественному учению об антропогенных ландшафтах.

В нашей стране теоретико-методологическое обсуждение проблемы культурного (антропогенного) ландшафта продолжалось в течение всего XX в. В первые послевоенные годы в дискуссию активно включился Ю. Г. Саушкин. Согласно его представлениям: «*Культурным ландшафтом называется такой ландшафт, в котором непосредственное приложение к нему труда человеческого общества так изменило соотношение и взаимодействие предметов и явлений природы, что ландшафт приобрел новые, качественные иные, особенности по сравнению с прежним, естественным, своим состоянием*. При этом, конечно, культурный ландшафт не перестал быть природным в том смысле, что, будучи изменен в связи с теми или иными потребностями общества в направлении, нужном производству, он продолжает развиваться *по законам природы*» (курсив автора – В. Н.) [34, с. 289]. Как видно, от Л. С. Берга и до Ю. Г. Саушкина понятие «культурный ландшафт» применялось к любому ландшафту, измененному целенаправленной хозяйственной деятельностью.

Новым импульсом для активизации работ в указанной области послужило возникновение угрозы глобального экологического кризиса, которая была осознана во второй половине XX в. В отечественном ландшафтоведении этот этап был ознаменован трудами Ф. Н. Милькова [21], В. С. Преображенского [28], А. М. Рябчикова [33], Л. И. Кураковой [18] и др. Сформировались соответствующие научные школы «антропо-

генного ландшафтоведения». В его составе обособились направления сельскохозяйственного, городского, рекреационного ландшафтоведения, учение о горно-промышленных комплексах, линейно-транспортных геосистемах и др. Как о крупном теоретическом достижении необходимо сказать о разработанной в те годы концепции геотехнической системы [28]. Впоследствии она переросла в научно-методическую основу проектирования природно-технических геосистем [4], оценки воздействия проектируемых объектов на окружающую среду (ОВОС) и экологической экспертизы [12].

1.1.3. Антропогенно преобразованные ландшафты – природно-хозяйственно-социальные геосистемы

Структура целенаправленно созданных людьми ландшафтов включает три основных подсистемы: природную, хозяйственную, социальную (рис. 1). Природная подсистема – носитель естественных ресурсов и экологического потенциала ландшафта. Хозяйственная – образует производственный блок, ориентированный на выполнение заданных социально-экономических функций. Социальная – играет целеполагающую, программирующую и управляющую роль. Нормальное функционирование такого рода ландшафтов осуществляется при обязательном мониторинге и регуляции со стороны хозяйствующих субъектов. Важнейшими социально-экономическими функциями природно-антропогенных ландшафтов являются: а) ресурсовоспроизводящая (сельскохозяйственные, лесохозяйственные, во-

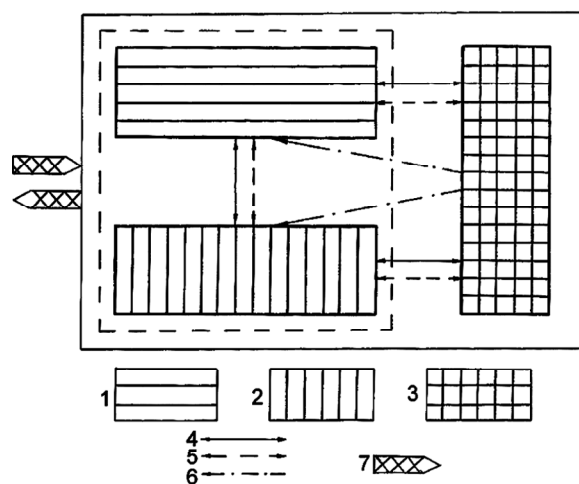


Рис. 1. Концептуальная модель природно-антропогенного ландшафта. Подсистемы: 1 – природная, антропогенно преобразованная; 2 – производственная; 3 – социальная. Внутренние связи: 4 – вещественно-энергетические; 5 – информационные; 6 – управления; 7 – внешние связи

дохозяйственные, промышленные и др. ландшафты); б) *средообразующая* (городские, прочие селитебные, рекреационные ландшафты); в) *экологическая* (особо охраняемые природные территории, экологический каркас регионов). Отметим также информационную и этико-эстетическую функции, имеющие немалое образовательное и воспитательное значение.

При создании используемых в хозяйстве ландшафтов всегда, так или иначе, решается проблема *природно-хозяйственной адаптивности*. Причем адаптация имеет, как правило, двусторонний (встречный) характер. *Реализуется принцип: приспособляясь, приспособляю*. Люди обустроивали ландшафты в соответствии с местными природными условиями и традициями природопользования, хозяйственными нуждами и производственными возможностями. Так исторически формировались национальные природно-антропогенные ландшафты. Их территориальная организация, способы эксплуатации земель, хозяйственная инфраструктура веками определялись этническими традициями адаптивного природопользования. Таковы лесо-лугово-полевые ландшафты Центральной России, пастбищные ландшафты Ирландии, виноградники Средиземноморья, оазисы Средней Азии и др.

Особое место в истории развития представлений об обжитых ландшафтах принадлежит Л. Н. Гумилеву. С его именем связана *концепция этнического ландшафта* [9]. Согласно Л. Н. Гумилеву, этнос и его ландшафтное окружение неразрывны. Каждый этнос вживается в кормящий его ландшафт, создает и обустроивает его. Одновременно ландшафт активно участвует в формировании хозяйственных традиций и нравственно-духовного облика этноса, его менталитета. Образуется этноландшафтная геозекосистема, в которой прослеживаются прямые и обратные связи между этнической и ландшафтной подсистемами. Помимо материально-энергетических связей в ней проявляют себя всевозможные информационные связи, в том числе духовные, вплоть до сакральных, выражающихся в священном, обрядовом единении этноса и ландшафта. В связи с этим антропогенный ландшафт рассматривается как своего рода отражение, отпечаток преобразующего его социума. Установлена закономерность: *каково общество, его материальная и духовная культура, менталитет и исторические судьбы, таков и ландшафт, им созданный*.

Этнический ландшафт – «эстафета» поколений. С ним от эпохи к эпохе передаются накопленные веками материальные и духовные богатства нации. Поэтому в системе важнейших национальных ценностей наряду с такими идентифицирующи-

ми каждый народ понятиями, как родной язык, родная история, культура, религия, всегда одной из первых стоит родная земля – творимый народом ландшафт.

I.1.4. Классификация природно-антропогенных ландшафтов

В основе классификации хозяйственно измененных ландшафтов лежат *социально-экономические и социально-экологические принципы природопользования*. В качестве главных оснований деления понятий используются следующие критерии: а) *степень антропогенной трансформированности природных ландшафтов* (с учетом сохранности или нарушенности их естественного инварианта); б) *наличие или отсутствие антропогенной регуляции*; в) *социально-экономические функции, выполняемые ландшафтами*. Общие контуры классификации ландшафтов с указанных позиций можно представить в следующем виде.

А. Природные ландшафты.

- А. I. Условно коренные, хозяйственно не используемые.
- А. II. Слабоэксплуатируемые (сукцессионно восстановимые).
- А. III. Особо охраняемые природные территории: заповедники, национальные и природные парки, заказники и другие ООПТ*.

Б. Природно-антропогенные ландшафты.

- Б. I. Целенаправленно созданные, антропогенно регулируемые.
 - Б. I. 1. Сельскохозяйственные.
 - Б. I. 2. Лесохозяйственные.
 - Б. I. 3. Водохозяйственные.
 - Б. I. 4. Городские и другие селитебные.
 - Б. I. 5. Рекреационные.
 - Б. I. 6. Промышленные.
 - Б. I. 7. Транспортные.
 - Б. I. 8. Природоохранные.
- Б. II. Антропогенно трансформированные, нерегулируемые.
 - Б. II. 1. Вторичные, длительно производные (лесные, кустарниковые, луговые, антропогенная саванна, маквис, гаррига и др.).
 - Б. II. 2. Постхозяйственные (утраченные, заброшенные ирригационные и осушительные системы, горнопромышленные

комплексы, включая карьерно-отваль-ные, селитебные, военно-технические и др.).

- Б. II. 3. Непреднамеренно трансформированные, сформировавшиеся в ландшафтно-географических полях латерального вещественно-энергетического влияния антропогенных объектов (зоны промышленно-энергетического загрязнения, подтопления, заболачивания, засоления и т. п.).

I.2. Антропогенизация земной природы

I.2.1. Хозяйственные преобразования ландшафтов суши

По самым грубым подсчетам суммарная площадь измененных людьми ландшафтов на всех материках Земли (исключая ледниковые щиты Антарктиды и Гренландии) достигает в наше время 60%. Сюда входят не только используемые земли, но и все прочие, так или иначе трансформированные человеком. Наибольшая доля хозяйственно освоенных земель характерна для зарубежной Европы, в настоящее время она составляет 84% территории. В еще не очень плотно заселенных Южной Америке и Австралии этот показатель также высок – 37–38%. В России он колеблется в пределах 30–35%.

Среди природно-антропогенных ландшафтов наибольшие площади занимают сельскохозяйственные. В мире в целом (без Антарктиды и Гренландии) они составляют около 36% земной суши. Из них 11,6% приходится на обрабатываемые земли и 24,3% – на луга и пастбища (без учета тундровых и лесотундровых оленьих пастбищ) (табл. 1). В России, при общей площади государства 1709,8 млн га, соответствующие показатели существенно иные. Обрабатываемые земли (пашня и многолетние насаждения) по состоянию на 01.01.2005 г. составляли 7,24% площади страны, т. е. 123,9 млн га, а кормовые угодья (пастбища и сенокосы) – 5,38%, или 92,0 млн га [8].

Застроенные территории (города и прочие селитебные геосистемы, промышленно-энергетические комплексы, транспортная сеть, нефте- и газопроводы, ЛЭП, дамбы, каналы и т. п.), т. е. наиболее глубоко преобразованные техногенные ландшафты занимают в наше время около 6% земной суши. Особенно значительны их площади в развитых странах западного мира и Японии, где уже не одно десятилетие идет процесс интенсивной урбанизации и субурбанизации. В США застроенные территории составляют 11% земельного фонда страны, во Франции – 13%, в Нидерландах – 31%. В России по состоянию на

* Можно спорить, являются ли ООПТ сугубо природными, если они находятся под постоянным контролем и охраной со стороны человека, а на некоторых, например, в природных парках, допускается хозяйственная деятельность.

Таблица 1
Земельный фонд мира (по состоянию на начало XXI в.)

Типы земель	Площадь, млн га	% от площади суши (без Антарктиды и Гренландии)
Обрабатываемые сельскохозяйственные	1 530	11,6
Луга и пастбища	3 200	24,3
Леса и кустарники	3 700	28,0
Застроенные территории	750	5,7
Антропогенный бедленд	450	3,4
Слабоосвоенные и неосвоенные малопродуктивные и непродуктивные (ледники, тундра, пустыни и др.)	3 560	27,0
Суша в целом (без Антарктиды и Гренландии)	13 190	100

01.01.2005 г. земли населенных пунктов, под промышленными, энергетическими, транспортными объектами и другими видами застройки занимали 35,8 млн га (2,1% площади государства [8]).

Вместе с тем среди рукотворных ландшафтов есть немало в большей или меньшей степени нарушенных, порой доведенных до состояния антропогенного бедленда. К ним относятся земли: вторичного засоления почв в районах древнего и современного искусственного орошения, антропогенно подтопленные и заболоченные, разрушенные неумеренным выпасом скота, эродированные и дефлированные, занятые отвалами вскрышных (часто токсичных) пород в горно-промышленных комплексах, экологически опасные вследствие интенсивного (в том числе радиоактивного) загрязнения и многие другие. Их объединяет одно негативное свойство – утрата природно-ресурсного и экологического потенциала, невозможность хозяйственного использования без радикальной, как правило, очень дорогостоящей рекультивации и экологической реабилитации. По данным ФАО (Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН – ФАО), глубоко нарушенные человеком земли суммарно занимают в мире 4,5 млн км², что составляет почти половину территории Китая или США (см. табл. 1).

1.2.2. Экологическая дестабилизация ландшафтной оболочки

Общим следствием хозяйственного освоения земель стала *экологическая дестабилизация ландшафтной оболочки*, которая приобрела систем-

ный характер и затронула все природные компоненты. Одновременно произошло значительное обеднение естественного биологического и ландшафтного разнообразия, за чем последовало существенное ослабление биосферных регулятивных механизмов.

Особенно губительным было *массовое сведение лесов*. До начала неолитической (сельскохозяйственной) революции леса занимали предположительно около 70% земной суши (исключая территории материкового оледенения). К настоящему времени планетарная лесистость сократилась до 27–28% и продолжает год от года стремительно снижаться. Наиболее обедненными лесами оказалась Западная Европа (исключая скандинавские страны), в доагрикультурный период залесенная на 90%. Современная лесистость Великобритании составляет всего 7%, Нидерландов – 8, Испании – 10, Бельгии – 20, Италии – 21, Польши – 25, Франции – 26, ФРГ – 28%. Причем большая часть европейских лесов представляет собой производные (вторичные) насаждения и искусственные лесопосадки. Лесистость России значительно выше (см. гл. IV). Обезлесение средней полосы России в зонах смешанных и широколиственных лесов протекало в ходе подсечно-огневой системы земледелия, начиная с эпохи бронзы. В Тульской губернии во времена Генерального межевания (вторая половина XVIII в.) от бывшей сплошной залесенности под лесами (большой частью вторичными) сохранялось около 17% территории, а к началу XX в. и того меньше – всего 5,4%. В свете сказанного показательна современная структура хозяйственных угодий районов Московской области, территория которой ко времени прихода в эти края племен фатьяновской культуры (3–3,5 тыс. лет назад), впервые начавших заниматься земледелием и животноводством, была нацело, кроме болотных массивов, залесенной (табл. 2).

Степень распаханности – залесенности административных районов Московской области хорошо коррелирует с местными природными условиями. Наибольшей распаханностью отличаются районы крайнего юга области (Зарайский, Каширский, Серебряно-Прудский), лежащие в пределах широколиственнолесной ландшафтной зоны на северных отрогах Среднерусской возвышенности. Основная же часть области, расположенная в зоне смешанных лесов, характеризуется меньшей распаханностью, но все же очень неодинаковой в зависимости от географической принадлежности районов к той или иной ландшафтной провинции. Наименьшая распаханность и, соответственно, наибольшая залесенность свойственна задровой низменной Мещере и переувлажненной, отчасти заболоченной Верхне-

Таблица 2

Структура хозяйственных угодий (%) Московской области
(выборочно по природным и административным районам, 90-е годы XX в.)

Природные регионы	Административные районы	Пашня	Сенокосы и пастбища	Леса	Прочие земли, в том числе болота
Верхневолжская низменность	Талдомский	17	19	51	13
Смоленско-Московская возвышенность	Волоколамский	36	14	40	10
	Можайский	32	13	46	9
	Шаховской	40	9	43	8
Мещерская низина	Орехово-Зуевский	11	16	50	23
	Шатурский	7	11	46	36
Москворецко-Окская равнина	Домодедовский	41	8	33	18
Заокская возвышенная равнина	Зарайский	63	14	14	9
	Каширский	59	14	14	13
	Серебряно-Прудский	67	15	9	9

волжской низменности. Средние же показатели соотношения пахотных угодий (35–40%) и лесных массивов (40–45%) характеризуют районы, расположенные на моренных равнинах Смоленско-Московской возвышенности. Однако подчеркнем, большая часть лесов являются здесь вторичными, в том числе на землях, ранее бывших под пашней.

Другим дестабилизирующим ударом по ландшафтной оболочке стало *осушение болотных массивов*. Площадь болот в Великобритании и Финляндии сократилась на 50, в Германии – на 60, в Дании – на 70, в Нидерландах – на 95%.

Параллельно с вовлечением земель в сельскохозяйственное производство с нарастающей силой шел *процесс деградации почвенного покрова*. Дело не ограничивалось разрушением только почв. *Под воздействием ускоренной эрозии и дефляции деградировали ландшафты в целом*. Поразительную картину эрозионной деградации агроландшафтов довелось наблюдать автору во время географических исследований в Индии. Особенно потрясло состояние земель на плато Шиллонг у подножия Восточных Гималаев. Здесь, в районе селения Черрапунджи выпадает максимальное на земном шаре количество атмосферных осадков – в среднем 12 000 мм/год, а в некоторые годы – до 20 000–22 000 мм. Когда-то плато сплошь покрывали субэкваториальные муссонные леса на красноземах. Их литогенным основанием служила мощная (до 15–20 м) глинистая ферраллитная кора выветривания, облекавшая плато. К настоящему времени от прежних ландшафтов сохранились жалкие остатки. Большая же часть земель представляется бесплодной кустарниково-травянистой пустошью на обнаженных плитах песчаника. Ландшафт не только обезлесен, но практически лишен почвенного

покрова и коры выветривания. Причиной исчезновения бывших влажнотропических лесных геосистем стало сельскохозяйственное освоение плато. Подсечно-огневая система земледелия, практиковавшаяся здесь исстари, спровоцировала вслед за сведением лесов цепную реакцию деструктивных процессов. В условиях чрезвычайно обилия осадков, выпадающих главным образом в виде муссонных ливней, ведущую роль стала играть ускоренная эрозия. Почти полностью ею были уничтожены и почвы, и мощная кора выветривания. За относительно короткий срок разрушено то, что создавалось ландшафтом в течение десятков миллионов лет.

Во многом сходное описание деградации земель Древней Греции мы находим в трудах Платона. В IV в. до н. э. он с горечью констатировал: «Там, где сейчас скалистые горы, раньше виднелись красивые, покрытые землей холмы; так называемые каменные плато были когда-то плодородными пашнями; и горы были покрыты густыми лесами, от которых к нашему времени сохранились лишь отдельные следы... Ежегодные осадки не терялись, как ныне, когда им позволяют стекать по опустошенной земле в море, – дожди поглощала покрытая пышной растительностью земля, которая затем хранила влагу в своем водонепроницаемом глиноземе, а потом отдавала ее водооток в форме неиссякаемых рек и источников и приобщала к ней обширные районы» [цит. по 32, с. 97]. Платон показывает, как еще на заре человеческой цивилизации в Древней Греции на смену горно-лесным ландшафтам пришли обнаженные скалистые горы, каменные плато, лишённые почвенного покрова, глиноземистой коры выветривания, иссушенные и бесплодные. Причиной тому и здесь был деструктивный сельскохозяйственный ландшафтогенез.

Путем детальных расчетов установлено, что вследствие массовой распашки земель сток взвешенных наносов только с равнинных территорий Земли возрос в агрикультурный период в среднем в 6 раз. Поистине трагическим выглядят показатели эрозии с Лессового плато Китая. Средний модуль стока взвешенных наносов составляет здесь 3700 т/км^2 в год. В некоторых бассейнах плато средние модули достигают нескольких десятков тысяч тонн [10].

До наших дней *ускоренная сельскохозяйственная эрозия почв остается одной из главных экологических угроз*. Даже в высокоразвитых странах с ней не удается справиться. Только за последние 150–170 лет в США более 100 млн га пашни были выведены эрозией из строя, либо сильно повреждены. Если учесть, что пахотный фонд страны составляет в настоящее время около 190 млн га, то станет очевидно, сколь большую дань заплатило американское земледелие раз-

рушительным процессам. Вплоть до недавнего времени США ежегодно теряли от эрозии до 200 тыс. га земель. Федеральное правительство вынуждено было в связи с этим оказывать особую поддержку пострадавшим хозяйствам, давая возможность переводить эродированные земли из пахотных в искусственно залуженные.

Не лучше положение дел на российской ниве, особенно в степных и лесостепных районах. Эрозионно опасные земли занимают до 30% общей площади пашни, эродированные земли – 20,2% [20]. Ежегодные потери от смыва и размыва составляют примерно 150 тыс. га. Особенно тяжелы, практически необратимы последствия овражной эрозии. Овражная сеть на пахотных землях южной половины Восточно-Европейской равнины сформировалась в основном за последние 250–300 лет. За этот относительно короткий срок число оврагов достигло 2 млн, а их суммарная протяженность – 250 тыс. км [19, 26]. Наибольшая густота (км/км^2) и плотность (ед./км^2) овражной сети наблюдается на возвышенных равнинах степной и лесостепной зон (рис. 2). Ежегодный прирост пораженной оврагами пашни составляет 80–100 тыс. га [8]. Особенно тревожными выглядят показатели эрозии почв в странах третьего мира. Если с полей США ежегодно в среднем смывается 9,6 т почвы с 1 га, в Бельгии – от 10,0 до 25,0, то в Индии – 75,0, в Китае в разных районах – от 11,0 до 251, а в горных частях Эквадора – до 564,0 т/га. Подсчитано, что при сохранении нынешних темпов ускоренной сельскохозяйственной эрозии пахотные земли мира будут уничтожены через 150 лет [31].

Пыльные бури и дефляция почв не менее страшное бедствие, чем эрозия. В степях Украины, Северного Кавказа и Нижнего Поволжья они стали отмечаться уже с конца XVIII в., со времени массовой распашки земель. По мере увеличения площади пашни повторяемость пыльных бурь постоянно росла. В XIX в. на юге России было зафиксировано всего 9 пыльных бурь, а в XX в. они случались в 4 раза чаще. В марте-апреле 1960 г. от них пострадало до 100 млн га пахотных земель на Ставрополье, в Краснодарском крае, Ростовской области и Украине. На эти же аграрные районы юга Восточно-Европейской равнины, а также Центральные Чер-

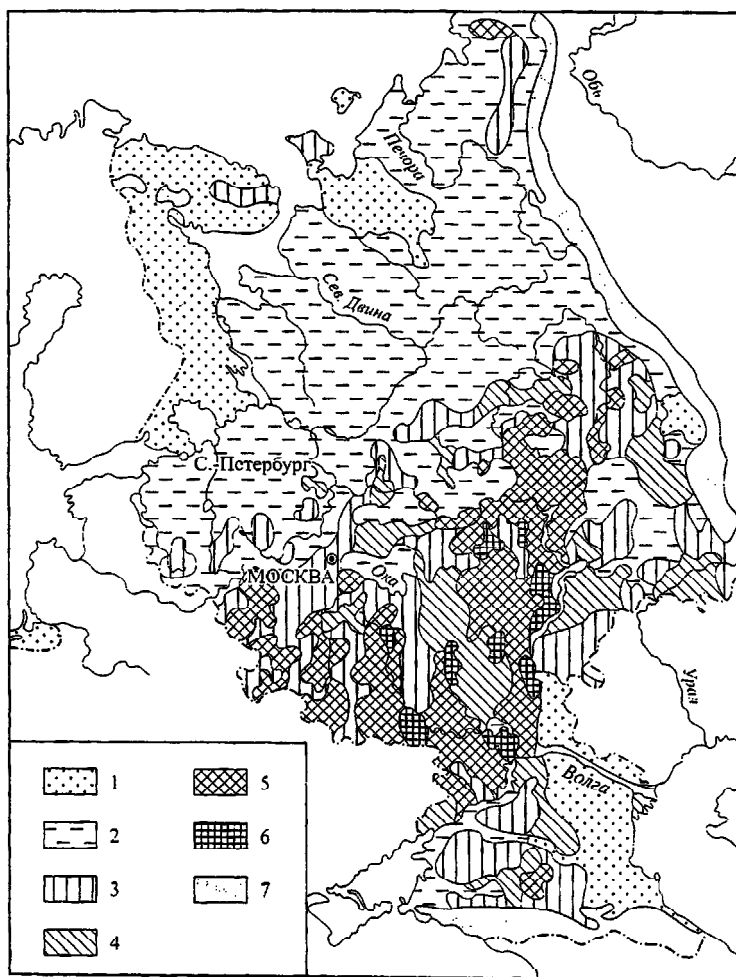


Рис. 2. Карта современной овражности европейской части России [14]. Густота (км/км^2) и плотность (ед./км^2) оврагов: 1 – очень слабая (густота $<0,01$; плотность $<0,01$); 2 – слабая ($0,011-0,02$; $0,011-0,1$); умеренная ($0,021-0,1$; $0,11-0,5$); 4 – значительная ($0,11-0,5$; $0,51-2,0$); 5 – сильная ($0,51-1,3$; $2,1-5,0$); 6 – очень сильная ($>1,3$; $>5,0$); 7 – горные территории

ноземные области пыльные бури обрушились в 1969 и 1970 гг., нанеся значительный урон самым плодородным землям Советского Союза. В конце 50-х – начале 60-х годов XX в., всего через 5–7 лет после массовой распашки в настоящий “пыльный котел” превратились целинные земли Северного Казахстана и Алтайского края. В Павлодарской области Казахстана, известной преобладанием в почвенном покрове легких (супесчаных и легкосуглинистых) южных черноземов и темно-каштановых почв, только в 1963 г. было отмечено в разных районах от 41 до 116 дней с пыльными бурями. Вследствие массовой дефляции почв несколько миллионов гектаров целинных земель пришлось вывести из пахотного фонда и оставить под залежь [22, 24].

До сих пор не избавились от дефляции почв земледельческие районы Среднего Запада в США. Начиная с 30-х годов прошлого столетия, печально знаменитых своими катастрофическими “черными бурями”, американское земледелие несет немалые потери от дефляции почв. Пыльными бурями были отмечены пятидесятые и семидесятые годы. Только в 1988 г. выдуванию подверглось около 5 млн га пахотных угодий. В общей сложности до 40 млн га пахотных земель США выведено дефляцией из строя.

Ускоренная сельскохозяйственная эрозия, дефляция почв, а также регулярное отчуждение с урожаем биологической продукции сопровождаются все возрастающей потерей плодородия земель. *Антропогенное нарушение естественно-биогеохимического круговорота приводит агроэкосистему в состояние трофического кризиса.* Согласно [13], после распашки степных черноземов биологический круговорот трансформируется таким образом, что вовлечение в него биофильных элементов (N, P, K, Ca, Mg, S) уменьшается в три раза; в то же время вынос их за счет смыва, дефляции и изъятия урожая возрастает в 10 раз. В большинстве сельскохозяйственных районов мира потери плодородия и дегумификация пахотных почв до сих пор преобладают над усилиями человека по обогащению и окультуриванию обрабатываемых земель.

К столетнему юбилею знаменитой работы В. В. Докучаева “Русский чернозем” (1883) были проведены специальные исследования потерь гумуса в пахотном слое черноземов России за 100 лет – с 1881 по 1981 гг. Повсеместно результаты оказались малоутешительными. Типичные черноземы Тамбовской и Воронежской областей лишились за указанный срок от 23 до 30% запасов гумуса; те же почвы в Самарской области оказались обедненными на 38–39%; в Ульяновской области выщелоченные черноземы – на 56–69% [37]. По данным Государственного док-

лада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации» [8], угрожающие показатели характеризуют дегумификацию российских пахотных земель в начале XXI в. В Нечерноземной зоне содержание гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистых почв упало до предельно минимального уровня – 1,3%, в черноземах ЦЧО – до 5% и менее.

Была предпринята попытка подсчета глобальных потерь органического углерода гумуса на пахотных угодьях [31]. В первом приближении они составляют 15,8% за весь период возделывания земель. Казалось бы не слишком пугающая величина по сравнению с приведенными выше потерями российских черноземов только за 100 лет. Однако настораживает прогрессивно нарастающая скорость дегумификации. Если среднегодовые потери гумуса за всю историю агрикультуры составляли, по тем же подсчетам, 31,3 млн т, то за последние 300 лет они были уже 300 млн т., а за последние полвека достигли 760 млн т в год. Интенсивность процесса дегумификации возросла к нашему времени в 24,3 раза относительно средних показателей. *Земледелие в течение всей своей истории и по сей день сопряжено с невосполнимыми растратами свободной биологической энергии, накопленной биосферой за многовековую эволюцию. Преодолеть эту общую неблагоприятную тенденцию удается пока лишь на локальных пространствах культурных агроландшафтов.*

Завершая обзор процессов деградации почвенного покрова, сошлемся на данные ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), опубликованные в 2002 г. [6]. Установлено, что к началу XXI в. антропогенному разрушению подверглось около 2 млрд га почв, или 15% общей площади суши. Из них 56% вследствие ускоренной сельскохозяйственной эрозии, 28 – дефляции почв, 4 – ряда других видов механического воздействия, 12% – химической деградации, главным образом вторичного засоления.

Антропогенная трансформация ландшафтов суши неизбежно спровоцировала ее аридизацию. Несмотря на попытки искусственного удержания ландшафтных вод путем строительства оросительных систем и водохранилищ, на протяжении веков аридизация нарастала. Одним из первых на процесс антропогенного иссушения суши обратил внимание А. Гумбольдт, связавший его с «искоренением лесов» и аграрным освоением земель. Аналогичной точки зрения придерживались многие российские естествоиспытатели. Среди них такие авторитетные специалисты, как И. В. Мушкетов, П. А. Кропоткин, Г. Е. Грумм-Гржимайло, В. А. Обручев и др. Наконец, глубокие исследования В. А. Ковды [17] не оставили

никаких сомнений в антропогенном иссушении континентов.

Все вышеназванные «рукотворные» деструктивные явления не могли не вызвать *массового опустынивания земель*. Впервые оно было признано как общечеловеческая угроза в 1977 г. на конференции ООН в Найроби (Кения). В материалах конференции отмечалось, что в мире, помимо климатических пустынь, занимающих около 48 млн км² (36% суши Земли), к концу XX в. образовалось 9 млн км² пустынь антропогенных, или почти 7% площади земной суши. Достаточно сказать, что в 60–70-е годы XX в. под воздействием опустынивания южная граница Сахары сместилась еще южнее – на 100–300 км в зону опустыненной саванны Сахели*.

Согласно Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (1994), процесс опустынивания определяется как деградация земель в аридных, семиаридных и сухих субгумидных областях вследствие деструктивных хозяйственных нагрузок и нарастающей аридизации климата. Зонами риска опустынивания признаны территории с отношением P к PET в пределах от 0,05 до 0,65, где P – годовое количество осадков, а PET – потенциальная эвапотранспирация. Общая площадь засушливых земель мира, выделенных в соответствии с указанными критериями, превышает 6 млрд га. Из них 3,6 млрд га угрожает опустыниванию. По данным ЮНЕП, убытки стран, подвергшихся опустыниванию, суммарно достигают 40–42 млрд долларов в год.

Земли Российской Федерации, подверженные антропогенному опустыниванию, занимают более 100 млн га, почти 6% территории страны. Наиболее дестабилизированы, главным образом вследствие пастбищной дигрессии и дефляции почв, степные и полупустынные песчано-эоловые ландшафты: Донские, Терско-Кумские, Черноземельские, Астраханские пески и др., общей площадью около 7 млн га. Современные процессы опустынивания накладываются здесь на рыхлопесчаный субстрат, ставший перманентно неустойчивым еще со времен ранних кочевников (бронзовый и железный века), что подтверждается археологическими данными и историческими источниками. Пастбищные перегрузки 60–80-х годов XX в. вызвали новую вспышку опустынивания Терско-Кумских и Чер-

ноземельских пустынно-степных пастбищ. В республике Калмыкия ею было охвачено более 80% территории. А Терские бурунные песчаные пастбища в 1990 г. объявлены зоной экологического бедствия (рис. 3).

Антропогенные преобразования ландшафтной оболочки не могли не сказаться на ее воздушной составляющей. Приземные слои атмосферы, системно связанные с подстилающей поверхностью, отреагировали соответствующими изменениями газового состава воздушных масс, участвовавшими климатическими экстремумами и трудно предсказуемыми трендами. Значительное *увеличение содержания парниковых газов (двуокси углерода, метана, оксидов азота, сузубо антропогенного хлорфторуглерода и др.) и связываемое с ним глобальное потепление климата* стали предметом острых дискуссий в последние годы.

Установлено, что в течение XX в. концентрация в атмосфере двуокси углерода – главного виновника парникового эффекта – возросла на 25% (с 280–290 до 360 ppmv), а содержание метана удвоилось. Сильно обедненный человеком растительный покров планеты вместе с загрязненным океаном ныне не в силах перерабатывать всю массу углекислого газа, поступающего в приземную атмосферу вследствие функционирования как природных, так и антропогенных геосистем. Ожидается, что при сохранении современного уровня техногенных выбросов его концентрация возрастет к концу XXI в. примерно до 500 ppmv, почти вдвое по сравнению с той, какая была до начала промышленной революции.

Многими авторитетными исследовательскими коллективами, в том числе Межправительственной группой экспертов по проблеме изменения климата, учрежденной ООН, с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере связываются наблюдающееся в последние десятилетия *глобальное потепление и нарастающая разбалансированность климата*. Установлено, что в XX в. средняя годовая температура воздуха на Земле возросла на 0,6–0,7°C. На последние 20 лет приходятся самые теплые годы когда-либо наблюдавшихся за все время инструментальных метеонаблюдений. Вспомним хотя бы очень жаркие для Северного полушария летние сезоны 2002, 2003, 2006, 2007 гг., когда в странах Западной Европы и Средиземноморья столбик термометра поднимался до 40–50°C и на громадных площадях горели леса. Участились засухи, наводнения, катастрофические снегопады, ураганы. Однако у гипотезы глобального антропогенного потепления есть немало противников, полагающих, что мы имеем дело лишь с очередной естественной флуктуацией климата. Будущее покажет, кто прав.

*Напомним пророческие стихи известного поэта и путешественника Н. Гумилева, написанные еще в начале XX в.:

«И, быть может, немного осталось веков,
Как на мир наш, зеленый и старый,
Дико ринутся хищные стаи песков
Из пылающей юной Сахары.»

(Н. Гумилев «Сахара», 1918–1920).

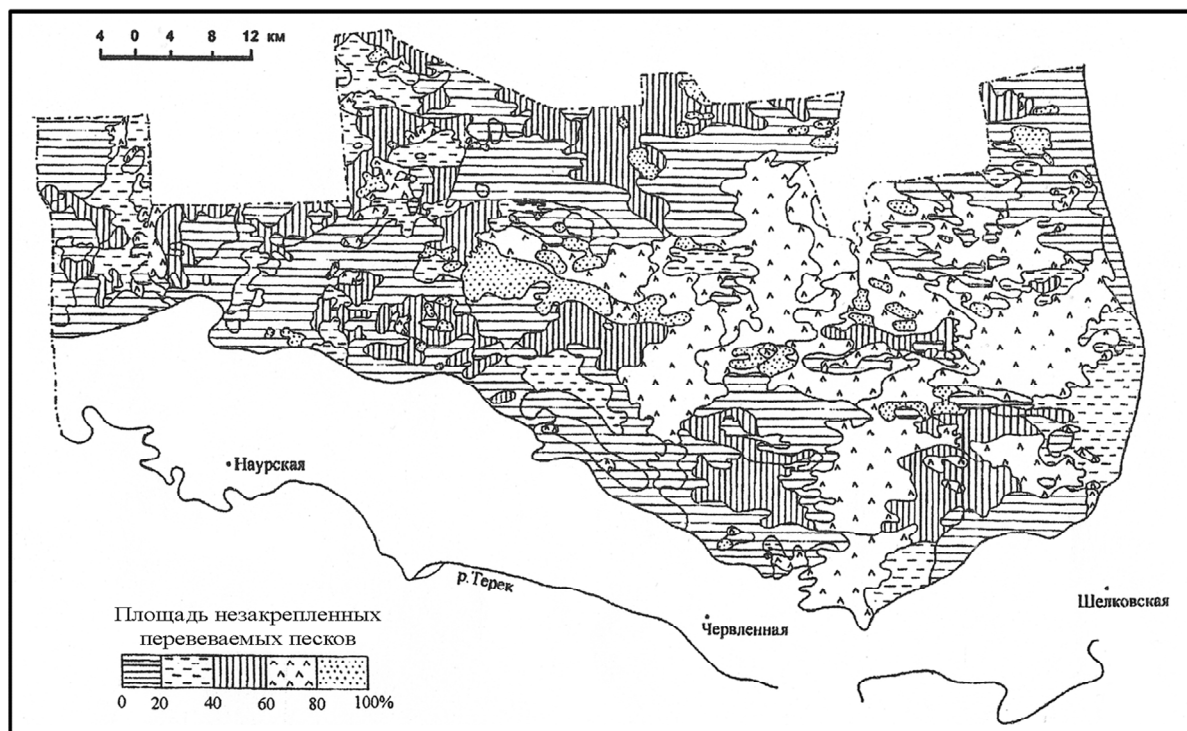


Рис. 3. Карта дефляционного опустынивания Терских песков (составлена на основании дешифрирования космических снимков 1989 и 1991 гг.) [2]

1.2.3. Антропогенная энергетика современных ландшафтов

Антропогенизация ландшафтной сферы – это не только ее структурная, но и энергетическая трансформация. Наряду с естественными энергетическими источниками (экзогенными и эндогенными), хозяйственно используемые ландшафты испытывают энергетическое давление со стороны человека.

По мере эволюции человечества затраты антропогенной энергии, необходимой для прокормления одного человека, неуклонно возрастали. При этом угодыя, достаточные для обеспечения индивидуума, сокращаясь в размерах, вместе с ростом численности населения испытывали все более сосредоточенные хозяйственные нагрузки. Начиная с позднего палеолита и до нашего времени, антропогенные энергетические вложения в кормящую каждого человека земельную площадь, выросли в развитых странах мира тысячекратно (табл. 3).

Громадному разнообразию видов природопользования соответствует не меньшее разнообразие антропогенных энергетических вложений. Функционирование агроландшафтов обеспечивается, например, в одних случаях энергией тяглогового скота и самого человека, в других – энергетическими расходами на создание и работу парка сельскохозяйственных машин, химизацию,

мелиорацию и другие виды интенсификации растениеводства. Подсчитать совокупную величину агроландшафтной энергетики практически невозможно. Слишком велико разнообразие энергетических субсидий в современном сельском хозяйстве, начиная с добычи железной руды и выплавки стали для производства сельскохозяйственных машин до селекции новых культур. Все же удалось определить технические расходы ископаемого топлива в растениеводстве ряда стран. Так, в США с их механизированным земледелием на получение 1 ккал пищевого белка затрачивается энергии ископаемого топлива во много раз больше, чем в слаборазвитых странах, где механизация полеводства остается на низком уровне, а для обработки земель используется главным образом живая сила тяглогового скота и самого человека (табл. 4).

Но если в агроландшафтах главная составляющая их биопродуцирования – процесс фотосинтеза в основном все же обеспечивается естественной энергетикой, то многие другие хозяйственные геосистемы, например, промышленные, транспортные, функционируют только за счет антропогенной энергии. Параллельно с наращиванием энергетических субсидий возрастают их непроизводительные потери. Известно, что крупные города и промышленно-энергетические комплексы превращаются в «острова тепла» и очаги теплового загрязнения прилегающих территорий.

Таблица 3

Территория и затраты антропогенной энергии,
необходимые для прокормления одного человека [7, 30]

Время	Тип хозяйства	Территория, га	Антропогенная энергия, Вт
Палеолит	Первобытное собирательство	500–1000	120–130
	Охота и рыболовство	10 000–100 000	
Неолит – эпоха бронзы	Подсечно-огневое земледелие	2–8	250–330
	Пастбищно-кочевое скотоводство	до 10 000	
Начало новой эры – середина XIX в.	Немеханизированное земледелие	0,8	550
	Традиционное пастбищное животноводство	9–10	
Вторая половина XX в.	Агропромышленное земледелие	0,2	от 2 500 до 25 000
	Стойловое скотоводство с полевым кормодобыванием	1,6	

Таблица 4

Затраты ископаемого топлива (ккал) на производство 1 ккал пищевого белка
в растениеводстве [16]

Сельскохозяйственные культуры	Страны			
	США	Филиппины	Мексика	Индия
Рис	10,0	1,3	–	–
Пшеница	3,4	–	–	0,03
Кукуруза	3,6	–	0,08	–
Картофель	4,2	–	–	–

По данным метеорологов Московского государственного университета, за последние 100 лет среднегодовая температура воздуха в Москве повысилась на 2,3°C (тогда как глобальная на 0,6–0,7°C). Особенно теплыми стали зимы и первые два месяца весны, когда среднемесячная температура возросла на 3,7°C. Во время зимних похолоданий температура воздуха в центре Москвы может быть выше, чем в Подмоскowie (в 50–70 км от города), на 10–12°C. Высота «тепловой шапки» над нашей столицей достигает нескольких сотен метров.

Попытки подсчета суммарных энергетических вложений в хозяйственно используемые земли

дают сугубо ориентировочные результаты. Но и они не оставляют сомнений в колоссальной мощи современного антропогенного давления на ландшафтную среду. В 90-е годы XX в. общеземная энергетическая нагрузка человечества определялась громадной величиной – $2,9 \cdot 10^{20}$ Дж в год, что всего в 3,8 раза меньше эндогенной (внутриземной) энергии, поступающей в ландшафтную оболочку. Ее региональное распределение по земному шару отличается исключительной неравномерностью. В развитых странах Западной Европы, а также в Японии антропогенное давление на окружающую среду настолько велико, что в десятки раз превосходит среднеглобальное (табл. 5).

Таблица 5

Антропогенное давление на окружающую среду (по данным за 1987 г.)

Страны	Вложение энергии на 10 тыс. га в год, петаджоули – $n \cdot 10^{15}$ Дж	Антропогенное давление на окружающую среду по отношению к среднеглобальному, безразмерные единицы в год
Нидерланды	914	41,5
ФРГ	418	19,0
Великобритания	355	16,1
Япония	352	16,0
США	74	3,4
СССР	25	1,1
Китай	24	1,1
Индия	22	1,0
Мир в целом	22	1,0

1.2.4. Техногенное вещество – антропогенный ландшафтный компонент

В антропогенных ландшафтах происходит образование и накопление специфического, сугобо искусственного компонента – техногенного вещества. Со временем оно насыщает все геогоризонты ландшафтной сферы и вступает в процессы гипергенного метаболизма. Техногенное вещество – собирательное понятие. Им обозначается совокупность самых разнообразных материальных продуктов, созданных трудом человека. В одних случаях это – природные тела, но специально обработанные (например, изделия из дерева, камня), в других – чуждые природе синтезированные материалы (пластмассы, ядохимикаты, взрывчатые вещества). В процессе металлургического производства в ландшафтной сфере происходит накопление многих металлов, которые в свободном состоянии в природе встречаются в небольшом количестве или совсем не встречаются (медь, железо, цинк, алюминий и др.). Металлизация антропогенных ландшафтов – характерная черта техногенеза последних столетий. Ориентировочно подсчитано, что современный мировой металлофонд определяется в 17–20 млрд т.

В особенно значительных объемах человечество внедряет в застраиваемые ландшафты широкий спектр техногенных горных пород (бетон, кирпич, асфальтовые смеси, асбестоцемент, стекло и др.). Кроме того, с давних времен используется обработанный естественный камень. За всю историю земной цивилизации и до первых десятилетий XX в. в ходе строительства множества сооружений (от египетских пирамид и Великой Китайской стены до плотины Днепрогэса) людьми было использовано примерно 70 млрд т естественных и техногенных горных пород, а за период с 1930 г. по конец XX в. еще 200 млрд т, главным образом техногенных.

Чтобы представить, насколько велики объемы техногенного вещества, ежегодно создаваемого человечеством и внедряемого в ландшафтную сферу, стоит привести лишь несколько цифр. Так, объем горных пород, перемещаемых в ходе строительных работ и при добыче полезных ископаемых, достигает примерно 10 тыс. км³/год. Он почти на три порядка превышает количество вещества, которое поступает с континентов в океан естественным путем в виде твердого и ионного стока. Только вскрышных горных пород ежегодно образуется около 200–250 млрд т. В мире за год выплавляется около 1 млрд т различных металлов, производится до 100 млн т синтетических материалов, на обрабатываемые

сельскохозяйственные земли вносится 700–800 млн т минеральных удобрений, около 5 млн т ядохимикатов. Техновещество, внедренное человеком в ландшафты, это: колоссальный парк машин и множество разнообразных сооружений: здания, дорожное покрытие, плотины, дамбы, оснащение аэродромов, нефте- и газопроводов, ЛЭП и др.

Техновеществом следует считать и всевозможные отходы производства, которые, к сожалению, неизбежны. Если природный метаболизм практически замкнут и безотходен, то техногенезу это недоступно. Как говорил В. И. Вернадский, *человечество постепенно «утопает» в отходах своего хозяйства*. За один год сброс промышленных и коммунальных стоков достигает 300–350 млрд т, детергентов (моющих средств) – свыше 10 млн т. Выбросы оксидов углерода составляют 30 млрд т, серы – 200 млн т, азота – 70 млн т. Общая масса брошенного автотранспорта определяется в 50 млн т. К концу XX в. в Западной Европе было накоплено около 800 млрд т твердых отходов. При равномерном распределении их по всей территории западноевропейских стран мог бы образоваться «культурный» слой мощностью около 10 см. В России на сегодняшний день в отвалах, на свалках и полигонах, в разного рода хранилищах скопилось 90 млрд т отходов, в их числе 1,5 млрд т – токсичны. Каждый год к ним добавляется 90 млн т токсически опасных продуктов переработки, в первую очередь нефти.

Таким образом, *в течение многих веков, но главным образом в XX в., ландшафтная оболочка насыщалась техногенным веществом, которое стало выступать как самостоятельный структурный компонент антропогенных геосистем, участвуя во многих процессах энергомассообмена*. По самым приблизительным подсчетам общая масса техногенного вещества на земном шаре определялась к концу XX века в $7,8 \cdot 10^{12}$ т. Она превосходит планетарную биомассу, составляющую в живом весе $6,5 \cdot 10^{12}$ т. Если же оценивать биомассу в сухом веществе, то по разным расчетам ее земные запасы колеблются от $1,8 \cdot 10^{12}$ до $2,4 \cdot 10^{12}$ т, т. е. в 3–4 раза уступают созданному человеком техногенному веществу. Невольно встает вопрос: в какой среде мы живем – биосферной или техносферной? Ответить на него можно словами поэта Р. Рождественского:

«Аэродромы, пирсы и перроны,
Леса без птиц и земли без воды...
Все меньше – окружающей природы,
Все больше – окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Берг Л. С.* Предмет и задачи географии // Избр. труды. М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 2. Физическая география. С. 112–119.
2. *Биткаева Л. Х., Николаев В. А.* Ландшафты и антропогенное опустынивание Терских песков. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 172 с.
3. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. М.: Советская энциклопедия, 1988. 432 с.
4. Геоэкологические принципы проектирования природно-технических геосистем. М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. 322 с.
5. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Авторы-составители: В. В. Козин, В. А. Петровский. Смоленск: Ойкумена, 2005. 576 с.
6. Глобальная экологическая перспектива. ЮНЕП, 2002. 504 с.
7. *Горшков В. Г.* Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды // Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. М.: ВИНТИ, 1990. 238 с.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2004 г.» М., 2005. 493 с.
9. *Гумилев Л. Н.* Этносфера. История людей и история природы. М.: Экопрос, 1993. 544 с.
10. *Дедков А. П., Мозжерин В. И., Шариффулин А. Н., Денмухаметов Р. Р.* Современная денудация равнин Земли по данным о стоке наносов и растворенных веществ // Изв. РАН. Сер. геогр. 2005. № 5. С. 30–38.
11. *Докучаев В. В.* Учение о зонах природы. М.: Географгиз, 1948. 63 с.
12. *Дьяконов К. Н., Дончева А. В.* Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект Пресс, 2002. 384 с.
13. *Евдокимова Т. И., Быстрицкая Т. Д., Васильевская В. Д., Гришина Л. А., Самойлова Е. М.* Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 154–182.
14. *Зорина Е. Ф., Ковалев С. Н., Никольская И. Н.* Факторы и пространственно-временные закономерности овражной эрозии // География, общество, окружающая среда. Т. IV. М.: Городец, 2004. С. 203–213.
15. *Исаченко А. Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 368 с.
16. *Кемп П., Армс К.* Введение в биологию. М.: Мир, 1988. 671 с.
17. *Ковда В. А.* Аридизация суши и борьба с засухой. М.: Наука, 1977. 272 с.
18. *Куракова Л. И.* Современные ландшафты и хозяйственная деятельность. М.: Просвещение, 1983. 160 с.
19. *Литвин Л. Ф.* География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: Академкнига, 2002. 256 с.
20. *Литвин Л. Ф., Кирюхина З. П.* Эрозионноопасные земли и пространственно-временные закономерности эрозии почв // География, общество, окружающая среда. Т. IV. М.: Городец, 2004. С. 196–202.
21. *Мильков Ф. Н.* Человек и ландшафты. М.: Мысль, 1973. 224 с.
22. *Николаев В. А.* Ландшафты азиатских степей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. 288 с.
23. *Николаев В. А.* Культурный ландшафт – геоэкологическая система // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2000. № 6. С. 3–8.
24. *Николаев В. А.* Экологические уроки полувекowego опыта целинного земледелия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2004. № 6. С. 3–10.
25. *Николаев В. А.* Ландшафтоведение. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 208 с.
26. Овражная эрозия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 168 с.
27. Охрана ландшафтов. Толковый словарь / Под ред. В. С. Преображенского. М.: Прогресс, 1982. 272 с.
28. Природа, техника, геотехнические системы / Под ред. В. С. Преображенского. М.: Наука, 1978. 152 с.
29. *Реймерс Н. Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 640 с.
30. *Реймерс Н. Ф.* Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия Молодая, 1994. 367 с.
31. *Розанов А. Б., Розанов Б. Г.* Экологические последствия антропогенных изменений почв // Итоги науки и техники. Сер. Почвоведение и агрохимия. Т. 7. ВИНТИ, 1990. 153 с.
32. *Рюле Ю.* Хлеб для шести миллиардов. М., 1965.
33. *Рябчиков А. М.* Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М.: Мысль, 1972. 224 с.
34. *Саушкин Ю. Г.* К изучению ландшафтов СССР, измененных в процессе производства // Вопросы географии. Сб. 24. М.: Географгиз, 1951. С. 276–299.
35. *Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
36. Терминологический словарь по физической географии / Под ред. Ф. Н. Милькова. М.: Высшая школа, 1993. 288 с.
37. *Чесняк Г. Н., Гаврилюк Ф. Я., Крупеников И. А., Лактионов Н. И., Шилихина И. И.* Гумусовое состояние черноземов // Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. М.: Наука, 1983. С. 186–198.

Глава II

ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ (АГРОЛАНДШАФТЫ)

II.1. Научно-производственные истоки аграрного ландшафтоведения

II.1.1. Семантика термина «агроландшафт»

В современной географической литературе термином «агроландшафт» часто обозначают любые сельскохозяйственные угодья: как земельные, так и пастбищные, сенокосные. Столь широкое толкование термина, по меньшей мере, неточно. *Агроландшафтами (от греч. Agros – поле) следует считать природно-антропогенные ландшафты, главная профилирующая социально-экономическая функция которых – растениеводство. Доминирующими в структуре агроландшафта являются обрабатываемые земли: поля, сады, огороды, плантации и т. п.* А сопровождающими, субдоминантными – служат элементы социально-экономической, экологической, инженерно-технической инфраструктуры: дороги, полевые станы, полевые полосы, сохранившиеся от распашки естественные лесные насаждения, болота, системы искусственного орошения, осушения. Другие сельскохозяйственные земли, например, пустынно-степные или высокогорные луговые пастбища, сенокосы, считать агроландшафтами нецелесообразно. Поэтому в названии данной главы особо подчеркнута синонимичность понятий «земледельческие ландшафты – агроландшафты».

Термин «агроландшафт» стал в последнее время традиционным не только в географической литературе, но и в трудах по сельскому хозяйству, землеустройству, охране природы. Однако по всему видно, ему уготована та же нелегкая участь, которая выпала ключевому для классического ландшафтоведения термину «ландшафт». Заключается она в неоднозначности понятий, в них вкладываемых. Подобно природному (естественному) ландшафту, агроландшафт представляется многим авторам безразмерной геосистемой. Агроландшафтом считают возможным называть и огород на дачном участке, и отдельный полевой

массив размером в несколько гектаров, и пахотные земли какого-либо хозяйства или целого экономического региона, охватывающего сотни тысяч квадратных километров. На самом деле *под агроландшафтом следует подразумевать не любой используемый в растениеводстве земельный массив, а лишь определенной, региональной размерности, того же геосистемного уровня, который свойствен природному ландшафту (в его региональном понимании)* [46].

Агроландшафт – это трансформированный земледелием в целях возделывания сельскохозяйственных культур природный ландшафт. Пространственная дифференциация природных ландшафтов, обусловленная главным образом геолого-геоморфологическим и гидроклиматическим факторами, остается значимой и для агроландшафтов. Порой она бывает замаскированной распашкой земель, однако практически никогда не исчезает. Залогом тому сама специфика сельского хозяйства, опирающегося прежде всего на адаптивное использование ландшафтов, в том числе их естественного разнообразия. В агроландшафте наряду с обрабатываемыми землями могут сохраняться фрагменты исходного природного ландшафта (леса, болота, другие неудобные земли). Но по занимаемой площади они, как правило, уступают обрабатываемым землям, являясь природными геосистемами, которые входят в состав экологического каркаса агроландшафта (см. раздел II.7.3) (рис. 4).

В целях морфологического анализа агроландшафтов считаем оправданным применение таксономических единиц, аналогичных принятым в ландшафтной географии. Следовало бы различать *разноранговые агрогеосистемы: агроурочище (и даже агропудурочище), агроместность, агроландшафт, агроландшафтный район, агроландшафтная провинция, агроландшафтная зона.* Когда же возникает потребность говорить об объекте, не прибегая к указанию его таксономического ранга, целесообразнее пользоваться *безразмерным термином «агрогеосистема».*

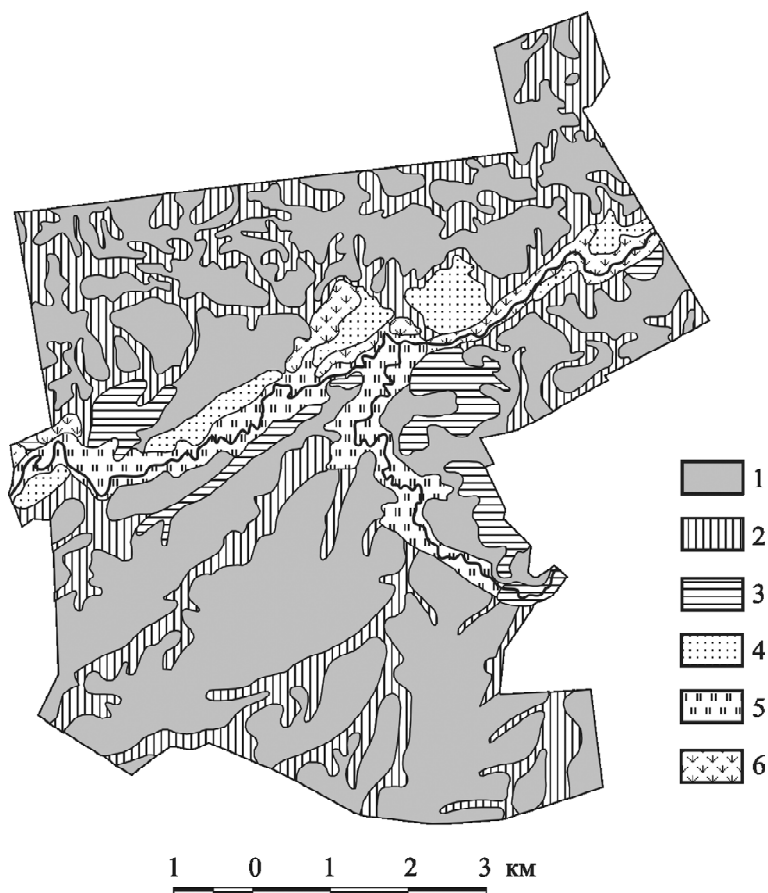


Рис. 4. Территориальная организация агроландшафта одного из сельскохозяйственных предприятий в лесостепной зоне Алтайского края [2]: 1 – пахотные угодья на плакорах лёссового плато с черноземами выщелоченными сулунистыми; 2 – байрачные березняки и луговые степи в логах и балках; 3 – березовые леса на лёссовом плато и надпойменных лёссовых террасах речных долин; 4 – сосновые леса на песчаных надпойменных террасах; 5 – кустарниково-луговая пойма; 6 – пойменные болота с березовой согой

II.1.2. Неолитическая сельскохозяйственная революция и роль агрикультуры в истории человечества

Зарождение земледелия знаменовало, по определению В. И. Вернадского, «великую победу» в истории земной цивилизации. Оно было связано с эпохой перехода человечества от присваивающего хозяйства к производящему. Тогда на смену, а чаще в дополнение к охоте, рыболовству, собирательству плодов дикой биоты стали внедряться в хозяйство земледелие и скотоводство. Растения и животные подвергались выборочному окультуриванию, приручению. Одновременно началась процесс хозяйственного освоения земель с целью использования их для выращивания первых культурных растений и выпаса скота. Американский эколог Ю. Одум предложил именовать его одомашниванием (доместикацией) ландшафтов [52]. Термин однако не получил широкого распространения. Очевидно, из-за того, что

несмотря на свою выразительность, недостаточно точен по существу. Речь, конечно, должна была идти об одомашнивании – доместикации растений и животных, а не ландшафтов.

Указанный перелом в истории человечества был назван английским археологом В. Г. Чайлдом *неолитической революцией*. Начался он, действительно, в эпоху неолита, когда зародились древнейшие очаги земледелия. Однако отличался значительной растянутостью по времени, метахронностью проявления в разных регионах земной суши. В общей сложности неолитическая революция охватила несколько тысячелетий и в ряде случаев вышла за пределы собственно неолита. Если на Ближнем Востоке первые очаги земледелия датируются VII тысячелетием до н. э., в Древней Греции, предгорьях Средней Азии и в Китае – V–VI тысячелетиями до н. э., то в лесной зоне Восточной Европы и юга Скандинавии они отмечены лишь в I и II тысячелетиях до н. э. и еще позже [62]. Земли средней полосы России впервые осваивались в сельскохозяйственных целях во времена известной в археологии фатьяновской культуры, II тысячелетия до н. э. (рис. 5). Примерно тогда же, с эпохи поздней бронзы и раннего железного века степные и пустынно-степные территории Евразии оказались под сильным воздействием пастбищного скотоводства ранних кочевников.

Неолитическая революция породила одну из древнейших материальных культур – *культуру земледелия или агрикультуру* (от лат. *agriculture*). Знаменательно, что латинское слово «культура» буквально толкуется как «возделывание». Основатели ноосферной концепции – В. И. Вернадский и Пьер Тейяр де Шарден – связывали с неолитической сельскохозяйственной революцией появление на Земле первых очагов, «зерен» ноосферы – сферы разума.

В то время формировалась одна из самых ранних земных цивилизаций – *сельскохозяйственная*. Неолитическая революция и агрикультура дали мощный толчок развитию многих видов общественной деятельности: градостроительству, различным ремеслам (ткачеству, гончарному делу, металлургии и др.), древней письменности, наукам.

Со временем возник целый комплекс аграрных наук, обслуживающих земледелие: агрономия, агробиология, агроэкология, агрохимия, агрометеорология и др. В их числе свое достойное место заняло аграрное ландшафтоведение. Его важнейшие задачи видятся в ландшафтно-адаптивной организации сельскохозяйственных территорий, охране обрабатываемых земель, повышении их плодородия, оптимизации агрогеосистем и умелом управлении их функционированием.

В наше время земледелием производится большая часть пищевой энергии, потребляемой человечеством. По подсчетам специалистов, растениеводство дает примерно 85% всех пищевых энергоресурсов, необходимых для современного населения Земли. Из них 52–55% приходится на хлебные и крупяные злаки. 25–27% энергии дают в совокупности картофель, бобовые, масличные культуры, овощи и фрукты. Еще 7% люди получают, используя в своем рационе сахар – продукт переработки сахарной свеклы и сахарного тростника. Кроме того, на обрабатываемых землях выращивается ряд ценных технических культур, в том числе прядильных (хлопчатник, лен, джут).

Без преувеличения можно сказать: *земледелие – главный процесс во взаимодействии человечества с природой*. С неолита и до наших дней им определяется само существование планетарной геоэкологической системы «природа–социум».

II.1.3. Агроландшафты – планетарное явление

Принято считать, что современное обострение кризисных экологических ситуаций является закономерным следствием бурного развития промышленности, энергетики, транспорта, градостроительства. Сельскохозяйственному производству обычно отводится второстепенная роль в дестабилизации природной среды. На самом деле оно издавна и особенно после так называемой зеленой революции второй половины XX в. было и остается одним из важнейших факторов антропогенного воздействия на ландшафтную оболочку. *Переход человечества от присваивающего хозяйства к производящему в ходе неолитической революции знаменовал переломный рубеж не только в истории цивилизации, но и земной природы. Со времени зарождения земледелия и животноводства антропогенный фактор стал играть решающую роль в ее судьбах.*

Под воздействием массового земледельческого освоения на земной суше образовались громадные по площади аграрные регионы, ранее не

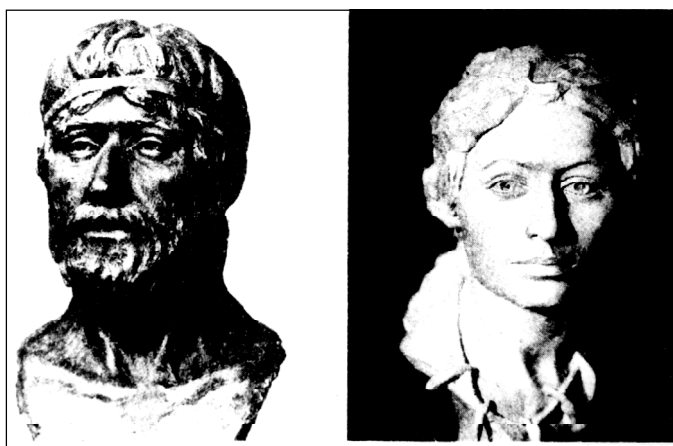


Рис. 5. Представители фатьяновской культуры – первые земледельцы в лесной зоне Центральной России. Реконструкция Г. В. Либединской по мужскому и женскому черепам из могильников Ярославской и Ивановской областей (XVIII–XIV вв. до н.э.)

свойственные нашей планете. Почти полностью лесо-лугово-полевыми, лугово-полевыми стали в умеренном поясе Северного полушария природные зоны смешанных и широколиственных лесов, лесостепная зона. Степи Восточной Европы на 80% представлены полевыми ландшафтами. В субтропических и тропических широтах через стадию аграрного преобразования прошли зоны саванн, кустарников и редколесий типа чапараль, гаррига, маквис и др. Современный облик нашей планеты невозможно представить без обрабатываемых земель, предназначенных для выращивания пшеницы, риса, кукурузы, проса, других зерновых и зерново-бобовых культур, картофеля, хлопчатника, чайного куста, кофе, цитрусовых, винограда, бананов, кокосовой и финиковой пальмы, плодово-ягодных и многих других сельскохозяйственных культур. *Земледельческие ландшафты – ныне планетарное явление.*

По данным ФАО, в начале XXI в. общая площадь обрабатываемых земель на нашей планете составляла 1 532 млн га, или 11,4% земной суши. Во всемирном аграрном фонде преобладают неорошаемые пахотные земли, на которые приходится около 76%. Орошаемые поля занимают 16%. А садово-плантационные агроландшафты – около 8%. Земледельческая освоенность материков неодинакова. В Европе ею охвачено 28% территории, в Африке – 7, Азии – 16, Северной Америке – 12, Южной Америке – 8, Австралии – 6%. По степени распаханности земель многие европейские страны, Индия и США превышают средний для мира показатель. В ряде других стран, например, в Бразилии, Канаде, России, он заметно ниже (табл. 6).

По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации» [13], площадь обрабатываемых земель в нашей стране на 1 января 2005 г. со-

Таблица 6

Пахотные земли в странах мира (по состоянию на 1995 г.) [34]

Страны	Общая территория, млн га	Пахотные земли, млн га	Пахотные земли, % общей территории	Пахотных земель на одного жителя, га	Землеёмкость производства зерна (га/тонну)
Бразилия	851,2	53,5	6,28	0,34	0,40
Великобритания	24,5	5,9	24,1	0,10	0,16
Германия	35,7	11,8	33,0	0,14	0,16
Индия	328,8	166,1	50,5	0,18	0,47
Канада	997,1	45,4	4,6	1,54	0,37
Китай	959,7	92,0	9,6	0,08	0,21
Россия	1 709,8	128,9	7,5	0,87	0,86
США	936,4	185,7	19,8	0,70	0,22
Франция	55,2	18,3	33,1	0,32	0,16
Япония	37,8	4,0	10,6	0,03	0,17

ставляла 123,9 млн га, (7,24% общей территории). В связи с переходом страны к рыночной экономике в 90-е годы XX в. произошло значительное сокращение пахотных площадей главным образом за счет перевода под залежь низкопродуктивных угодий. Параллельно в еще большей мере уменьшились посевные площади, а доля чистых паров, напротив, возросла почти в полтора раза (табл. 7).

Современная структура сельскохозяйственных угодий России представлена в табл. 8.

По сравнению с аналогичными показателями по миру в целом (см. табл. 1) Россия значительно уступает как по доле обрабатываемых земель в земельном фонде (7,24% против 11,6%), так и кормовых угодий (5,38% против 24,3%). В совокупности сельскохозяйственные угодья России

Таблица 7

Изменение площади пашни и посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации за период с 1970 по 2000 гг. (по данным «Российского статистического ежегодника». М., 2001.)

Состав обрабатываемых земель	Площадь пашни, посевов сельскохозяйственных культур и чистых паров, млн га			
	1970	1980	1990	2000
Пашня	133,3	133,9	131,8	119,7
Посевы всех культур	121,9	124,8	117,7	85,4
В том числе:				
зерновые	72,7	75,5	63,1	45,6
технические	6,5	6,2	6,1	6,4
кормовые	37,4	38,4	44,6	29,1
картофель и овощебахчевые	5,2	4,7	4,0	4,2
чистые пары	12,1	9,5	13,8	18,0

Таблица 8

Сельскохозяйственные угодья Российской Федерации (по состоянию на 01.01.2005г.) [13]

Сельскохозяйственные угодья	Площадь, млн га	% от площади	
		сельскохозяйственных угодий	страны в целом
Пашня	122,1	55,32	7,14
Залежи	4,8	2,17	0,28
Многолетние насаждения (сады, виноградники и др.)	1,8	0,82	0,10
Пастбища	68,0	30,81	3,98
Сенокосы	24,0	10,88	1,40
Всего сельскохозяйственных угодий	220,7	100	12,9

Таблица 9

Поясно-зональная структура территории России*

Географический пояс (подпояс)		Ландшафтная зона (подзона)	Площадь, млн га	% от площади страны	
Арктический		Арктическая пустыня	9,8	0,6	18,7
Субарктический		Тундра и лесотундра	310,2	18,1	
Умеренный	бореальный	Тайга	948,0	55,4	61,6
		Смешанные леса (подтайга)	106,2	6,2	
	суббореальный	Широколиственные леса	52,3	3,1	18,5
		Лесостепь	91,2	5,3	
		Степь	149,1	8,7	
		Полупустыня и пустыня	24,2	1,4	
Субтропический		Субсредиземноморские субтропики	0,2	0,1	0,1
Прочие земли			18,6	1,1	1,1
Страна в целом			1 709,8	100	100

*Таблица составлена на основании данных измерения площадей природных зон России, произведенного А. Г. Исаченко [24] методом планиметрирования.

занимают всего 12,9% территории страны, тогда как на земной суше на них приходится 35,9%. Столь очевидная диспропорция объясняется главным образом северным географическим положением нашего государства. Россия – одна из самых холодных стран мира.

Около 19% ее территории находится в полярных арктических и субарктических широтах, где земледелие в открытом грунте вообще невозможно. Более 60% расположено в таежной и подтаежной зонах, с очень ограниченными агроклиматическими и агропочвенными ресурсами. И только около 17% российских земель относительно благоприятны для растениеводства. К ним относятся ландшафты широколиственных лесов, лесостепные и степные (табл. 9). Очевидна исключительная ценность той малой относительно планетарных показателей доли земель, которые являются сельскохозяйственными угодьями России. Кормящие россияне, они в первую очередь нуждаются в особенно бережном использовании, охране и уходе. Это действительно – «золотой» земельный фонд страны.

Поясно-зональной структурой, характерной для территории России, объясняется очень неравномерная аграрная освоенность страны. Лишь малая часть обрабатываемых земель находится в бореальной (таежной и подтаежной) зональной области, господствующей по площади. В основном же растениеводство сосредоточено в южных регионах (табл. 10), занимающих лишь одну шестую часть государственной территории. Именно здесь находится житница России.

Свыше 60% обрабатываемых земель России располагается в степной и лесостепной зонах. Распаханность достигает здесь 80% и более. В этих районах производится до 85% российской полеводческой продукции.

Установлено, что в ходе многовекового земледелия человечество безвозвратно утратило вследствие антропогенного разрушения (эрозии, дефляции, вторичного засоления, заболачивания) примерно 1 300 млн га ранее обрабатываемых земель. По сути, почти столько же, сколько ныне обрабатывается на нашей планете. Если к этому присовокупить бывшие пахотные массивы, занятые в настоящее время вторичными лесами, ред-

Таблица 10
Зонально-географическое распределение пахотных угодий России (90-е годы XX в.)

Природная зона (подзона)	% общей площади обрабатываемых земель
Южнотаежные и смешанные (подтаежные) леса	13
Широколиственные леса	16
Лесостепь и типичные (черноземные) степи	53
Сухая степь (темно-каштановые и каштановые почвы)	10
Пойменные земли	1
Прочие земли	7

колесьями, антропогенной саванной, пустошами, лугами и кустарниками, застроенными территориями, то можно полагать, что в общей сложности за всю историю агрикультуры ею было охвачено более четверти земной суши.

Многовековое распространение агрикультуры привело к резкому обеднению естественного биологического и ландшафтного разнообразия планеты. Аграрная конвергенция природы давно была подмечена естествоиспытателями. А. Гумбольдт писал: «Земледельческие народы искусственно увеличивают господство общественных растений, распространяя на многие места умеренной и северной зон характер однообразия природы» [14, с. 195]. Тем самым человечество посягнуло на один из основополагающих системных законов – закон необходимого разнообразия, которым поддерживается экологическая устойчивость нашей планеты. Когда от века сбалансированное ландшафтное разнообразие разрушается, происходит дестабилизация земной природы (см. гл. I).

II.1.4. Ландшафтно-экологический поиск на отечественной ниве

Основоположником российской школы агрономии и агроэкологии по праву признается Андрей Тимофеевич Болотов (1738–1833). Среди его трудов, посвященных сельскому хозяйству, отметим исследование «О разделении полей» (1771), где впервые дано обоснование севооборотов и рациональной территориальной организации сельскохозяйственных земель (по сути агроландшафтного планирования). Крупнейшие естествоиспытатели конца XIX – начала XX вв., занимавшиеся проблемами российского сельского хозяйства, настойчиво подчеркивали необходимость учета местных географических условий. В. В. Докучаев, К. А. Тимирязев, А. А. Измаильский, А. И. Воейков, П. А. Костычев, А. Н. Энгельгардт, И. А. Стебут и другие доказывали, сколь важен *ландшафтно-экологический подход в сельскохозяйственном производстве*. Еще в 1892 г. А. А. Измаильский утверждал: «Сельское хозяйство, прежде всего, есть дело местное, улучшение в нем главным образом обуславливается борьбой с местными препятствиями, оценка которых из прекрасного далека приводит лишь к одним ошибкам. Изучение их «проездом» – тоже дело мало продуктивное» [23, с. 72]. В приведенных словах известного русского агронома обращает на себя внимание предупреждение о пагубности принятия каких-либо решений по сельскому хозяйству из «прекрасного далека», без тщательного изучения конкретных природных условий (что, к сожалению, нередко имело место в совхозном строительстве бывшего СССР).

Идеи региональной, поместной адаптации земледелия к природной среде звучали в конце XIX в. очень решительно. Именно они, а также кризисное состояние села в пореформенной России стали главной побудительной причиной организации комплексных, поистине ландшафтных, изысканий на сельскохозяйственных землях. Первые среди них – знаменитые докучаевские экспедиции: Нижегородская (1882–1886 гг.), Полтавская (1888–1894 гг.), Особая экспедиция Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России (1892–1897 гг.). В ходе изучения природных условий и приемов земледелия в разных регионах страны В. В. Докучаев, его ученики и последователи пришли к убеждению: *человек, работающий на земле, всегда и всюду имеет дело не с отдельными природными телами и явлениями, а с их сложным комплексом, целостной системой биопроизводства и воспроизводства агроресурсов и агросреды*. Отсюда зародилась идея о необходимости новой науки о «многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемой живой и мертвой природой» [19, с. 416]. Такой наукой стало ландшафтоведение. Несомненно, ему был свойствен изначальный заряд агрофильности. *Наука о ландшафте зародилась в России не в процессе изучения девственной (таежной или пустынной) природы, а на степной ниве*. Ее первые шаги были сделаны по проложенной пахарем борозде.

Важно отметить, что в трудах В. В. Докучаева красной нитью прослеживается мысль о прочной взаимосвязанности не только природных тел и явлений, но также природы и общественного производства. Ныне широко известные представления о природно-хозяйственно-социальных геосистемах, в том числе агроландшафтах, толковались им в качестве законов соответствия «почвенных и естественно-исторических зон (горизонтальных и вертикальных) и сельскохозяйственных царств, а равно... соотношений между зонами природы и всей жизнью, всей деятельностью человека – даже его умственным и нравственным складом...» [16, с. 62]. Характеризуя степную зону, он пишет: «Кажется, что сам Бог предназначил эти области для землепашца и скотовода, но с тем условием, чтобы, трудясь, они приспособивались к местной обстановке: к почве и грунтовым водам, к климату с его грозами, суховеями, мглою, к бесснежным зимам...

Точное соблюдение этого условия является единственным залогом успешности сельского хозяйства степей» [16, с. 45]. Говоря о сельскохозяйственной науке, В. В. Докучаев мечтал о

времени, когда опытные поля и агрономические школы «будут создаваться как строго зональные, до мелочей приспособленные к физико-географическим, историческим, этнографическим и экономическим особенностям данной зоны» [16, с. 42]. Вместе с В. В. Докучаевым основы отечественной агрогеографии, в том числе агроландшафтоведения, закладывались его учениками, коллегами. Среди них следует упомянуть Г. Н. Высоцкого, А. Н. Краснова, А. И. Воейкова, Г. И. Танфильева, П. А. Костычева, А. А. Измаильского.

Развивая докучаевские идеи, Л. С. Берг уже в начале нашего столетия (1913 г.) ставил перед географией задачу по изучению и описанию природных и культурных ландшафтов. Среди последних исключительное место отводилось земледельческим ландшафтам. Знаменательно, что первое, в 1930 г., издание своего капитального труда «Ландшафтно-географические зоны СССР» Л. С. Берг осуществил по линии ВАСХНИЛ при поддержке ее тогдашнего президента Н. И. Вавилова. В предисловии к нему было изложено научное кредо автора: «Настоящая работа печатается в приложении к научно-агрономическому органу на основании того неоспоримого убеждения, что как при поднятии сельского хозяйства, так и организации опытного дела, следует прежде всего иметь в виду ту географическую обстановку, тот географический ландшафт, среди которого приходится работать сельскому хозяйству. Без знания географических ландшафтов поднятие сельского хозяйства немислимо» [7, с. 4].

Ценнейший опыт решения аграрных проблем на основе комплексных естественно-исторических изысканий содержат труды Л. Г. Раменского. Выдающийся геоботаник, эколог, он заложил фундамент учения о природных типах сельскохозяйственных земель. В развернутом виде оно изложено в его монографическом исследовании «Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель» [56]. Последние годы жизни Л. Г. Раменский посвятил созданию «Учения о типах земель СССР», которое, к сожалению, не успел завершить.

Комплексное изучение сельскохозяйственных земель нашей страны, сопровождаемое крупномасштабным картографированием, агропроизводственной группировкой и оценкой земель, было широко поставлено в послевоенные – 40-е и 50-е годы XX в. Их результаты использовались в хозяйствах в целях ландшафтного обоснования землеустройства, определения оптимальных режимов эксплуатации различных видов земель, мелиоративных мероприятий. Этот этап развития отечественного агроландшафтоведения отмечен трудами Д. Л. Арманда, К. В. Зворыкина, М. А. Глазовской, К. И. Геренчука и др. Несколько позже –

главным образом, в 60–70-е годы агроландшафтные исследования выходят на региональные рубежи. Крупномасштабные изыскания дополняются средне- и мелкомасштабными, которые охватывают целые административные области, края, экономические районы. Их материалы становятся полезным подспорьем для природно-хозяйственного районирования, региональной специализации сельского хозяйства, дифференцированного использования различных систем земледелия, проектирования крупных мелиоративных комплексов. Параллельно проводились работы по качественной оценке (бонитировке) сельскохозяйственных земель (см. раздел II.5.5.). В итоге произошла закономерная экологизация агрогеографических исследований, слияние ландшафтного и экологического подходов при изучении сельскохозяйственных земель.

Ландшафтно-экологический подход отличает и зарубежные агрогеографические школы. В США почвенную съемку уже многие годы проводят, по сути дела, с ландшафтных позиций, классифицируя и оценивая для сельскохозяйственных целей не только почву, но весь комплекс природных особенностей земель. Наряду с почвоведными и агрономами, американские и западноевропейские экологи и географы занимаются изучением и кибернетическим моделированием агроэкосистем, изыскивая эффективные приемы управления ими, в том числе с помощью прецизионного (точного) земледелия на основе компьютерных технологий [53, 54, 64].

II.2. Концепция агроландшафта

II.2.1. Агроландшафт – природно-производственная геоэкосистема

Выше было показано (см. раздел II.1.4.), сколь велика была роль изучения сельскохозяйственных земель в становлении и развитии отечественного ландшафтоведения. Московская университетская ландшафтная школа всегда отличалась повышенным интересом к аграрным проблемам. Изучением и картографированием земледельческих ландшафтов активно занимались в 50–80-е годы XX в.: основатель школы Н.А. Солнцев и его многочисленные ученики (Г. Н. Анненская, А. А. Видина, И. В. Джерпетов, В.К. Жучкова, И. И. Мамай, Ю. Н. Цесельчук), а также группа по оценке земель во главе с К. В. Зворыкиным. Агроландшафты зарубежных стран стали объектом геоэкологического анализа Э. П. Романовой [59], Л. И. Кураковой [30], Н. Н. Алексеевой [1]. Большой вклад в развитие аграрного ландшафтоведения был сделан воронежскими географами во главе с Ф. Н. Мильковым [38].

Многолетним опытом агроландшафтных исследований располагает автор [39, 41–43, 45, 47, 48]. На его счету экспедиционные работы в Южном Нечерноземье, Нижнем Поволжье, Северном и Центральном Казахстане, Алтайском крае, Индии. Изыскания были нацелены на поиск путей оптимизации землепользования. Они исходили из принципов природно-хозяйственной адаптивности, неистощительного аграрного природопользования, функциональной диверсификации и конструктивного преобразования земель. Была обоснована геоэкологическая концепция агроландшафта [40]. Ее идейными истоками послужили представления о природно-производственных (геотехнических) системах, которые активно развивались в отечественной географии в 70-е годы XX в. [55].

В указанной концепции природная среда и земледелие рассматриваются в качестве главных структурных составляющих агроландшафта. Они образуют его природную и производственную подсистемы.

Только их совокупное единство, обусловленное постоянными вещественно-энергетическими связями, обеспечивает возможность формирования растениеводческой продукции. Иными словами, *агрогеосистема – не механическая сумма природной и сельскохозяйственной составляющих, а новое, более сложное по своей организации образование, обладающее свойствами эмерджентности. Главная цель, ради которой создаются и функционируют агрогеосистемы – производство сельскохозяйственной продукции. Их ядром, фокусом взаимодействия человека с землей являются возделываемые сельскохозяйственные культуры.* Агроландшафт в целом и все его структурные элементы оцениваются по степени благоприятствования, обеспечения необходимых условий жизнедеятельности этих «хозяев агроландшафтного дома». На них сосредоточиваются в конечном счете все важнейшие системообразующие связи. А это значит, что *агрогеосистема обнаруживает очевидные свойства экосистемы.* Двойственная гео- и экосистемная сущность объекта исследований диктует соответствующие научно-методические подходы: с одной стороны, с позиций геосистемного анализа, цель которого выявление связей всех структурных элементов, в особенности природной и сельскохозяйственной подсистем, с другой – анализа агроландшафтной среды и ее составляющих для различных типов растениеводства и конкретных видов сельскохозяйственных культур.

В составе производственной подсистемы агроландшафта особо выделяется блок управления. Его роль чрезвычайно важна. Ибо *без антропо-*

генного управления существование и функционирование агроландшафта невозможно.

Агроландшафт является открытой геозеосистемой. Он испытывает влияния как природной, так и социально-экономической внешней среды. К первым можно отнести межландшафтные перемещения вещества и энергии с атмосферными, водными, грунтовыми потоками, миграцией биоты (например, насекомых-вредителей) и т. п. Ко вторым – социальный заказ (например, специализация того или иного района на производстве определенного вида сельскохозяйственной продукции), государственные экономические субсидии, ситуация на рынке и др. В свою очередь, агрогеосистема, помимо сельскохозяйственной продукции, нередко выбрасывает за свои пределы другие производные функционирования, связанные, например, с эрозией и дефляцией почв, смывом минеральных и органических удобрений, ядохимикатов с полей, эвтрофикацией водоемов и пр.

II.2.2. Концептуальная модель агрогеосистемы

Предпринято несколько попыток показать агроландшафтную систему в виде концептуальной графической модели. Один из вариантов представлен на рис. 6. Модель позволяет программировать основные направления агроландшафтных исследований. Среди них такие, как: *а) сопряженное изучение природной и производственной составляющих системы; б) исторический (диахронный) анализ взаимодействия природы и сельскохозяйственного производства на нескольких последовательных временных срезах; в) ландшафтно-экологическое рассмотрение системы в целом как среды обитания сельскохозяйственных культур; г) проблемы мониторинга, антропогенной регуляции и оптимизации агрогеосистемы; д) учет внешних природных и социально-экономических воздействий; е) оценка биопродуктивности агрогеосистемы и побочных влияний ее функционирования на другие природные и природно-производственные геосистемы.*

Имеющийся опыт показывает, что игнорирование той или иной стороны изучаемых аграрных геосистем, как правило, ведет к существенным научно-информационным потерям, утрате интегративной (природно-производственной) специфики объекта. Агроландшафтные классификации и карты становятся при этом излишне упрощенными, не отвечающими требованиям исходной научной концепции. Часто в них фиксируется лишь тип сельскохозяйственного использования земель, отсутствует характеристика их природной субстанции и, тем более, процессов функциони-

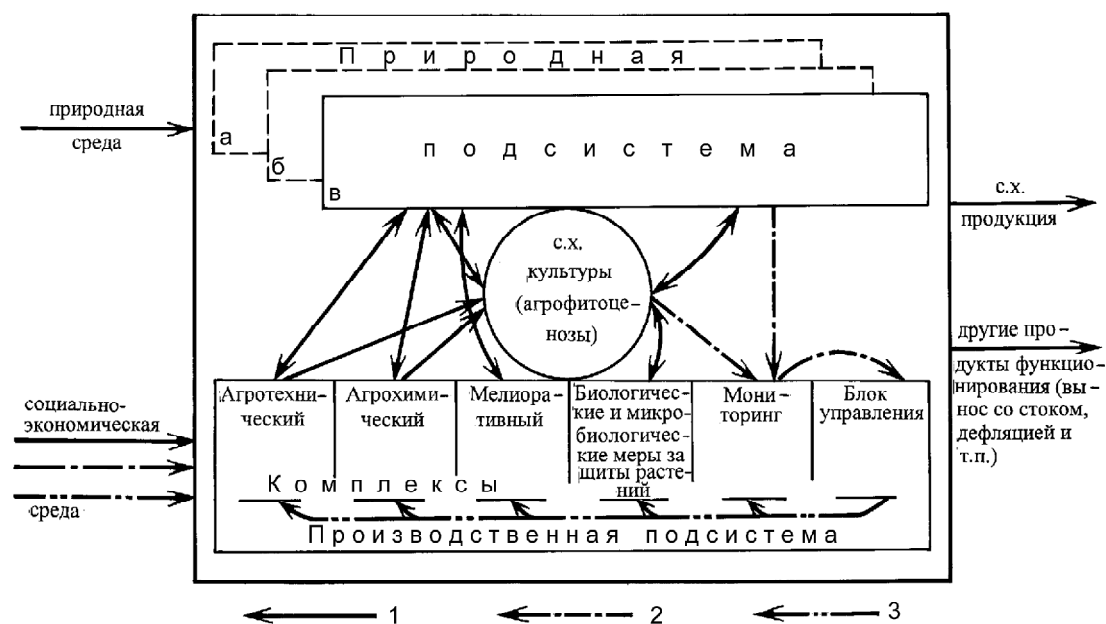


Рис. 6. Концептуальная модель агрогеосистемы (а, б, в – исторические стадии антропогенезации природной подсистемы). Связи (внутренние и внешние): 1 – вещественно-энергетические; 2 – информационные; 3 – управления

рования или технологии производства. На современном уровне научных знаний такой подход к изучению сельскохозяйственных земель явно недостаточен: он не вскрывает геосистемной и экосистемной сущности объекта.

II.2.3. Аглоландшафтное картографирование

Карта – наиважнейшая научная модель для любого географического исследования. В ней, как в зеркале, отражаются концептуальные устои, на которых оно базируется. Не является исключением из этого правила и аграрное ландшафтоведение.

К сожалению, опыт аглоландшафтного картографирования пока невелик. Такое положение дел объясняется значительной структурно-функциональной сложностью изучаемого объекта. Для его понимания и, тем более, картографирования необходимы знания как в естественно-исторической области, включая оценку агроэкологического потенциала земель, так и в производственной – агротехнической и агромелиоративной. Не менее важна информация о биологической продуктивности аглоландшафтов. Подобные трудности порой отпугивают ландшафтоведа-аграрника, подталкивая его на путь упрощенного решения задачи, в лучшем случае ориентированного на качественную оценку (бонитировку) земель (см. раздел II.5.5), в худшем – картографическое воспроизведение сельскохозяйственных угодий, свойственных региону. При этом моделируемый аглоландшафт оказывается лишенным либо природной, либо производственной подсистемы и,

как следствие, теряет свою геоэкологическую целостность.

В зарубежной картографии давно практикуется составление карт использования земель (*land use*). Содержание их максимально упрощено. Доступное для рядового читателя, оно представляет информацию о территориальном размещении различных видов хозяйственных угодий: полей, плантаций, садов, пастбищ, сенокосов, лесов, водоемов и т. п. Ни природной характеристики земель, ни сведений о применяемых севооборотах, агротехнике и мелиорациях на картах *land use* не приводится. Считать их хотя бы отдаленным аналогом аглоландшафтных карт нет оснований.

Значительно ближе к аглоландшафтным картам стоят карты агропроизводственной группировки земель. В 50–80-е годы XX в., наряду с почвенной картой и картой качественной оценки земель, они были обязательным кадастровым документом каждого колхоза, совхоза в нашей стране. Под агропроизводственной группировкой понимается типология земель по их пригодности для определенных видов сельскохозяйственного использования. В соответствии со свойственным землям агроэкологическим потенциалом для каждой производственной группы земель устанавливаются: рациональные типы севооборотов, состав возделываемых культур, агротехнические и агрохимические комплексы, мелиоративные преобразования. Будучи рекомендательными, подобные карты служат научной основой территориальной организации землепользования сельскохозяй-

ственных предприятий. Их по праву можно считать первыми образцами карт ландшафтного планирования, ставших ныне весьма популярными. Жаль, что об этом ценном отечественном опыте недавнего прошлого современные российские специалисты в области ландшафтного планирования не вспоминают, ссылаясь главным образом на зарубежные труды.

Методология и методика агроландшафтного картографирования разрабатывалась на географическом факультете МГУ в процессе комплексных экспедиционных исследований целинных земель Северного Казахстана и Западной Сибири (50–70-е годы XX в.) [5, 6, 10, 39, 41]. Основой служила классическая ландшафтная съемка, как крупномасштабная – на землях ключевых целинных хозяйств в различных ландшафтных провинциях и районах, так и средне-, мелкомасштабная – административных районов, областей, краев. Она была первым и неперенным этапом агроландшафтного исследования, избежать которого невозможно. Ландшафтная съемка воспроизводила естественную дифференциацию территории, без учета которой все последующие аграрные построения представляются в буквальном смысле

ле беспочвенными. На следующем этапе работ в центр внимания ставились собственно агроландшафтные геосистемы как продукт взаимодействия земледелия и природных комплексов. Применительно к каждому природному виду ландшафтов исследовались: характерные типы использования земель, состав и многолетняя урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур, севообороты, системы обработки почвы, агрохимический и мелиоративный комплексы, деструктивные процессы (эрозия и дефляция почв, вторичное засоление земель и пр.), приемы борьбы с ними и т. п. Одновременно привлекались материалы Гидрометеослужбы, опытных сельскохозяйственных станций, госсортоучастков, новейшие разработки по совершенствованию агрокомплекса и мелиорации земель.

Итогом обобщения собранных материалов стала систематика агроландшафтов Западносибирско-Казахстанского степного региона. Была создана серия агроландшафтных карт как отдельных хозяйств, так и административных областей и краев. В качестве примера можно привести мелкомасштабную агроландшафтную карту Алтайского края (рис. 7). Ее легенда построена путем

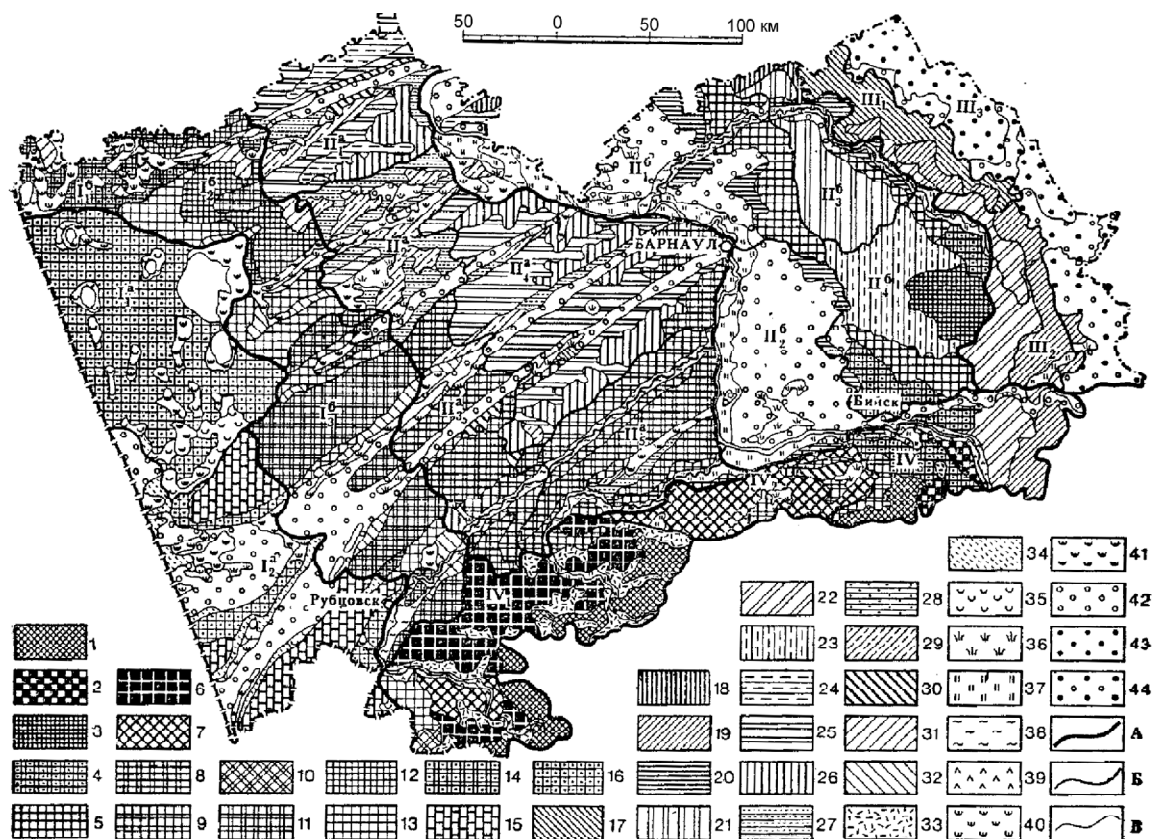


Рис. 7. Агроландшафтная карта Алтайского края (равнинные территории и Салаирский кряж) [39]. 1–44 – агроландшафтные системы (поясн. см. в табл. 11). Агроландшафтные провинции: I – Кулундинская степная (распахано 63% территории); II – Верхнеобская лесостепная (65%); III – Салаирская подтаежная и таежная (15%); IV – Предалтайская лугово-степная и лесостепная (75%). Границы: А – агроландшафтных провинций; Б – подпровинций; В – районов

Таблица 11

Легенда агроландшафтной карты Алтайского края (фрагмент)

Агроландшафты		Природные условия и ресурсы										Агротехнический комплекс, мелиоративные мероприятия			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Рельеф, поверхностные отложения, почвы			Типичные севообороты			Основные приемы обработки почвы			Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование		
		Агроландшафт																					
Природная зона (подзона)	№ агроландшафта	Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
Природная зона (подзона)	№ агроландшафта	Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
Природная зона (подзона)	№ агроландшафта	Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								
		Агроландшафт										Противоэрозионный комплекс: контурная вспашка, буферные полосы, многолетних трав, луговое, прерывистое бороздование			Средняя многолетняя урожайность, ц/га								

системного сопряжения природной и производственной подсистем агроландшафта (табл. 11). Соответствующим образом она характеризует агроландшафты с нескольких позиций: 1) принадлежность к определенной природной зоне (подзоне); 2) агроклиматические условия и ресурсы; 3) рельеф, поверхностные отложения, почвы; 4) типы севооборотов; 5) почвозащитная агротехника; 6) мелиорация земель; 7) средняя многолетняя урожайность ведущих сельскохозяйственных культур. Помимо того, на карте показано агроландшафтное районирование Алтайского края. Выделены агроландшафтные провинции, подпровинции, районы.

II.3. Агроэкологические законы

II.3.1. Факторы жизни растений

Растениеводство – важнейшая отрасль сельского хозяйства. Вместе с тем растениеводство – наука о культурных растениях, их биологических особенностях, условиях и методах выращивания, биопродуктивности, селекции и др. Агроэкология – одна из основ растениеводства. Ее объекты – *факторы жизни растений: свет, тепло, вода, воздух, элементы питания*. Наличие на Земле всех названных факторов обеспечивает существование на нашей планете растительности.

Лучистая энергия Солнца – главный фактор важнейшего физиологического процесса в растительном мире – процесса фотосинтеза. Фотосинтез (от греч. photos – свет и synthesis – составление, соединение) – это образование органических веществ (сахарозы, крахмала, аминокислот и др.) высшими растениями, водорослями и некоторыми бактериями (фототрофами) на основе использования солнечной энергии, углекислого газа, воды и элементов минерального питания. Непременным условием фотосинтеза служит участие в нем поглощающих свет пигментов зеленых растений (хлорофилла и др.). При этом связывается и переводится в биогенную солнечная энергия, лежащая в диапазоне 380–710 нм электромагнитных волн. Ее называют фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Усвоение ФАР зелеными растениями очень мало – в среднем менее 1%. Лишь некоторые наиболее продуктивные сельскохозяйственные культуры, например, сахарный тростник, кукуруза, выращиваемые в оптимальных агроэкологических условиях, способны доводить усвоение ФАР до 3–5%. В редких экспериментах, когда создавалась максимально благоприятная среда выращивания сельскохозяйственной культуры, удавалось поднимать на короткое время усвоение ФАР до 8–10%. Решение проблемы увеличения использования ФАР в растениеводстве позволило бы

совершить настоящую «зеленую революцию» не только в сельском хозяйстве, но и в энергетике.*

Фотосинтез возможен лишь в достаточно прогретой среде, при температурах воздуха, почвы и воды, необходимых для вегетации растений. В связи с этим в агрометеорологии используется понятие «активные температуры» и «суммы активных температур» воздуха. *Под активными температурами понимаются среднесуточные температуры воздуха $\geq 10^\circ\text{C}$, которые характеризуют период активной вегетации сельскохозяйственных культур. Другой показатель – сумма активных температур – это сумма среднесуточных температур воздуха за период с устойчивой температурой выше 10°C* . Например, для выращивания ранних сортов картофеля достаточна сумма активных температур 1 200–1 400 $^\circ\text{C}$, для успешного возделывания риса необходимо по крайней мере 3 200–3 500 $^\circ\text{C}$, а тонковолокнистого хлопчатника – 4 500–5 000 $^\circ\text{C}$.

Вода составляет от 50 до 99% живой биомассы растений. Она участвует во всех биохимических и биогеохимических процессах, сопровождающих жизнь растений: фотосинтезе, десукции, транспирации и др. При нехватке воды вегетационный процесс замедляется или прекращается. Известны многочисленные случаи гибели сельскохозяйственных культур из-за засухи. В агрометеорологии используется несколько гидротермических показателей, отражающих соотношение тепла и влаги. В России широко известен гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова:

$$\text{ГТК} = \frac{r}{0,1 \sum t_{10^\circ\text{C}}},$$

где r – сумма атмосферных осадков за вегетационный период, $\sum t_{10^\circ\text{C}}$ – сумма активных температур. При агроклиматическом районировании применяется коэффициент атмосферного увлажнения Г. Н. Высоцкого–Н. Н. Иванова:

$$K = \frac{r}{E},$$

где r – сумма атмосферных осадков за год, E – испаряемость за тот же период. *При коэффициенте атмосферного увлажнения ниже 0,30–0,35 неполивное земледелие становится практически невозможным.*

* В связи с нарастающей угрозой глобального энергетического кризиса в ряде стран активно разрабатываются технологии получения биологического топлива на основе переработки продукции растениеводства. На производство горючего для автотранспорта используется часть урожая зерновых и других сельскохозяйственных культур. В Бразилии, например, около четверти топлива, потребляемого транспортом, получают в настоящее время биологическим путем – из сахарного тростника.

Что касается воздуха как фактора жизни растений, то он служит источником кислорода, необходимого для их дыхания и двуокиси углерода – неперенного компонента фотосинтеза. Опытами установлено, что активность фотосинтеза возрастает при увеличении концентрации CO_2 в приземном слое воздуха. Эксперименты, проведенные на посевах тыквы и бобов, показали: если удастся довести содержание CO_2 до 0,3% (при средних современных показателях около 0,03%), процесс фотосинтеза интенсифицируется в 1,5 раза и более.

Не менее важным фактором жизни растений служат элементы питания. Они делятся на две группы: макроэлементы и микроэлементы. К макроэлементам относятся главные элементы – биофилы: азот, фосфор, калий. Макроэлементами являются также кальций, магний, железо, сера. Микроэлементы, потребляемые растениями в незначительном количестве, представлены большим числом химических элементов. Для многих сельскохозяйственных культур необходимы: марганец, цинк, медь, бор, алюминий, молибден, фтор, йод и др.

Все факторы жизни растений взаимосвязаны и действуют совокупно. Учет и оценка их роли в растениеводстве позволили выработать систему агроэкологических законов. Этих законов пять:

закон незаменимости факторов жизни растений;

закон минимума;

закон оптимума;

закон плодосмена;

закон возврата.

Первые три по сути своей являются законами классической экологии [58]. Четвертый и пятый – законы собственно растениеводства.

II.3.2. Закон незаменимости факторов жизни растений

Суть закона очевидна: *для жизни растений (в том числе сельскохозяйственных культур) необходимо наличие всех вышеназванных факторов: света, тепла, воды, воздуха, элементов питания. Каждый фактор играет особую роль в системе «растение–среда». Все они незаменимы.* При отсутствии хотя бы одного из факторов существование растений (сельскохозяйственных культур) невозможно. Однако заметим, *закон незаменимости отчасти корректируется правилом взаимодействия факторов жизни растений. Одни из факторов могут усиливать или смягчать действие других факторов.* Например, избыток тепла может смягчаться дополнительным увлажнением земель, что эффективно использу-

ется в ирригационных агроландшафтах аридных регионов. Напротив, нехватка тепла, характерная для агроландшафтов российского Нечерноземья, может быть отчасти компенсирована хорошим дренажем пахотных земель. Так, угодья, расположенные на высоких надпойменных террасах речных долин и долинных зандрах, сложенных песками, раньше других освобождаются от излишней почвенной влаги после весеннего снеготаяния и быстрее прогреваются.

II.3.3. Закон минимума

Закон минимума нередко именуется законом Ю. Либиха. Немецкий химик, один из основоположников агрохимии Ю. Либих (1803–1873) сформулировал его следующим образом: *урожайность сельскохозяйственных культур лимитируется тем фактором жизни растений, который на данных землях и для данной культуры находится в минимуме.* Он не только отрицательно влияет на возделываемую культуру, но, помимо того, ограничивает действие других факторов, которые могут быть представлены в достатке. Как известно, главным лимитирующим фактором земледелия в аридных регионах выступает дефицит влаги. А в гумидных лесных (южнотаежных, смешаннолесных) – нехватка тепла в сочетании с невысоким естественным плодородием подзолистых и дерново-подзолистых почв. Нейтрализуя их негативное влияние путем искусственного орошения или осушения, внесения удобрений, введения сидеральных севооборотов и др., можно поднять продуктивность сельскохозяйственных культур. При этом необходимо понимать, что у каждой культуры свои специфические требования к факторам агроландшафтной среды. Поэтому *закон минимума всегда трактуется относительно к той или иной культуре и даже сорту.* Необходимый минимум тепла существенно различается, например, для овса и озимой пшеницы сильных сортов (Мионовская, Безостая). Если овес может выращиваться при суммах активных температур всего 1 200–1 500°C, то озимая пшеница сильных сортов требует как минимум 2 200°C.

II.3.4. Закон оптимума

Закон оптимума также рассматривается с позиций принципа относительности. Он говорит о том, что *наиболее высокие урожаи данной сельскохозяйственной культуры обеспечиваются тогда, когда все факторы ее роста и развития находятся в оптимуме.* Причем зоны оптимума факторов жизни различных сельскохозяйственных культур и их сортов неодинаковы. Одни из них отличаются широким диапазоном выносли-

ности (толерантности), другие – относительно узким. Первые с биологической точки зрения относятся к группе – эврибионтов, вторые – стенобионтов. Эврибионтной культурой умеренного пояса Старого и Нового Света является, например, картофель клубненосный (*Solanum tuberosum*). Стенобионтами часто выступают районированные сорта, строго адаптированные к местным условиям. Примером могут служить редкие сорта винограда, из которых изготавливаются уникальные вина, типа грузинской хванчкары, абхазского чхавери или крымского муската Красного камня.

Оптimum жизненных факторов среды отнюдь не означает их максимальное выражение. *Лимитирующим для роста и развития сельскохозяйственной культуры может быть как минимум, так и максимум того или иного фактора жизни растений.* Согласно закону толерантности американского эколога В. Шелфорда, диапазон между ними определяет меру выносливости культуры относительно данного фактора [58]. Проще говоря, для каждой сельскохозяйственной культуры в равной мере ущербно, когда ее пытаются возделывать на крайних, либо минимальных, либо максимальных пределах толерантности, например, тепловых, водных или трофических ресурсов среды. Плохо как недокормить, так и перекармливать посевы минеральными удобрениями. В ирригационных агроландшафтах падение продуктивности сельскохозяйственных культур происходит не только при недостаточных нормах полива, но и чрезмерных, приводящих к переувлажнению и очень часто вторичному засолению или заболачиванию земель. Важно, как говорится, найти «золотую середину». В этом и заключается суть закона оптимума.

II.3.5. Закон плодосмена

Императив закона плодосмена: обязательное чередование сельскохозяйственных культур на возделываемых землях. Главный способ исполнения требований этого закона: введение правильных научно обоснованных севооборотов. Речь идет об управляемой пространственно-временной организации агроландшафта. Многовековой опыт земледелия убеждает: бессменное возделывание одной и той же культуры на одном и том же полевым массиве приводит к истощению почвы, падению ее плодородия и снижению урожайности. Возникает реальная угроза деградации агроландшафта в целом. Только в условиях правильного плодосмена возможно поддержание и повышение плодородия возделываемых земель, а также их благоприятного фитосанитарного состояния, в том числе освобождение посе-

вов от сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Севооборотами обеспечивается защита почв от ускоренной сельскохозяйственной эрозии и дефляции, накопление и сохранение влаги в пахотном горизонте, восстановление его структуры. *Каждый сельскохозяйственный регион нуждается в строго адаптированных к местным агрогеографическим условиям видам и сочетаниям севооборотов.* Более детальное рассмотрение севооборотов см. в разделе II.6.1.

II.3.6. Закон возврата

Закон возврата нацелен на поддержание и расширенное воспроизводство плодородия земель. Его следует рассматривать как вынужденную агроэкологическую реакцию на кардинальную трансформацию естественного биогеохимического круговорота, которая происходит в агрогеосистемах. В природной геосистеме органическое вещество и заключенная в нем биологическая энергия, создаваемые продуцентами (зелеными растениями), передаются по трофической цепи консументам – фитофагам и усваиваются ими в соответствии с «правилом десяти процентов», или экологическим законом пирамиды энергий (законом Р. Линдемана). От ежегодной биопродукции зеленых растений только десятая часть, а порой и меньше, поступает на следующий трофический уровень – питание травоядных животных. Остальное, отмирая, формирует мортмассу, которая в ходе гумификации и минерализации включается в процессы почвообразования. Поддержание плодородия почвы – естественное следствие биогеохимического круговорота. Тем самым гарантируется запас прочности природной геосистемы, обеспечиваются ее ресурсовоспроизводящие функции и непрерывная цикличность биопродуцирования.

В агрогеосистемах ситуация принципиально иная. И функционирование, и энергетика зависят здесь не только от природных процессов, но также от хозяйствующего на земле человека. Они контролируются и в значительной мере трансформируются им. *Если в природных геосистемах лишь около 10% первичной биологической продукции, создаваемой продуцентами, следует далее по трофической цепи, а остальное идет на восстановление плодородия почвы, то в пахотной агрогеосистеме указанное соотношение приобретает обратное значение.* Большая часть биомассы сельскохозяйственных культур отчуждается с полей и лишь малая доля остается в виде пожнивных остатков. Происходит нарушение естественного биогеохимического круговорота, подрывается энергетический баланс геосистемы. Следствием становится цепная деструктивная ре-

акция: обеднение почв гумусом и питательными элементами; ухудшение структуры пахотного горизонта, изначально обязанной наличию в почве органических и органо-минеральных соединений; усугубление процессов эрозии и дефляции. Почвенная фауна, представленная в основном редуцентами, оказывается на голодном пайке. Ее масса и разнообразие уменьшаются. Параллельно ослабевают процессы разложения остающейся на полях отмершей органики. Вместе с угасанием жизни почва все хуже снабжает зеленые растения не только элементами питания, но и углекислым газом, эмиссия которого из почвы падает. Тогда как он необходим для фотосинтеза. На первых порах в пахотных агрогеосистемах расходуется энергия, запасенная почвой на протяжении многовековой эволюции. Но по мере того как она иссякает, становится необходимым искусственное восстановление почвенного плодородия. К естественному биогеохимическому круговороту подключается человек, следуя требованиям закона возврата.

Согласно закону возврата, все питательные вещества, используемые в процессе роста и развития сельскохозяйственных культур и изымаемые человеком из агрогеосистемы с урожаем, должны возмещаться. Помимо того, следует иметь в виду потери плодородия обрабатываемых земель вследствие эрозии и дефляции почв, их денитрификации, выщелачивания и других деструктивных процессов. Поэтому возврат в почвы биофильных питательных элементов должен быть в таком объеме, который превышал бы совокупную потерю ее плодородия и обеспечивал бы повышение урожайности возделываемых культур. *Регулярное внесение органических и минеральных удобрений в необходимом объеме, введение севооборотов (в том числе сидеральных), повышающих плодородие почв, – таково жесткое требование закона возврата.*

II.4. Сельскохозяйственные культуры

Сельскохозяйственные культуры – экологическое ядро агроландшафта. Поэтому прежде чем приступить к анализу природно-производственной среды их возделывания целесообразно уделить должное внимание им самим: их происхождению, биологическим особенностям, продуктивности, районам выращивания.

II.4.1. Центры происхождения сельскохозяйственных культур

Многие из современных сельскохозяйственных культур испытали длительный исторический путь формообразования. Они произошли от диких предков посредством одомашнивания (доместикации),

а на более поздних этапах создавались в процессе селекции и гибридизации. Наиболее древние формы сельскохозяйственных культур были выведены еще в раннем неолите – в V–VII тысячелетиях до н. э. [62].

Проблеме происхождения сельскохозяйственных культур посвящены исследования агробиологов, генетиков, геоботаников, историков. Одним из крупнейших авторитетов в этой области был Н. И. Вавилов (1887–1943), обосновавший концепцию мировых центров (очагов) зарождения земледелия и формообразования сельскохозяйственных культур [8]. Он различал первичные – наиболее древние очаги, в которых произошла доместикация диких растений и введение их в культуру, и вторичные, куда завозились ранние формы сельскохозяйственных культур из первичных центров и где продолжалось их совершенствование путем селекции и гибридизации. Гениальный генетик и агробиолог Н. И. Вавилов был неутомимым географом-путешественником. Он организовал и лично участвовал в многолетних ботанико-агрономических экспедициях в районах первичного и вторичного формообразования сельскохозяйственных культур: Центральной, Передней и Юго-Восточной Азии, Средиземноморья, Северной и Северо-Восточной Африки, Северной, Центральной и Южной Америки [9]. С 1923 по 1940 г. Н. И. Вавилов и сотрудники созданного им Всесоюзного института растениеводства (ВИР) совершили 180 экспедиций с целью сбора образцов сельскохозяйственных культур главным образом в древнейших очагах земледелия. Мировая коллекция ВИРа к 1940 г. включала 250 тыс. образцов культурных растений, в том числе 36 тыс. образцов пшеницы, 10 тыс. – кукурузы, 23 тыс. – кормовых культур и др.

По мнению Н. И. Вавилова, первичными очагами доместикации диких растений могли служить главным образом горные субтропические и тропические ландшафты. Точнее говоря, земли подгорных равнин, горных долин и межгорных котловин. Итогом его изучения горного земледелия был принципиальный вывод: «...все сортовое разнообразие полевых и огородных растений заключено в горных районах...» [8, с. 103]. Следует иметь в виду, что предгорные, горно-долинные и низкогорные регионы, в силу их экотонной природы [44], отличаются высоким ландшафтным, фитоценоотическим и флористическим разнообразием. Активные процессы морфолитогенеза постоянно образуют здесь свободные местообитания: селевые, осыпные и обвальные конусы, пролювиальные шлейфы, аллювиальные аккумуляции, которые служат ареной первичной сукцессии – расселения растений-эксплерентов. Эти «шакалы растительного мира», как называл

их Л. Г. Раменский, способны быстро захватывать свободные территории. Многие из эксплентов, благодаря сравнительно высокой биопродуктивности, стали предками самых древних сельскохозяйственных культур.

Согласно Н. И. Вавилову, древнейшим первичным центром формообразования сельскохозяйственных культур был переднеазиатский. Он охватывал горы и нагорья Палестины, Ирана, Закавказья, Малой Азии. Уже в VII тысячелетии до н. э. здесь ввели в культуру пшеницу, ячмень, полбу (эммер), чечевицу, горох. *Другой первичный очаг располагался в юго-восточной Азии.* Ему человечество обязано такой ценной культурой, как рис. Что касается Северного Китая, Монголии и Приамурья, то здесь в течение тысячелетий возделывался единственный культурный злак – чумиза. *В Африке Н. И. Вавилов выделял абиссинский первичный центр растениеводства.* В среднем голоцене на Эфиопском нагорье были введены в культуру просо и сорго. *Мощный первичный центр формообразования культур сложился в горах Мексики.* Здесь были окультурены маис (кукуруза), фасоль, тыква, перец. *В Южной Америке главным был андийский очаг.* В горах и предгорьях Колумбии, Эквадора, Перу и Боливии в результате domestikации диких растений в культуру введены картофель, другие клубнеплоды (батат, маниок), некоторые виды бобовых и тыкв.

Среди вторичных очагов формообразования сельскохозяйственных культур отметим центральноазиатский, простиравшийся от Южной Туркмении до долины Инда, включая территорию Афганистана, Пакистана, Ирана. Уже в VI тысячелетии до н. э. здесь началось возделывание переднеазиатских форм пшеницы, ячменя, полбы, немного позднее – хлопчатника, еще позже – чечевицы, гороха. В Южной Индии вторичный очаг сформировался в III тысячелетии до н. э. путем освоения земель Деканского плоскогорья под рисоводство, выращивание проса и пшеницы.

Древнейшим из европейских вторичных очагов растениеводства был балканский. На его земли в VI–V тысячелетии до н. э. интродуцированы переднеазиатские формы пшеницы, ячменя, полбы, проса, гороха, чечевицы. Менее изучен вторичный восточноевропейский очаг. Он складывался вследствие внедрения сельскохозяйственных культур из юго-восточной Европы и Кавказа. Его формирование происходило позже балканского – в энеолите (трипольская культура) и раннем бронзовом веке, т. е. IV–III тысячелетии до н. э.

Что касается самых ранних очагов земледелия и формообразования полевых культур на территории Центральной России, то они возникли сравнительно поздно – лишь в бронзовом веке (II тысячелетие до н. э.) и обязаны расселению в

этих лесных краях племен фатьяновской культуры (см. рис. 5). В подсечно-огневую систему земледелия ими были привнесены зерновые (пшеница, ячмень) и бобовые культуры из центральноевропейского и восточноевропейского вторичных очагов.

Подводя итог сказанному о центрах (очагах) формообразования сельскохозяйственных культур, можно заключить: *а) происхождению сельскохозяйственных культур свойствен географический полицентризм; б) распространение культур по агроландшафтам континентов отличалось метахронностью; ему была характерна последовательная региональная разновременность; в) древнейшими очагами земледелия и domestikации диких растений служили главным образом экотонные ландшафты предгорий, горных долин, межгорных и внутриворонных котловин субтропического и тропического поясов.*

II.4.2. Классификация сельскохозяйственных культур

В зависимости от ботанико-биологических, экологических, производственных особенностей все сельскохозяйственные культуры подразделяются на три группы: *полевые, овощные и плодово-ягодные.* Соответственно растениеводство включает три вида аграрного производства: *а) полеводство; б) овощеводство; в) плодоводство.* Их участие в распределении общего фонда обрабатываемых земель очень неравномерно. Полеводством занята львиная доля обрабатываемых земель мира. В конце XX в. она составляла примерно 92–93%. В России еще больше – 97–98%. Садами, плантациями и огородами представлена лишь малая часть агроландшафтов. Главным образом это виноградники, плантации цитрусовых, чая, кофе, плодовые сады. Нисколько не умаляя их значения для обеспечения людей продуктами питания, сосредоточим внимание на полевых культурах, которые определяют лицо современного земледелия.

Рассмотрим культуры, типичные для российского полеводства. Разработать их единую классификацию пока не удается. Причина в том, что сельскохозяйственные культуры характеризуются целым рядом разнообразных биологических, экологических, географических, производственных и других признаков. Одновременно принимать их в качестве оснований деления понятий очень трудно. Поэтому существует не одна, а несколько классификаций: агробиологического, эколого-географического, производственного толка. В отечественных руководствах по полеводству чаще можно встретить классификации сельскохозяйственных культур агробиологического характера (табл. 12).

Таблица 12

Классификация полевых культур [по 60, с. 451]

Группы культур	Подгруппы культур	Культуры
Зерновые	Хлебные и крупяные	Озимые (пшеница, рожь, ячмень); яровые раннего срока сева (пшеница, рожь, ячмень, овес); яровые позднего срока сева (кукуруза, рис, сорго, просо, гречиха).
	Зерновые бобовые	Горох, чечевица, бобы, чина, фасоль, соя.
Клубнеплоды и корнеплоды	Клубнеплоды	Картофель, топинамбур.
	Корнеплоды	Сахарная свекла, кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь.
Масличные	Жирномасличные	Подсолнечник, рапс, горчица.
	Эфирномасличные	Кориандр, тмин, лаванда, мята, роза.
Прядильные	–	Хлопчатник, лён, конопля, джут.
Кормовые	Однолетние	Травы семейства мятликовых (суданская трава, могар, чумиза и др.); бобовые (вика, клевер, сераделла, люпин).
	Многолетние	Травы семейства мятликовых (тимopheевка, овсяница луговая, житняк, костер безостый и др.); бобовые (люцерна, эспарцет, клевер, донник и др.).
Бахчевые	–	Арбуз, тыква, кабачок, дыня.
Алкалоидные	–	Табак, махорка.

Профилирующими для российского полеводства являются: зерновые культуры, картофель, сахарная свекла, подсолнечник, однолетние и многолетние травы.

II.4.3. Важнейшие полевые культуры

Пшеница (*Triticum*) – однолетнее растение, главная зерновая продовольственная культура как для России, так и мира в целом. Родиной многих видов пшеницы является Закавказье и страны Ближнего и Среднего Востока (Иран, Сирия, Ирак, Палестина). Там она была введена в культуру в VI–VII тысячелетиях до н. э., на заре неолитической революции.

По данным за 1949–51 гг. и 1998–2000 гг. [66], мировые посевы пшеницы возросли во второй половине XX в. со 169 до 216 млн га, при этом средняя урожайность почти утроилась – с 10,1 до 27,2 ц/га, а общие сборы увеличились на 342% – со 171 до 585 млн т.

В наше время мировыми лидерами по производству зерна пшеницы (по данным за 2001 г.) являются (млн т): Китай – 94, Индия – 70, США – 53, Россия – 47, Австралия – 25, Германия – 23, Украина – 21, Канада – 21, Пакистан – 19 [61]. Разумеется, в зависимости от погодных условий, социально-экономических и ряда других причин объемы производства зерна могут варьировать от года к году. Однако названные страны в последние годы неизменно остаются в первой десятке «пшеничных» государств.

Различают озимые и яровые формы пшеницы. Вегетационный период озимой пшеницы составляет: 45–50 суток осенью и 75–100 суток весной и летом. У яровой пшеницы он заметно ко-

роче – 90–120 суток. Для выращивания озимой пшеницы необходима сумма активных температур не менее 2 100°C, а для яровой – 1 300°C. Озимая пшеница более требовательна к влаге, нежели яровая. Некоторые сорта яровой пшеницы могут выращиваться в сухой степи с годовой нормой атмосферных осадков 350–400 мм и коэффициентом атмосферного увлажнения 0,4–0,5.

В России культивируется пшеница мягкая, или обыкновенная (*Triticum aestivum*, *T. vulgare*) и в меньшей степени пшеница твердая (*T. durum*). Озимая мягкая пшеница выращивается главным образом в ЦЧО и на Северном Кавказе; яровая мягкая пшеница – в Среднем и Нижнем Поволжье, Южном Нечерномье, Южном Приуралье и Зауралье, в степных и лесостепных регионах Сибири, яровая твердая пшеница – в Нижнем Поволжье, Оренбургской области, Алтайском крае. Урожайность озимой пшеницы в передовых хозяйствах Краснодарского края достигает 50–70 ц/га. В Англии в 1982 г. был получен рекордный урожай озимой пшеницы – 156 ц/га. Яровая пшеница менее продуктивна. В степных и лесостепных регионах европейской части России и Алтайского края даже при интенсивной технологии возделывания ее средние многолетние урожаи не превышают 20–30 ц/га.

Лучшими хлебопекарными качествами обладает мука из зерна мягкой сильной пшеницы и твердой пшеницы. Их сорта, отличающиеся высоким содержанием белка и клейковины в зерне, весьма требовательны к теплу. Поэтому они выращиваются главным образом в степной зоне, в том числе в ее сухостепной подзоне. Зерно мягких средних и слабых пшениц, возделываемых

большей частью в Нечерноземной полосе, используется для приготовления комбикормов.

Рожь (*Secale cereale*) – посевная однолетняя зерновая культура. По мнению Н. И. Вавилова, она была выведена из дикой сорно-полевой ржи. Возделывается в странах Восточной и Центральной Европы со II–I тысячелетия до н. э. Рожь, как и пшеница, имеет озимые и яровые формы. Озимая рожь – зимостойкая культура. В малоснежные зимы она способна выдерживать морозы до –30...–35°C. Vegetационный период озимой ржи 45–50 суток осенью, 75–100 суток весной и летом. Для выращивания озимой ржи ранних сортов необходима сумма активных температур не менее 1 400–1 500°C. В России озимая рожь возделывается главным образом в Нечерноземной зоне, Среднем Поволжье, в Западной и Восточной Сибири. Средняя многолетняя урожайность озимой ржи в Центральной России в 70–80-е годы XX в. составляла 13–15 ц/га*. А в передовых хозяйствах собирали до 40–50 ц/га. Яровая рожь (ядрица) в еще большей мере, чем озимая, малотребовательна к теплу. Районами ее преимущественного выращивания в России является Якутия и Бурятия.

Из зерна ржи изготавливают муку для выпечки хлеба, крахмал, комбикорма. Кроме того, рожь высевают для получения кормов – зеленой массы и сена, например, на занятых парах.

Ячмень (*Hordeum sativum*) возделывается во всех земледельческих районах мира. Это одна из древнейших зерновых культур. Его родина – Передняя Азия, где он был введен в культуру в VIII–VII тысячелетиях до н. э. Ячмень – одна из самых скороспелых зерновых культур. Vegetационный период ярового ячменя не превышает 100 суток, озимого ячменя – на 10 суток короче, чем у озимой пшеницы. Ранние сорта ярового ячменя способны созреть при сумме активных температур 1 500°C.

В России яровой ячмень культивируется как в северных, так и южных районах земледелия. Озимый ячмень – преимущественно в ЦЧО и на Северном Кавказе. В 70–80-е годы XX в. его средняя многолетняя урожайность на российской ниве составляла 15–20 ц/га.

Зерно ячменя – ценная кормовая база для животноводства. Помимо того, его перерабатывают на крупу – перловую и ячневую, широко используют для приготовления пива, суррогата кофе и других целей. По мнению ряда исследователей

неолитической культуры Передней Азии, способ приготовления пива (густой пивной кашицы) из зерна злаков был найден значительно раньше, чем способ выпечки хлеба.

Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum*) – яровая теплолюбивая культура. Отличается повышенной засухоустойчивостью и жаростойкостью. Поэтому выращивается преимущественно в семиаридных и аридных регионах мира, в России – в степях Нижнего Поволжья, Оренбургской области, Алтайского края, ЦЧО. Здесь его вегетационный период составляет 100–120 суток. Средняя многолетняя урожайность проса в российских степных хозяйствах около 10 ц/га. Зерно проса перерабатывают на крупу (пшено) и муку.

Овес посевной (*Avena sativa*) – влаголюбивый, не требовательный к теплу злак. На ранних этапах земледелия встречался как засоритель посевов пшеницы и ячменя. Поэтому в культуру был введен позже. Vegetационный период ярового овса – 90–110 суток. Возделывается овес во многих странах Европы, США, Канаде, Китае. На землях северо-запада России известен с VII в. н. э. Главным регионом возделывания овса в нашей стране является Нечерноземная зона. В меньшей степени его выращивают в ЦЧО, Среднем Поволжье и Сибири. Средняя урожайность зерна 20–25 ц/га, но на лучших землях (черноземах выщелоченных и оподзоленных) и при интенсивной технологии она может возрасти до 40–45 ц/га.

Овес – основная зернофуражная культура. Зерно – ценный концентрированный корм для лошадей, молодняка крупного рогатого скота и птицы. Нередко овес высевают на занятых парах в смеси с викой и горохом для получения калорийного зеленого корма и сена. Зерно овса, благодаря значительному содержанию переваримого протеина, обладает высокой питательностью и с давних времен используется в пищевом рационе народов, проживающих в умеренном поясе Северного полушария. Из него изготавливают овсяную крупу, хлопья, муку, толокно, овсяное печенье и галеты, суррогат кофе и др. Овсяные продукты не только хорошо усваиваются организмом, но, помимо того, являются диетическими.

Кукуруза (*Zea mays*) – яровая, теплолюбивая и засухоустойчивая культура. Была выведена в Центральной Америке древними майя и ацтеками в VI тысячелетии до н. э. Ее диким предком считают сорное растение теосинте мексиканскую, внешне похожую на кукурузу. В Европу была завезена в конце XV в. Ныне возделывается на всех континентах мира в пределах от 55° с. ш. до 40° ю. ш. Vegetационный период для полного вызревания должен составлять 130–150 суток. В

* Здесь и далее приводятся данные по средней многолетней урожайности полевых культур, выращиваемых в России, за 70–80-е годы XX в. в связи с тем, что в последующие 90-е годы общий экономический спад в стране сказался негативным образом и на урожайности сельскохозяйственных культур.

России кукуруза выращивается главным образом в степях Северного Кавказа, Нижнего Поволжья, ЦЧО. Средняя многолетняя урожайность зерна кукурузы в названных районах 28–33 ц/га (данные 70–80-х годов XX в.); на планете в целом в конце XX в. – 43 ц/га [66], тогда как мировой рекорд – 222 ц/га.

Кукуруза отличается разносторонним применением. Из ее зерна изготавливают муку, крупу, масло, кукурузные хлопья и др. Зерно кукурузы – хороший концентрированный корм для скота и сырье для приготовления комбикормов. Зеленая масса кукурузы вместе с измельченными початками в молочно-восковой спелости идет на силос.

Гречиха посевная (*Fagopyrum sagittarum*) – яровая, влаголюбивая и теплолюбивая крупяная культура. Ее родина – Гималаи, где она стала возделываться с III тысячелетия до н. э. Впоследствии была освоена растениеводством многих стран мира. В России выращивается в ЦЧО, Нечерноземье, Среднем Поволжье, Предуралье (Башкирия). Vegetационный период гречихи в пределах 80–120 суток. Средняя урожайность зерна 8–12 ц/га, на лучших землях (черноземах) при интенсивной технологии – до 25 ц/га. Гречиха – прекрасный медонос. Один гектар цветущей гречихи способен обеспечить до 60 кг меда в пчелиных ульях.

Рис посевной (*Oryza sativa*) – однолетняя яровая крупяная культура. Теплолюбивая и очень влаголюбивая. По природе своей рис – растение-гигрофит. Хорошо развивается в условиях амфибиального водного режима, создаваемого путем искусственного затопления. Рисовые чеки заливаются водой слоем от 15 до 25 см в фазе выхода культуры в трубку и выметывания метелки. Перед уборкой воду сбрасывают. Для полного вызревания рис нуждается в больших ресурсах тепла (сумма активных температур не менее 3 500°C). Vegetационный период составляет для различных сортов от 100 до 170 суток.

Рис – одна из древнейших продовольственных культур. В юго-восточной Азии (Китай, Индокитай, Индия) возделывается с VI–V тысячелетий до н. э. В период муссонных дождей он выращивается без дополнительного искусственного увлажнения, путем естественного затопления чеков атмосферными осадками. В сухое время года – на орошаемых землях. Названные страны остаются и сейчас главными в мире производителями риса. В 2001 г. в Китае его было собрано 179 млн т, в Индии – 140 млн т. А пшеницы произведено, соответственно, 94 млн т и 70 млн т, т. е. вдвое меньше.

В России, на землях Приморского края рис давняя культура. В европейской части страны ри-

совые системы были созданы сравнительно недавно – в 70-е годы XX в. Они размещены главным образом в низовьях Кубани и в дельте Волги. Средние многолетние урожаи кубанского риса 35–40 ц/га. Новые сорта сулят до 70–100 ц/га. Мировой рекорд урожайя риса – 145 ц/га.

Подсолнечник масличный (*Helianthus annuus*) – однолетняя, теплолюбивая и светолюбивая культура. Vegetационный период в различных районах длится от 80 до 140 суток. Дикорастущий подсолнечник был завезен в Европу испанцами из Америки в начале XVI в. Долгое время он выращивался как декоративное растение. В том числе в России, где появился в XVIII в. Длительный отбор позволил создать культурный масличный подсолнечник. Впервые масло из семян подсолнечника было получено в 1829 г. в России крепостным крестьянином Д. С. Бокаревым (Воронежская губерния). С тех пор подсолнечник масличный стал одной из ценнейших масличных культур и получил широкое распространение как в Европе, так и в Америке (США, Канада, Аргентина). Основные районы выращивания подсолнечника в России: Северный Кавказ, ЦЧО, Среднее Поволжье. Семечки подсолнечника содержат от 38 до 57% масла. Жмых, шрот (измельченная масса после экстрактирования из семян жира), обмолоченные корзинки и зеленая масса используются на корм скоту.

Сахарная свекла (*Beta vulgaris*) – двухлетняя техническая культура для производства сахара. Предположительно была выведена в Средней Азии во II тысячелетии до н. э. из дикой однолетней свеклы. Культура теплолюбивая, свето- и влаголюбивая. В первый год ее вегетационный период длится 150–170 суток, во второй год – 100–130 суток. Сахарную свеклу возделывают главным образом в лесостепных и степных регионах умеренного пояса. Значительные посевные площади заняты ею в России – на Северном Кавказе и в ЦЧО, а также в Украине, Молдавии, Польше, США. Средняя урожайность корнеплодов сахарной свеклы 240–300 ц/га, при интенсивной технологии выращивания – до 400–500 ц/га. Содержание сахарозы в корнеплодах колеблется от 15 до 25%. Отходы свеклосахарного производства используются на корм скоту. Они включают: кормовую патоку – мелассу и жом – экстрагированную сечку свеклы.

Картофель (*Solanum*) представлен в культуре двумя близкими видами: картофелем андийским (*S. andigenum*) и картофелем чилийским, или европейским (*S. tuberosum*). Первый выращивается в ряде стран Южной Америки, второй – в Северном полушарии, в странах с умеренным климатом. Картофель был введен в культуру в Южной Америке (Перу, Чили) во II тысячелетии

до н. э. В Европу завезен в XVI в. по одной версии испанцами, по другой – английским мореплавателем – пиратом Ф. Дрейком (1540–1596). В России выращивается, начиная со второй половины XVIII в.

Культура влаголюбивая, светолюбивая и холодостойкая. Для ранних сортов картофеля достаточно 1 200–1 400°C активных температур, для позднеспелых – 1 400–1 600°C. Оптимально себя чувствует в районах с годовой нормой атмосферных осадков 500–700 мм, при влажности почвы не ниже 70–80% полевой влагоемкости. В зависимости от сорта продолжительность вегетационного периода картофеля варьирует от 70 до 120 суток. Основные районы выращивания картофеля в России: Нечерноземье, ЦЧО, Поволжье, Средний и Южный Урал, Сибирь, Дальний Восток. Урожайность клубней картофеля в нашей стране – от 120 до 300–400 ц/га.

Картофель используется очень разнообразно. Прежде всего это культура продовольственная. В связи с высоким содержанием в клубнях крахмала, белка и ряда витаминов его называют «вторым хлебом». Помимо того, картофель – техническая культура. Его клубни служат сырьем для изготовления спирта, крахмала, каучука. Наконец, картофель является ценным кормом в животноводстве.

II.4.4. Онтогенез сельскохозяйственных культур

Термин «онтогенез» был введен в биологическую науку немецким ученым Э. Геккелем (1834–1919). *Под онтогенезом понимается развитие особи от момента зарождения до конца жизни.* В отличие от естественных растений, совершающих полный жизненный цикл, онтогенез сельскохозяйственных культур обычно прерывается человеком на той или иной стадии развития. У зерновых культур такой стадией является молочно-восковая или восковая спелость зерна, у кормовых злаково-клеверовых травосмесей – стадия бутонизации – начала цветения.

Каждая сельскохозяйственная культура в своем жизненном цикле проходит через определенную последовательность фенофаз. Эти фазы роста и развития культур находятся под контролем, с одной стороны, внутренних (генетических) свойств биологического вида, с другой – факторов внешней среды. Первая составляющая онтогенеза имеет автономный характер, вторая – индуцированный. Для нормального прохождения всех фенофаз – от всходов до плодоношения – каждой сельскохозяйственной культуре необходима оптимальная совокупность факторов жизни растений (агроэкологический закон оптимума –

см. раздел II.3.4). В противном случае рост и развитие культур могут быть замедлены или даже прекращены (например, вследствие жестокой засухи или резкого похолодания). В каждую из фенофаз сельскохозяйственные культуры предъявляют определенные требования к условиям среды. По мере прохождения жизненного цикла они изменяются. Поэтому важно знать, в какой фенофазе культура особенно нуждается в обеспечении и пополнении запасов почвенной влаги, подкормке органическими и минеральными удобрениями, междурядной обработке и т. п.

Для примера проследим фенофазы яровой пшеницы сильных сортов, которые выращиваются в степных районах Нижнего Поволжья, Алтайского края, Северного Казахстана. Их последовательность такова: прорастание семян, всходы; кущение; выход в трубку – начало стеблевания; колошение; цветение; налив семени, молочная спелость; восковая спелость и полная спелость.

Сев яровой пшеницы в степях Западной Сибири и Северного Казахстана проходит обычно во второй декаде мая. Продолжительность фенофаз от всходов до кущения – 15–22 дня, от кущения до выхода в трубку – 11–25 дней, от выхода в трубку до колошения – 15–20 дней. Сроки достижения яровой пшеницей фенофазы молочно-восковой спелости зависят от погодных условий вегетационного периода года, в том числе от тепловых ресурсов второй половины лета (июль–август). В указанных степных районах средние сроки наступления молочно-восковой спелости яровой пшеницы приходятся на последнюю декаду августа, а порой и на первую половину сентября. В связи с этим уборка зерновых в западносибирско-казахстанских степях нередко осложняется осенней непогодой.

Однако главным лимитирующим фактором продуктивности зерновых здесь служат запасы почвенной влаги. Установлено, что до фазы колошения (включительно) расходуется около 70% всей необходимой для яровой пшеницы влаги. Критическим по увлажнению является период выхода в трубку – колошения. Во многом от него зависит судьба урожая. Поэтому так важно наличие продуктивной влаги в почве во второй половине весны и первой половине лета. Специальные исследования колебаний урожайности яровой пшеницы в сухих степях Северного Казахстана в течение второй половины XX в. подтвердили этот вывод. Они показали высокую степень зависимости урожая от количества атмосферных осадков за период с октября предшествующего года по июнь текущего. При этом был определен очень высокий коэффициент корреляции (0,75–0,80) между осадками за указанный период и урожайностью [43]. Очевидно: для уро-

жая зерновых важна не только весенне-летняя влагозарядка степной почвы, но и накопление влаги за предшествующее осенне-зимнее время.

II.4.5. Агрофитоценоз

Агрофитоценоз – полевое растительное сообщество, созданное с целью получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемое соответствующей системой земледелия. Флористический состав агрофитоценоза включает один или несколько избранных видов (сортов) полевых культур, иногда в сочетании с сопутствующими некультурными растениями (в том числе сорняками). Большинство полевых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес, гречиха, кукуруза и др.) – однолетние растения, дикими предками которых были тоже однолетние растения – пионеры (эксплеренты). Будучи инициальными видами, эксплеренты выступают в роли начинателей сукцессий. С одной стороны, их отличает относительно высокая биопродуктивность, особенно семенного материала, с другой – экологическая неустойчивость, неспособность выдерживать натиск сильных в ценогическом отношении растений-конкурентов. Полевые культуры унаследовали от своих прародителей как позитивные, так и негативные свойства.

Агрофитоценоз – растительное сообщество ранней стадии сукцессии, которая характеризуется относительно повышенной биопродуктивностью, но вместе с тем экологической ненадежностью [58]. Вся многовековая агрикультура, селекция и гибридизация были направлены на увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, которая ныне несравнимо выше биопродуктивности аналогичных диких растений. В то же время, в отличие от естественных климаксовых растительных сообществ, агроценоз характеризуется множеством свободных экологических ниш, отсутствием «плотной упаковки». Пустующая ниша всегда рано или поздно естественно заполняется, подчиняясь правилу обязательности заполнения экологических ниш. В связи с этим агрофитоценоз нуждается в постоянной защите со стороны человека от агрессивных сорных растений, многочисленных вредителей и болезней. В противном случае он неизбежно и быстро деградирует.

II.5. Природная подсистема агроландшафта

Природная подсистема агроландшафта – главный носитель его ресурсообразующих и средообразующих функций. Изучению и оценке ее агроэкологического потенциала с давних времен уделялось исключительное внимание. Уже

в античную эпоху ей посвящались научные и научно-производственные трактаты, справочники, инструкции, произведения художественной литературы. Древнеримский поэт М. П. Вергилий (70–19 гг. до н. э.) сочинил целую дидактическую поэму о земледелии «Георгики», где мы находим наставления ландшафтно-экологического характера:

«Но прежде, чем взрезать железом пласты
неизведанной почвы,
Ты ветров узнать постарайся и климата все
измеренья,
И то, как работали деды, и прежде каков был
обычай,
Чему урожай был обильный, и что не роди-
лось вовсе» [цит. по 57, с. 40]

Среди природных компонентов агроэкологического потенциала определяющее влияние на растениеводство оказывают: агроклиматические условия и ресурсы, почвы и их плодородие, характер рельефа и ряд других факторов. Причем, в большинстве сельскохозяйственных регионов Земли природная подсистема агроландшафтов в той или иной мере изменена длительной агрикультурой. В ней, как правило, трансформированы не только растительный и почвенный покровы, местный климат, морфоскульптура рельефа, но природный ландшафт в целом, о чем говорилось в разделе II.2.

II.5.1. Климат и земледелие

Главный естественный процесс, на котором базируются все виды растениеводства, – фотосинтез – находится в непосредственной зависимости от агроклиматических условий и ресурсов. Отсюда понятно значение агрометеорологии и агроклиматологии для сельскохозяйственного производства. Основателями российской школы сельскохозяйственной климатологии и метеорологии были А. И. Воейков (1842–1916) и П. И. Броунов (1852–1927). Крупнейшие отечественные агроклиматологи и агрометеорологи XX в.: Г. Т. Селянинов, П. И. Колосков, А. М. Шульгин, Д. И. Шашко. Ими научно обоснован комплекс агроклиматических показателей, которые играют принципиальную роль в растениеводстве:

- суммы активных температур воздуха;
- продолжительность вегетационного периода;
- продолжительность безморозного периода;
- количество атмосферных осадков за год и за вегетационный период;
- коэффициент атмосферного увлажнения Г. Н. Высоцкого–Н. Н. Иванова и гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова;
- повторяемость засух, %;

- даты поздневесенних и раннеосенних заморозков;
- высота и продолжительность залегания снежного покрова;
- промерзание почвы.

За главные параметры агроклиматического районирования России принимаются ресурсы тепла и влаги, а также их соотношение в виде гидротермических коэффициентов. Для растениеводства в открытом грунте первостепенное значение имеют активные температуры воздуха: устойчивые среднесуточные температуры воздуха выше 10°C (см. раздел II.3.1). Именно они характеризуют период активной вегетации сельскохозяйственных культур. Термические ресурсы растениеводства оцениваются по сумме активных температур, т. е. сумме среднесуточных температур воздуха за период с устойчивой температурой выше 10°C. Этот показатель служит основанием выделения агроклиматических термических поясов. Согласно схеме агроклиматического районирования Д. И. Шашко, территория нашей страны располагается в трех термических поясах: холодном (сумма активных температур < 1 200°C); умеренном (сумма активных температур в пределах 1 200–4 000°C); теплом (сумма активных температур > 4000°C). Соотношения агроклиматических поясов и природных зон (подзон) европейской части России показано в табл. 13. Зоны и подзоны, помимо сумм активных температур, характеризуются рядом гидротермических показателей. Д. И. Шашко предпочитает для целей агроклиматического районирования коэффициент атмосферного увлажнения Г. Н. Высоцкого–Н. Н. Иванова (см. раздел II.3.1).

Существуют определенные термические пределы, ограничивающие возможности возделывания различных сельскохозяйственных культур. При этом учитываются не только суммы активных температур, но и продолжительность вегетационного периода (табл. 14). Среди главных зерновых культур в европейской части России наиболее широким термическим диапазоном располагает пшеница. Ее среднеспелые мягкие сорта успешно выращиваются в зоне смешанных лесов, а твердые и сильные – в более южных зонах. Что касается производства риса, более требовательного к теплу, то оно ограничено самыми южными регионами России (Краснодарский край, Астраханская обл.).

Влагообеспеченность сухого земледелия выразительно демонстрируется повторяемостью лет (%) с разной естественной влагообеспеченностью урожая. Применяются различные варианты ее оценки. Д. И. Шашко предложил определять естественную увлажненность в долях оптимума (см. табл. 13). По мнению А. М. Шульгина, для степных районов сухого земледелия целесообразно учитывать условия увлажнения всех сезонов сельскохозяйственного года, включая предшествующую осень и зиму в их всевозможных сочетаниях (табл. 15).

По методике А. М. Шульгина, в качестве примера, была рассчитана естественная увлажненность, наблюдавшаяся в XX в. на юго-востоке Западной Сибири и в Северном Казахстане (табл. 16).

С условиями атмосферного увлажнения коррелирует частота засух, когда урожай сельскохозяйственных культур снижается на 25–50% и бо-

Таблица 13
Агроклиматические ресурсы растениеводства европейской части России (по Д.И. Шашко)

Агроклиматический пояс	Природная зона (подзона)	$\Sigma t \geq 10^\circ \text{C}$	Коэффициент атмосферного увлажнения*	Повторяемость лет (%) с разной естественной влагообеспеченностью урожая (в долях оптимума)			
				1/4	1/2	3/4	оптимум
Холодный	Тундра	440–500	1,3	–	–	–	–
	Северная тайга	500–1200	1,3–1,4	–	–	–	–
Умеренный	Средняя тайга	1200–1600	1,3	–	–	–	–
	Южная тайга, смешанные леса	1600–2200	1,0–1,3	0	5	10	85
	Широколиственные леса, лесостепь	2200–2700	0,8–1,0	0	15	25	60
	Типичная степь	2700–3400	0,6–0,8	10	25	35	30
	Сухая степь	2800–3500	0,4–0,6	35	45	15	5
	Полупустыня	2800–3600	0,2–0,3	75	25	0	0
Теплый субтропический	Влажные субтропики Черноморского побережья Кавказа	3600–4000	1,0–1,3	–	–	–	–

* Отношение среднегодового количества атмосферных осадков к испаряемости.

Таблица 14

Минимально необходимые термические ресурсы устойчивого возделывания сельскохозяйственных культур в европейской части России

Сельскохозяйственные культуры	$\Sigma t \geq 10^\circ\text{C}$	Число суток с $t \geq 10^\circ\text{C}$
Овес, ячмень, озимая рожь (ранние сорта), картофель, ранние и холодостойкие овощные	1400	100
Пшеница яровая (мягкая), гречиха, просо	1800	120
Пшеница озимая (мягкая), сахарная свекла	2200	140
Пшеница озимая и яровая (твердая), подсолнечник, кукуруза (на зерно), виноград	2600	160
Рис (среднезрелые сорта)	3200	190

Таблица 15

Оценка сельскохозяйственных лет по условиям естественного увлажнения (для степных зерновых регионов)

Сезоны* и месяцы	Сочетания сезонов сельскохозяйственного года по условиям увлажнения														
	Благоприятные				Средние								Неблагоприятные		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Осень (IX–X)	+	–	+	–	+	+	–	+	+	–	–	+	–	+	–
Зима (XI–III)	+	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+	+	–	–
Весна (IV–V)	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	+	–	–	–	–
Лето (VI–VIII)	+	+	+	+	+	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–

* Сезоны: – сухие (количество осадков менее 90% средней многолетней суммы)

+ влажные (количество осадков более 90% средней многолетней суммы)

Таблица 16

Повторяемость сельскохозяйственных лет по условиям атмосферной увлажненности, % (Западная Сибирь, Северный Казахстан, XX в.)

Природная подзона	Метеостанция	Годы		
		благоприятные	средние	неблагоприятные
Южная лесостепь	Барнаул	38	40	22
Сухая степь	Астана	16	56	28

лее по сравнению со средними многолетними показателями. В степях Северной Евразии засушливость неуклонно возрастает в направлении с запада на восток, параллельно с усилением континентальности климата. На протяжении XX в. частота засух в степях Украины не превышала 15–20% лет, в донских степях – 20–25%, в Нижнем Поволжье – 25–35%, в Алтайском крае и Северном Казахстане – 45–55%. Очевидно: рискovanность сухого зернового земледелия в азиатских степях почти вдвое выше, чем в степях восточноевропейских.

Как было показано, растениеводство в умеренном поясе зависит от климатических условий не только вегетационного периода, но и предшествующего осенне-зимнего. Недаром сельско-

хозяйственный год принято рассматривать, начиная с осени предшествующего и заканчивая концом лета настоящего года. На продуктивности сельскохозяйственных культур сказывается как атмосферное увлажнение, так и термические условия осенне-зимнего периода. О суровости зим судят по абсолютным минимумам температуры воздуха и средней температуре самого холодного месяца. Перезимовка озимых культур и многолетних насаждений (плодовых садов, виноградников) находится в непосредственной зависимости от них. В степной и лесостепной зонах Северной Евразии морозность зим, как и повторяемость засух, отмеченная выше, возрастает в направлении с запада на восток по мере продвижения в глубь континента. Если в восточноевро-

пейских степях минимальная температура воздуха не опускается ниже $-35 \dots -38^\circ\text{C}$, то для степей Западной и Восточной Сибири типичны минимумы до $-50 \dots -55^\circ\text{C}$. Как следствие, плодородие в Зауралье и Сибири – явление сравнительно редкое. Уникальным является опыт знаменитого сибирского селекционера М. А. Лисавенко по выведению зимостойких сортов яблони, груши, сливы и ягодных культур в Алтайском крае. Что касается южностепного промышленного виноградарства, то самые восточные его очаги находятся на Среднем Дону (знаменитые цимлянские вина) и в Восточном Ставрополье (прасковейские вина).

Важнейшим критерием, определяющим пригодность земель для выращивания озимых зерновых культур, является минимальная зимняя температура почвы на глубине узла кущения (2–3 см). При промерзании почвы до -20°C и ниже выращивание озимых становится невозможным. Они вымерзают. Много зависит от высоты снежного покрова, который выступает хорошим теплоизолятором для почвы и озимых посевов. В степях Украины, ЦЧО и Северного Кавказа с их мягкими и достаточно снежными зимами традиционно выращиваются озимые хлеба. В то же время малоснежные степные регионы Нижнего Поволжья, Зауралья и Сибири, отличающиеся суровыми морозными зимами, вынуждены специализироваться на возделывании яровых.

II.5.2. Почва и ее плодородие

Почва с ее ценнейшим для земледелия свойством – плодородием – главная ресурсная база агроландшафта. Почвой обеспечивается широкий комплекс факторов жизни растений: минеральное питание, вода, тепло, воздух (кислород и углекислый газ). Даже солнечный свет, стимулируя фотохимические реакции в почве, влияет на накопление в гумусе ряда необходимых для растений аминокислот. Поэтому плодородие почвы следует понимать широко, как ее общую способность обеспечивать растения всеми необходимыми для их жизни и воспроизводства условиями и ресурсами. Отсюда и оценка плодородия почвы не может ограничиваться каким-либо одним показателем (например, содержанием гумуса). Она должна быть в полной мере комплексной, включая и биологические, и физико-химические свойства почвы.

Различают несколько видов плодородия почв. Исходным признается *естественное (или природное) плодородие*. Таким плодородием обладают почвы, еще не освоенные под земледелие. *Плодородие обрабатываемых земель, обусловленное внесением удобрений, мелиоративными и другими целенаправленными мероприятиями по их*

улучшению, является искусственным. В реальных условиях оно интегрируется с естественным плодородием. Совокупное естественное и искусственное плодородие почвы называется потенциальным. Однако у каждой сельскохозяйственной культуры или определенной группы культур свои, особые требования к плодородию почвы. Почва плодородная, например, для картофеля может оказаться бедной для пшеницы или гречихи. Поэтому плодородие почв необходимо оценивать относительно той или иной культуры, одного или другого севооборота.

От плодородия почв, равно как и от агроклиматических условий, зависит зональное распределение пахотных угодий. В России, с ее громадной и разнообразной в природном отношении территорией, оно всегда было очень дифференцированным (см. табл. 10). Обращает на себя внимание преимущественная сосредоточенность обрабатываемых земель в лесостепной и степной зонах, на почвах черноземного типа. Именно здесь сосредоточено более половины пашни страны и производится до 80% всей земледельческой продукции. Одну из своих лекций по почвоведению В. В. Докучаев начал восторженным гимном русскому чернозему: «Затрудняюсь назвать предмет нашей беседы – так он хорош. Я буду беседовать с вами о царе почв, о главном основном богатстве России, стоящем неизмеримо выше богатств Урала и Кавказа, богатств Сибири, – все это ничто в сравнении с ним; нет тех цифр, какими можно было бы оценить силу и мощь царя почв, нашего русского чернозема. Он был, есть и будет кормильцем России» [18, с. 358].

Набор факторов плодородия почв достаточно широк. В него входят: гранулометрический состав, структурность, содержание органического вещества, элементов питания растений, биологическая активность почв. По гранулометрическому составу различают легкие и тяжелые почвы. К легким относятся песчаные, супесчаные и легкосуглинистые, к тяжелым – глинистые и тяжелосуглинистые. Промежуточную позицию занимают среднесуглинистые почвы. От гранулометрического состава зависят: тепловой и водный режим почвы, ее аэрация, пищевой режим. Легкие почвы отличаются лучшей дренированностью и меньшей влагоемкостью, чем почвы тяжелые. Поэтому они быстрее освобождаются от переувлажнения после весеннего снеготаяния и раньше прогреваются, чем тяжелые почвы. В гумидных южнотаежных и смешаннолесных районах, где коэффициент атмосферного увлажнения превышает 1, а земледелие в открытом грунте испытывает нехватку тепла, пахотные супесчаные и легкосуглинистые почвы расцениваются как

«теплые» земли. Напротив, глинистые и тяжело-суглинистые – как «холодные». У них разные сроки готовности к предпосевной обработке и весеннему севу, созревания сельскохозяйственных культур и уборки урожая, что немаловажно в условиях сравнительно короткого вегетационного периода российского Нечерноземья. Степень дренированности и тепловым режимом почв здесь во многом определяется судьба урожая.

Указанные свойства почв связаны не только с их собственным гранулометрическим составом, но и с особенностями подстилающих пород. Агроландшафтные исследования в южном Подмоскowie (район комплексной географической практики географического факультета МГУ близ г. Боровска Калужской области) показали, что средняя многолетняя урожайность зерновых (пшеница, ячмень), как правило, выше на пахотных землях задровых равнин и долинных задров, перекрытых покровными суглинками, нежели на моренных равнинах с теми же суглинистыми покровами. Застой и медленная сработка надморенной верховодки, образующейся в дерново-подзолистых почвах моренных равнин после весеннего снеготаяния и, как следствие, их позднее прогревание и сокращение вегетационного периода существенно понижают потенциал их плодородия. По этой причине распаханность моренных междуречий значительно ниже, чем более дренированных песчано-супесчаных водноледниковых равнин, несущих плащ покровных суглинков.

По-иному влияет гранулометрический состав почв на их плодородие в семиаридных степных регионах. Одним из главных лимитирующих факторов урожайности сельскохозяйственных культур здесь выступает недостаточное атмосферное увлажнение. Малая водоудерживающая способность, низкая влагоемкость легких по механическому составу почв сильно снижают их естественное плодородие. Помимо того, в силу высокой водопроницаемости из пахотного горизонта легко вымываются элементы минерального питания. По этой же причине малоэффективны искусственные удобрения. Хорошая аэрация легких степных почв приводит к тому, что органическое вещество растительных остатков в них быстро минерализуется, а процессы гумификации, напротив, ослаблены. Так, если темно-каштановые средне- и тяжело-суглинистые почвы в Нижнем Поволжье содержат 3,5–4,5% гумуса, то супесчаные не более 2,5–3,0%. Самым негативным свойством легких степных почв следует считать их исключительную неустойчивость по отношению к дефляционным процессам (см. раздел II.5.3). Лучшими по гранулометрическому составу среди степных пахотных почв признаются среднесуглинистые. Они достаточно влагоемки и в то же время воздухопрони-

цаемы, более гумусированы и стойки к выдуванию по сравнению с легкосуглинистыми и тем более супесчаными.

Водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы почв, а также степень подверженности дефляционным и эрозийным процессам в неменьшей мере зависят от их оструктуренности. В структурных, например, зернистых, комковато-зернистых, почвах вода удерживается в капиллярных порах, а воздух заполняет более крупные пустоты между структурными отдельностями. Напротив, бесструктурная почва не способна обеспечивать растения и водой, и воздухом одновременно. В зависимости от сезона года и погодных условий она может быть либо совершенно сухой, либо переувлажненной. В структурных почвах создаются благоприятные условия для жизнедеятельности различных групп микроорганизмов и биологического формирования элементов питания растений. Вследствие газообмена между почвой и приземными слоями воздуха происходит эмиссия почвенной углекислоты, которая в свою очередь стимулирует процессы фотосинтеза. Чем более оструктурена почва и чем обильнее в ней содержание микроорганизмов, тем больше CO_2 в приземных слоях воздуха. Опыты показали, что его концентрация в подобных обстоятельствах может возрастать на порядок – до 0,3% (вместо 0,03% в атмосферном воздухе). Как следствие, интенсивнее протекает фотосинтез, увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур (см. раздел II.3.1).

Естественно, плодородие почвы находится в прямой зависимости от содержания в ней органического вещества. В органическом веществе почвы сосредоточена основная часть химических элементов биофилов: азота, фосфора, калия и др. Благодаря органическому веществу в почве возможно существование микроорганизмов. Они, в свою очередь, подготавливают элементы питания для растений из разлагаемых органических остатков и минеральной составляющей почвы. Почвенная микрофауна играет главную роль в формировании гумуса почвы. Отмершие популяции микробов также обогащают почву элементами питания, в первую очередь усвояемыми формами азота. Особо подчеркнем, что в биологически активных почвах происходит усвоение атмосферного азота азотфиксирующими бактериями и перевод его в доступные для растений формы.

На плодородие почвы в незначительной мере влияет ее поглотительная способность. Многие зависят от состава поглощенных катионов. Так, поглощенный водород и алюминий, характерные для подзолистых и дерново-подзолистых почв, поддерживают их высокую кислотность, препятствуя закреплению гумусовых веществ и образованию

агрономически ценной структуры. Происходит общее снижение почвенного плодородия. Напротив, высокое содержание в поглощающем комплексе кальция, свойственное черноземам, обеспечивает нейтральную реакцию почвы, благоприятствует закреплению в ней гумуса и образованию зернистой водопрочной структуры. Поглощенный кальций выступает в роли «стража» плодородия почв. В связи с этим в Нечерноземье наиболее плодородными являются почвы, формирующиеся на карбонатных породах: известняках, доломитах, карбонатной морене и т. п. А неперменной составляющей агрохимического комплекса является искусственное известкование почв (см. раздел II.6.2).

В заключение обратим внимание на свойства почв, которые в наибольшей мере затрудняют земледелие. Лимитирующими для растениеводства являются:

- избыточная кислотность почв; нейтрализуется путем искусственного известкования;
- избыточная засоленность почв, в том числе образующаяся вследствие вторичного засоления при искусственном орошении; нейтрализуется путем интенсивной промывки почв при обязательном дренаже сбросных и почвенно-грунтовых вод;
- бедность элементами минерального питания; почвы нуждаются в органических и минеральных удобрениях, применении сидеральных севооборотов;
- высокая облепченность гранулометрического состава почв; распашка песчаных, а в степных районах и супесчаных почв, как правило, приводят к их дефляционному разрушению и антропогенному опустыниванию земель;
- чрезмерная глинистость, уплотненность, слитость почв; ослабляется пескованием и глубоким рыхлением;
- заболоченность, переувлажненность почв; преодолевается посредством создания осушительных дренажных систем;
- нехватка воды в почве; восполняется путем искусственного орошения, агротехнических приемов накопления и сбережения воды в почве (например, закрытие влаги в почве боронованием, снегозадержание, мульчирование почвы соломой и др.);
- пестрота, мозаичность почвенного покрова (например, комплексы степных почв с солонцами); если доля солонцов в почвенном покрове превышает 25–30%, земли признаются как непригодные для зональных систем земледелия.

II.5.3. Дефляционная неустойчивость обрабатываемых земель

Распашка земель, сопровождаемая уничтожением естественного растительного покрова, рыхлением пахотного слоя и разрушением его структуры, резко снижает сопротивляемость почв дефляционным процессам: выдуванию и перевеванию. *Особенно опасна дефляция почв в семиаридных и аридных регионах: степях, полупустынях и пустынях.* Пыльные бури – по сей день характерное явление в степях России (Нижний Дон, Северный Кавказ, Нижнее Поволжье, Кулунда, Хакассия, Забайкалье), на юге Украины, в Казахстане, США, Канаде, Аргентине. *Выдувание и перевевание почвы ведет не только к потере ее плодородия, но нередко завершается полной деградацией и антропогенным опустыниванием земель* (см. раздел I.2.2).

Податливость почв дефляционным процессам при распашке зависит от ряда ее свойств. Важнейшие среди них: гранулометрический состав и структурность почв. Наблюдениями в степях России и Казахстана установлены пороговые показатели скорости ветра (на высоте 15 см от земной поверхности), при которых распашанные черноземы и темно-каштановые почвы различного механического состава начинают дефлировать: супесчаные при 3–4 м/с; легкосуглинистые – 4–5; среднесуглинистые – 5–6; тяжелосуглинистые – 6–7; глинистые – 7–9 м/с. Что касается песчаных степных почв, то они вообще распашке не подлежат ввиду крайней неустойчивости к развеванию и быстрому превращению в антропогенную пустыню.

Почвы с хорошей структурой менее опасны в дефляционном отношении, нежели бесструктурные. Однако при длительной распашке структура почвы разрушается. Даже тяжелосуглинистые почвы, испытавшие распыление пахотного слоя, могут стать легкой добычей ветра. Чаще всего это происходит с карбонатными черноземами и темно-каштановыми почвами, зернисто-комковатая структура которых недостаточно прочна.

Опыт целинного земледелия в степях Западной Сибири и Казахстана (50–80-е годы XX в.) показал, что пыльные бури наиболее часты в азиатских степях в мае–начале июня, когда поверхность подсохшей почвы обнажена и не защищена всходами яровых. На распашанных супесчаных и легкосуглинистых почвах происходит перевевание слоя мощностью до 4–5 см. На одних участках пашни гумусо-аккумулятивный горизонт сдувается, на других – почва оказывается погребенной под навешанным мелкоземом. Ветровой вынос почвенных фракций <1 мм в диаметре приводит к опесчаниванию почвы и

разрушению ее структуры. Параллельно снижаются влагоемкость и водоудерживающая способность почв. Падает содержание гумуса и элементов минерального питания. В сухостепной Кулунде в конце 50-х – начале 60-х годов XX в. потери супесчаных темно-каштановых почв от выдувания достигали 100–120 т/га в год. За 3–5 лет пахотный горизонт стал беднее гумусом на 40% и на 30–40% от прежних показателей сократились запасы азота, фосфора и калия. Большие массивы пашни были полностью развеяны, а на других урожайность зерновых упала до 1,5–2,0 ц/га. В итоге произошла общая деградация земель, грозившая региональным опустыниванием. Еще тяжелее была ситуация с дефляцией почв в Павлодарском степном Прииртышье (рис. 8) [43, 45].

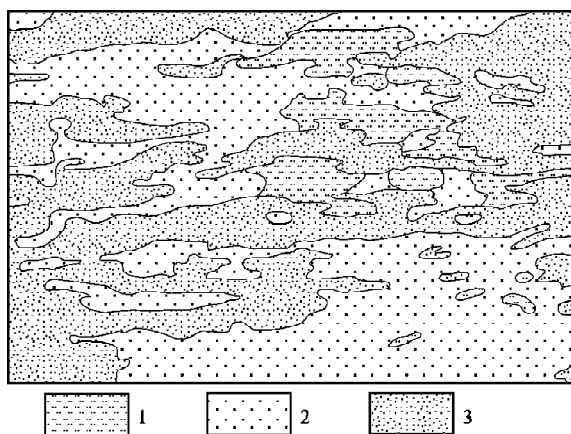


Рис. 8. Дефляция темно-каштановых супесчаных почв на пахотных землях сухостепного Прииртышья. Степень дефляционного разрушения: 1 – слабая, гумусо-аккумулятивный горизонт почвы подвергся поверхностному перевеванию; 2 – средняя, пахотный гумусо-аккумулятивный горизонт в основном выдут; 3 – сильная, на месте уничтоженной почвы обнажены перевеваемые пески. Отдешифровано по аэрофотоснимку 1959 г. Масштаб 1:25 000

II.5.4. Рельеф и земледелие

Рельеф – один из ведущих факторов ландшафтной организации земной суши. Не менее значима его роль в территориальном размещении, специализации и функционировании агроландшафтов. В отличие от агроклиматических и агропочвенных условий и ресурсов, которые в той или иной мере поддаются антропогенной регуляции, адаптация рельефа к нуждам земледелия крайне затруднительна. Как элемент литогенной основы ландшафта он наиболее консервативен среди других природных компонентов. Поэтому *аграрное освоение земель с давних времен и до наших дней вынуждено подчиняться диктату рельефа, вписываясь в его пластику.*

Главными параметрами рельефа, влияющими на земледелие, являются: густота и глубина его

расчленения, крутизна, протяженность и форма склонов. В свою очередь, они обусловлены абсолютной и относительной высотой местности, т. е. «энергией рельефа». По мере ее роста земледелие все более и более лимитируется неблагоприятными условиями рельефа (дробным расчленением, значительной крутизной склонов). По этой причине подавляющая часть обрабатываемых земель располагается на равнинах. Менее 8–10% пахотного фонда мира находится в горах.

Хорошей иллюстрацией тесной связи эрозионно-денудационной расчлененности рельефа и крутизны склоновых поверхностей с абсолютной высотой территории служат морфометрические карты Алтайского края – главной житницы Сибири [2]. В обобщенном виде их данные сведены в табл. 17.

Аналогичная зависимость прослеживается между высотой рельефа и участием склоновых поверхностей в его сложении. Согласно морфометрическим подсчетам, проведенным для регионов Южного Предуралья и Южного Урала [37], на подгорных низменных равнинах с абс. высотами до 200 м склоновые местности составляют 15–22% территории, на возвышенных равнинах при средней абс. высоте 300 м – 45%, в предгорьях с высотами 500–600 м – 70–75%, в горах – 90–95% и более. Дробная расчлененность рельефа, свойственная возвышенностям, предгорьям и в еще большей мере горным регионам становится труднопреодолимым препятствием для аграрного освоения. Приходится буквально выкраивать пахотнопригодные уголья в расчлененном рельефе местности (рис. 9).



Рис. 9. Пахотные уголья степных плакоров (белый фон) (52%) и овражно-балочная сеть с притеррасными склонами (48%) в агроландшафте Среднерусской возвышенности (космический сканерный снимок; автоматизированное дешифрирование В. И. Кравцовой, И. К. Лурье, О. В. Тугубалиной). Масштаб 1: 400 000

Таблица 17

Морфометрия природных регионов Алтайского края

Регион	Абсолютная высота, м	Глубина расчленения рельефа, м	Густота расчленения рельефа – среднее расстояние между соседними понижениями, км	Средняя крутизна склонов, в градусах
Кулундинская равнина	<200	<20	2,5–5,0	<3
Приобское плато	200–300	50–80	1,2–1,5	3–4
Бийско-Чумышская возвышенность	300–350	80–120	0,7–1,0	4–6
Предгорья Алтая	400–600	120–200	0,4–0,6	5–8
Низкогорья Алтая	800–1500	200–600	0,2–0,4	12–20
Среднегорья Алтая	1500–2500	600–1200 и более	<0,2	20–45 и более

Что касается крутизны склонов, то с нею связано одно из самых опасных явлений, сопровождающих земледелие, – ускоренная эрозия почв. Эрозия почв – природный процесс. Он свойствен естественному почвообразованию на склонах. Но вследствие распашки склоновых земель эрозия получает дополнительный импульс и перерастает в ускоренную, сочетая плоскостной смыв и линейный размыв. В итоге, наряду с деградацией или полным уничтожением почвенного покрова, происходит эрозионная перестройка рельефа. Формируется овражная сеть, в еще большей мере усугубляющая общую расчлененность рельефа. Бывшие пологие поверхности замещаются покатыми и даже крутопокатыми. А те, в свою очередь, становятся новыми аренами ускоренной эрозии. Деструктивный процесс приобретает характер лавинной цепной реакции, подчиняясь закону положительной обратной связи. Потери обрабатываемых земель от ускоренной сельскохозяйственной эрозии колоссальны. Они были показаны в разделе 1.2.2.

В зависимости от условий рельефа объемы смыва почв варьируют в больших пределах [32, 33]. Пахотные земли низменных степных равнин России, подобных Окско-Донской, Низкого Заволжья, Кулундинской, характеризуются сравнительно малыми величинами смыва – до 0,5 т/га в год. Напротив, земли таких степных возвышенностей, как Среднерусская, Калачская, Приволжская, Общий Сырт, Ставропольская отличаются очень высокими показателями объемов смыва – 20–40 т/га в год. Сходная закономерность прослеживается в пораженности овражной эрозией названных земледельческих регионов (см. рис. 2).

Эрозионный потенциал склоновых земель зависит от крутизны, протяженности, формы и экспозиции склонов. Главную роль играет крутизна склонов. Разработано несколько классификаций

склоновых земель по их крутизне. Известный исследователь эрозии почв М. Н. Заславский предложил классификацию склонов применительно к нуждам земледелия (табл. 18).

Таблица 18

Классификация склонов по крутизне [по 22, с. 183]

Название склонов	Крутизна, градусы
Слабополгие	1–3
Пологие	4–5
Слабопокатые	6–7
Покатые	8–10
Сильнопокатые	11–15
Крутые	16–20
Очень крутые	21–40
Обрывистые	> 40

На склонах крутизной менее 3° опасность эрозии почв очень мала либо отсутствует. Эти земли могут использоваться в типично зональных системах земледелия. В севооборотах, помимо культур сплошного сева, допускается участие пропашных культур. Лучшими среди этих земель в российском пахотном фонде являются степные и лесостепные плакоры. Распашка присетевых (придолинных и прибалочных) склонов равнинных междуречий крутизной от 4 до 7° чревата развитием плоскостного смыва и линейного размыва почв. Зональные системы земледелия на этих склонах необходимо модифицировать в почвозащитные, с применением контурной вспашки, противоэрозионных севооборотов, полосного земледелия, полезащитных лесонасаждений и т. п. (рис. 10).

Земли с крутизной склонов 8° и более, согласно рекомендациям ФАО, расцениваются как непригодные для массовой распашки. Однако во многих регионах, где существует острая нехватка пахотных угодий (чаще всего в горах и предгорьях), земледелие практикуется на склонах

крутизной до 10–15°, а иногда и более. Во избежание катастрофической эрозии почв применяются щадящие почвозащитные системы земледелия, например, лугово-пастбищные. Более радикальным способом предотвращения смыва почв является искусственное террасирование склонов. Оно издавна применяется в горных регионах Юго-Восточной Азии (Индия, Китай, Индонезия, Филиппины, Вьетнам) и ряде других стран, главным образом во влажных тропиках. Создаются специально террасированные агроландшафты – «рисовые», «чайные» и др. (см. раздел П.6.3).

Эрозионный потенциал склонов зависит и от их протяженности. По мере увеличения длины склона объем поверхностного стока на нем, естественно, возрастает. Поэтому при неизменной крутизне средние и нижние части склона оказываются под воздействием усиливающегося смыва. Вместе с тем у подножия склонов, в трансаккумулятивных позициях, происходит аккумуляция смытого сверху материала, погребение исходной почвы и образование намывных почв.

Форма распаханых склонов также влияет на эрозию почв. Различают склоны выпуклого, прямого, вогнутого и ступенчатого профиля. Наиболее опасны в эрозионном отношении склоны выпуклые. На них вниз по склону возрастает не только объем поверхностного стока, но и его скорость, что усугубляет эрозию почв.

Наконец, при оценке эрозионного потенциала земель следует принимать во внимание экспозицию склонов. Ее роль особенно велика в умеренных широтах, когда во время весеннего снеготаяния сток талых вод на склонах южной экспозиции протекает с наибольшей интенсивностью. При отсутствии должных противоэрозионных мероприятий он способен всего за несколько лет довести пахотные угодья до состояния антропогенного бедленда, пораженного густой сетью эрозионных промоин и оврагов.

II.5.5. Бонитировка (качественная оценка) земель

Бонитировкой (от лат. *bonitas* – доброкачественность), или *качественной оценкой земель*, является сравнительная оценка степени пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур. Она необходима для составления земельного кадастра, служит одной из основ экономической оценки земель,



Рис. 10. Полосная почвозащитная система контурного земледелия на расчлененном плато (США). Светлые полосы – зерновые; темные полосы – многолетние травы

налогообложения землевладельцев. Заметим, что под термином «земля» понимается в данном случае отнюдь не только почва, но целостная агрогеосистема, включая ее гидроклиматические условия и ресурсы, характер рельефа, геологический субстрат, степень дренированности и др. Иными словами, *бонитировка земель – это прикладная (сельскохозяйственная) в полной мере комплексная ландшафтная оценка*. Хотя в литературе ее порой называют оценкой почв, что не вполне справедливо.

Любая прикладная ландшафтная оценка всегда относительна. В ее основе лежат представления об отношениях субъекта и объекта, требующие постановки вопроса: для чего, для кого, для каких нужд производится оценка природного комплекса (геосистемы)? При качественной оценке земель в роли объекта оценивания выступают агрогеосистемы – земли, в роли субъекта – возделываемые сельскохозяйственные культуры. Понятно, что оценка земель для выращивания, допустим, картофеля будет одна и совершенно другая – для выращивания риса, хлопчатника или винограда. Поэтому бонитировка земель производится не вообще, а применительно к тем или иным культурам и типам севооборотов. Ибо земли, обеспечивающие высокие урожаи одних культур, могут быть малоприспособными для других.

Бонитировка земель исходит из объективных показателей естественных свойств земель, таких как гидроклиматические, (например, суммы активных температур, атмосферные осадки, коэффициент атмосферного увлажнения), агропочвенные (механический состав почв, структурность, содержание гумуса и питательных элементов), положение в рельефе (расчлененность, крутизна склонов) и др. *Ее принято выражать*

в баллах, сравнивая с наилучшими землями в данном регионе, которые условно оцениваются в 100 баллов. В целях корректировки балльные оценки сопоставляются с реальной многолетней урожайностью сельскохозяйственных культур, выращиваемых на данных землях. Причем, как в рядовых хозяйствах, так и в передовых, а также на опытных и селекционных станциях. Несмотря на это, *бонитировку (качественную оценку) земель следует отличать от экономической оценки земли*. Если в основе первой лежит анализ природных условий и ресурсов, их агропотенциала, то в основе второй – определение прибыли, получаемой с обрабатываемых земель. Поэтому бонитировкой земель занимаются, как правило, почвоведы и агроландшафтоведы, а экономической оценкой земель – экономисты.

Качественная оценка сельскохозяйственных земель имеет давнюю историю. Она зародилась на заре агрикультуры, одновременно с самим земледелием, когда необходимо было определять степень пригодности земель для различных видов растениеводства. Позже она стала использоваться и для целей налогообложения, как это было, например, в Древнем Египте, Месопотамии, Китае. Параллельно создавались первые государственные земельные кадастры. В России в XV–XVII в. кадастровую роль играли «Писцовые книги». Среди прочей информации в них говорилось о «добрых» (плодородных) и «худых» (непригодных для земледелия) землях. Во второй половине XVIII в. в нашей стране было проведено «Генеральное межевание» – государственная инвентаризация и оценка земель. Качество земель определялось главным образом опросным методом.

Научный характер оценка земель стала приобретать лишь в конце XIX в., когда в ее основу были положены материалы естественно-исторических исследований земель и почвенная съемка. Основной методологический вклад был сделан В. В. Докучаевым. По просьбе губернских властей и при поддержке Вольного экономического общества он организовал и блестяще осуществил две комплексные экспедиции по изучению и оценке земель Нижегородской (1882–1886 гг.) и Полтавской (1888–1894 гг.) губерний. В составе экспедиций, наряду с естествоиспытателями (почвоведом, геологами, климатологами, геоботаниками), принимали участие статистики-экономисты. *В. В. Докучаев считал обязательным изучать как естественное плодородие земель, так и реальную продуктивность растениеводства, проводя их сопоставление и корректируя качественные оценки количественными показателями урожайности сельскохозяйственных культур*. Впоследствии опыт докучаевских

экспедиций стал научно-методическим эталоном оценочно-земельных работ.

Широкий размах бонитировка земель получила в нашей стране в послевоенные – 50–60-е годы XX в. В основном она производилась почвоведом. Однако немалый и, скажем, принципиальный вклад в нее внесли отечественные географы-ландшафтоведы. Среди них отметим Д. Л. Арманда, К. В. Зворыкина, К. И. Геренчука, которые придали этой научной операции по-настоящему комплексный характер. Особого внимания заслуживают исследования географов МГУ по оценке целинных земель в Северном Казахстане и Алтайском крае. В течение 20 лет, сменяя друг друга, на целине работали три комплексные экспедиции географического факультета: Кустанайская (1955–1961), Целинная (1962–1966), Алтайская (1967–1974). Их организация во многом была сходной с упомянутыми выше докучаевскими экспедициями. Важно подчеркнуть, что рука об руку с почвоведом и ландшафтоведом на целине вели исследования земель экономико-географы. Участники названных университетских экспедиций супруги С. А. и В. А. Николаевы, обобщая комплексные изыскания, осуществили агропроизводственную группировку и качественную оценку земель Кустанайской области [48], а затем и всего Северного Казахстана (бывшего Целинного края) [10, 43]. Карты агрогруппировки и оценки земель были опубликованы в комплексных научно-справочных атласах [5, 6]. Оценка земель произведена для неполивного зернового земледелия, где главной товарной культурой является яровая пшеница, выращиваемая в системе зерно-парового или (реже) зерно-паро-пропашного севооборотов.

Среди природных критериев качественной оценки приоритет отдан агроклиматическим, (главным образом естественной влагообеспеченности земель (табл. 19), как одному из важнейших лимитирующих факторов сухого земледелия), агропочвенным (запасы перегноя и основных элементов минерального питания, механический состав почв, их солонцеватость и карбонатность, участие солонцов в структуре почвенного покрова), геоморфологическим (расчлененность рельефа, крутизна склонов).

Из экономических показателей предпочтение отдано многолетней урожайности зерновых культур. *Сведения о многолетней урожайности яровой пшеницы, соотнесенные с показателями природных свойств земель, легли в основу разработанной бонитировочной шкалы* (табл. 20).

Исходные баллы оценки земель приведены в первой графе бонитировочной шкалы. Они характеризуют пахотные земли степных плакоров в каждой из природных подзон Северного Казахстана.

Таблица 19

Естественная влагообеспеченность зернового земледелия в североказахстанских степях

Природные подзоны	Влагообеспеченность яровой пшеницы в % оптимальной	Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм		Коэффициент увлажнения Высоцкого–Иванова		ГТК	Повторяемость засух, %
		на начало весны	на конец июня	на фазу колошения (V–VII)	на период уборки (VIII–IX)		
Южная (колочная) лесостепь и умеренно засушливая степь на черноземах обыкновенных	60–70	125–150	85–100	0,8–0,9	0,5–0,6	0,8–1,0	20–30
Засушливая степь на черноземах южных	50–60	100–125	70–85	0,7–0,8	0,4–0,5	0,7–0,8	30–40
Умеренно сухая степь на темно-каштановых почвах	40–50	75–100	55–70	0,6–0,7	0,3–0,4	0,5–0,7	40–50
Очень сухая степь на каштановых почвах	30–40	50–75	50–75	0,4–0,5	0,2–0,3	0,4–0,5	50–60

Таблица 20

Шкала бонитировки земель Северо-Казахстанского степного региона

Природные (почвенно-климатические) подзоны, ГТК	Исходный балл	Циркуляционная экспозиция			Крутизна склонов		Почвенный покров						
		наветренная	нейтральная	подветренная	менее 3°	3–6°	участие солонцов, %		солонцеватость почв	карбонатность почв	механический состав		
							10–20	20–30			тяжело- и среднесуглинистый	легко-суглинистый	супесчаный
Южная (колочная) лесостепь и умеренно засушливая степь с черноземами обыкновенными (ГТК 0,8–1,0)	100	1,1	1,0	0,9	1,0	0,6	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	0,8	0,6
Засушливая степь с черноземами южными (ГТК 0,7–0,8)	80	1,1	1,0	0,9	1,0	0,6	0,9	0,6	0,9	0,9	1,0	0,7	0,5
Умеренно сухая степь с темно-каштановыми почвами (ГТК 0,5–0,7)	60	1,1	1,0	0,8	1,0	0,5	0,8	0,4	0,8	0,9	1,0	0,6	0,4
Очень сухая степь с каштановыми почвами (ГТК 0,4–0,5)	40	1,1	1,0	0,8	1,0	0,5	0,8	0,2	0,8	0,9	1,0	0,4	0,2

Наивысший балл (100) присвоен плакорным землям южной (колочной) лесостепи и умеренно засушливой степи с черноземами обыкновенными тяжело- и среднесуглинистыми. Плакорные земли более южных подзон в соответствии со снижением урожайности яровой пшеницы, обусловленным ухудшением агроклиматических условий

(см. табл. 19) и падением плодородия почв, оценены меньшим количеством баллов. Следующие графы таблицы представляют поправочные коэффициенты к исходному баллу. Учитывая влияние позиционного фактора и барьерного эффекта на атмосферное увлажнение, авторы сочли необходимым отразить его особым коэффициентом, ко-

торый повышает балльную оценку земель в наветренных, более увлажняемых районах (Кокчетавская возвышенность) и понижает ее в подветренных, относительно засушливых (Тургайская страна, степное Прииртышье).

Целая серия поправочных коэффициентов связана с особенностями почвенного покрова: участием солонцов в почвенных комплексах, повышенной карбонатностью или солонцеватостью почв, механическим составом. Легкие по механическому составу почвы, подверженные при распашке дефляции, получают, в соответствии с поправочными коэффициентами, оценку в 1,5–2 раза меньшую, чем тяжелосуглинистые. Специальные коэффициенты введены для оценки влияния на качество земель склонов крутизной более 3°, на которых возникает опасность плоскостного смыва и линейного размыва почв.

Окончательный балл, определяющий качество земель, получается при умножении исходного балла последовательно на все поправочные коэффициенты, соответствующие набору агропроизводственных показателей данного природного типа земель. Выполненная таким образом оценка позволила выделить в данном степном регионе несколько классов бонитета агроландшафтов. Каждый из классов оценивался определенным интервалом баллов, с которыми коррелирует био-

продуктивность зерновых. Показатели урожайности яровой пшеницы в ц/га, соответствующие балльной оценке, могут варьировать в зависимости от климатических флуктуаций или изменений в системах земледелия. В то же время относительная качественная оценка земель, выраженная в баллах, сохраняет свою значимость более длительный срок. По мере окультуривания земель или, напротив, их антропогенной деградации класс бонитета земель может изменяться.

Качественная оценка земель, произведенная в пределах обширного степного региона Северного Казахстана, показала, что класс бонитета зависит как от зональных (подзональных), так и азональных факторов. Местные особенности агроландшафтов порой кардинальным образом влияют на их бонитет. В одной и той же почвенно-климатической подзоне бок о бок могут соседствовать земли разных классов бонитета, стоящие на противоположных полюсах бонитировочной шкалы (рис. 11).

Все земли региона, в разной степени пригодные для сухого земледелия, сгруппированы в пять классов бонитета.

I. Класс земель лучшего качества (81–100 баллов) представлен агроландшафтами южной (колочной) лесостепи и умеренно засушливой степи. Наивысшими баллами оценивают-

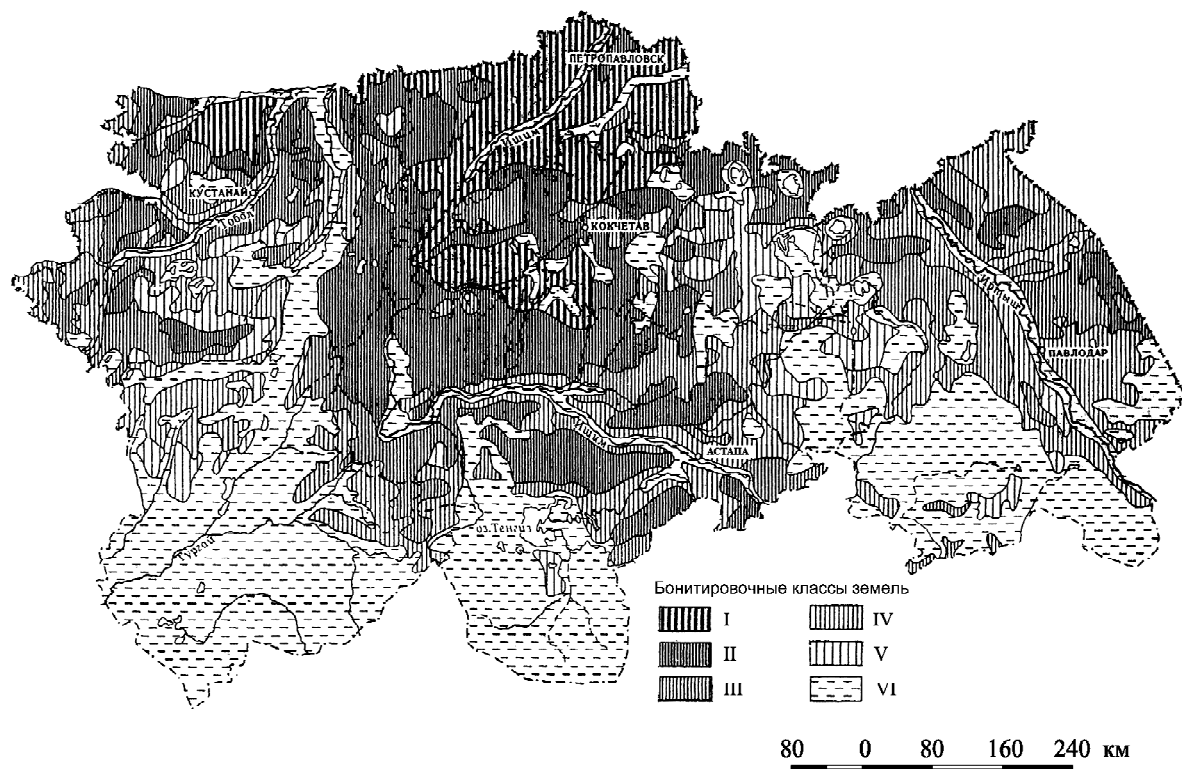


Рис. 11. Бонитировка (качественная оценка) земель Северного Казахстана [10]. Бонитировочные классы: I – земли лучшего качества (81–100 баллов); II – земли хорошего качества (61–80 баллов); III – земли среднего качества (41–60 баллов); IV – земли ниже среднего качества (21–40 баллов); V – земли низкого качества (5–20 баллов); VI – земли не пригодные для неполивного земледелия. Пояснения см. в тексте

ся черноземные плакоры Кустанайской и Ишимской равнин, а также Кокчетавской возвышенности, что обусловлено ее наветренной циркуляционной позицией.

II. Класс земель хорошего качества (61–80 баллов) включает агроландшафты: а) плакоров засушливой степи с черноземами южными тяжело- и среднесуглинистыми; б) древнеаллювиальных равнин и высоких надпойменных террас с черноземами обыкновенными легкосуглинистыми.

III. Класс земель среднего качества (41–60 баллов) представлен агроландшафтами: а) плакоров умеренно сухой степи с темно-каштановыми тяжело- и среднесуглинистыми почвами; б) древнеаллювиальных равнин и высоких террас с черноземами южными легкосуглинистыми.

IV. Класс земель ниже среднего качества (21–40 баллов) – это агроландшафты: а) плакоров очень сухой степи с каштановыми тяжело- и среднесуглинистыми почвами; б) древнеаллювиальных равнин и высоких террас с черноземами южными супесчаными и темно-каштановыми легкосуглинистыми почвами; в) солонцово-степных суглинистых междуречий с комплексами черноземов обыкновенных солонцеватых и солонцов степных (20–30%).

V. Класс земель низкого качества (5–20 баллов) представлен агроландшафтами: а) древнеаллювиальных равнин и высоких террас с темно-каштановыми супесчаными почвами; б) солонцово-степных суглинистых междуречий с комплексами черноземов южных солонцеватых и солонцов степных (20–30%).

К непригодным для неполивного земледелия отнесены: а) солонцово-степные комплексы с участием солонцов в структуре почвенного покрова свыше 30%; б) солончаково-солонцовые и лугово-солонцовые комплексы; в) степные и залесенные древнеэоловые пески; г) массивы степного мелкосопочника и островных низкогорий; д) полупустынные ландшафты.

Зерновое хозяйство на землях самых низких по бонитету классов (IV и V) отличается крайне низкой продуктивностью. Достаточно сказать, что средняя многолетняя урожайность яровой пшеницы колебалась в данном регионе в 50–80-е годы XX в. в пределах 4–7 ц/га. О рентабельности растениеводства в подобных условиях говорить не приходится. При сокращении пахотного фонда, произошедшем в 90-е годы, эти земли в первую очередь были переведены в состав естественных кормовых угодий. Что касается земель среднего качества, то многолетние урожаи яро-

вой пшеницы на них не превышают 8–9 ц/га. В современных условиях рыночной экономики выживаемость зерновых хозяйств с землями этого бонитета стоит под вопросом. Лишь земли первых двух классов бонитета можно рассматривать как более или менее надежную часть пахотного фонда данного региона. Многолетняя норма урожая зерновых характеризуется здесь приемлемыми для азиатских степей показателями – от 10 до 15 ц/га.

Бонитировка земель – одна из основ государственного земельного кадастра. Земельный кадастр – это систематизированный свод сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель. Наряду с данными регистрации землепользования, он включает сведения о количестве и качестве земель, их бонитете и экономической оценке. В последние годы экономическая и экологическая значимость земельного кадастра выросла в нашей страны многократно.

II.6. Производственная подсистема агроландшафта

Производственная подсистема агроландшафта – это совокупность всех видов антропогенного воздействия на обрабатываемые земли и выращиваемые сельскохозяйственные культуры. Она включает: агротехнический, агрохимический и мелиоративный комплексы, равно как и объединяющие их системы земледелия. Помимо того, в состав производственной подсистемы входит блок управления и обслуживающий его агроландшафтный мониторинг.

II.6.1. Агротехнический комплекс (севооборота и обработка земель)

Современные агротехнические комплексы, в силу природно-хозяйственной адаптивности, отличаются большим разнообразием. Их главными компонентами являются севообороты и соответствующие их профилю системы обработки земель. *Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (иногда в сочетании с парами) в агроландшафтном пространстве-времени. Полный цикл, в течение которого происходит последовательная смена сельскохозяйственных культур на полях севооборота, называется ротацией севооборота. Введение севооборотов на обрабатываемых землях обусловлено одним из главных агроэкологических законов земледелия – законом плодосмена (см. раздел II.3.5).*

В России принято разделение севооборотов на три главных типа: полевой, кормовой и специальный. В полевых севооборотах возделываются:

зерновые культуры, картофель, полевые технические культуры (сахарная свекла, лен, подсолнечник). Кормовые севообороты предназначены для выращивания кормовых культур: однолетних и многолетних трав, силосных культур (кукурузы, подсолнечника, злаково-бобовых травосмесей), кормовых корнеплодов (кормовой свеклы, турнепса и др.). Специальные севообороты применяются в тех агроландшафтах, которые нуждаются в особой, чаще всего почвозащитной агротехнике (например, безотвальной противодефляционной обработке, противоэрозионном полосном контурном земледелии), либо в специфических условиях возделывания сельскохозяйственных культур (например, риса, ряда овощных культур: капусты, лука, помидоров, огурцов и др.).

Одним из простейших, практикуемых в России полевых севооборотов является *четырёхпольный зернопаровой*. Он используется главным образом в районах сухого зернового земледелия, где остро ощущается нехватка атмосферного увлажнения, лимитирующего урожай зерновых. Таковы сухостепные районы Нижнего Поволжья, Восточного Предкавказья, Южного Урала, Алтайского края. Ротация зернопарового севооборота включает: 1) чистый (или кулисный) пар; 2–3) яровую пшеницу; 4) ячмень или овес. Нередко в состав севооборота вводят поле кукурузы на силос. Иногда добавляют выводной клин многолетних трав, под который отводится до 20% земель.

Важная роль в зернопаровом, зернопаропропашном и некоторых других севооборотах отводится парам. Различают пары черные, которые вспахиваются осенью, и пары ранние, которые вспахиваются весной. Пары бывают чистые и занятые. Чистый пар – это поле севооборота, свободное от посевов в течение всего вегетационного периода. На занятом поле в первую половину лета выращивают какую-либо промежуточную раннеспелую культуру (например, однолетние травы). Кулисный пар имеет целью предохранение почвы от дефляции. На нем поперек господствующих ветров высевают узкие полосы высокостебельных культур (кукурузы, подсолнечника), которые играют ветроломную роль. Главные агроэкологические функции паров в следующем: а) накопление и сохранение продуктивной влаги в почве; б) борьба с сорняками посредством многократной поверхностной обработки паров культиваторами; в) уничтожение вредителей сельскохозяйственных культур путем лишения их пищевой базы; г) поддержание плодородия земель и повышение урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур. В ротации севооборота пары служат непосредственными предшественниками главной товарной культуре, чаще

всего пшенице. После паров урожай зерновых в степных районах возрастает на 20–30%.

Для Нечерноземной зоны европейской части России типичны *зернотравяные полевые севообороты*. В них сменяют друг друга: зерновые (озимая пшеница, рожь, яровой ячмень) и зернофуражные культуры (яровой ячмень или овес с подсевом многолетних трав), а также многолетние и однолетние травы. Главное назначение зернотравяного севооборота – обеспечение молочно-мясного скотоводства полевыми кормами. Вместе с тем он нацелен на повышение плодородия дерново-подзолистых почв, бедных по своей природе. Многолетние травы (бобовые и злаково-бобовые: клевер, овсяница луговая, тимофеевка и др.), занимающие в зернотравяном севообороте до 40–50% площади, играют полифункциональную роль. Как известно, на корнях бобовых поселяются азотфиксирующие бактерии, которые обогащают почву доступными для сельскохозяйственных культур формами азота. После двух-трех лет выращивания трав структура ранее выпаханых почв восстанавливается. Одновременно многолетние травы полностью вытесняют с полей сорную растительность, очищая их для последующего возделывания зерновых. Наиболее продуктивная в данном севообороте озимая пшеница высевается, как правило, по пласту многолетних трав.

В Центральных Черноземных областях (ЦЧО) применяются *зерно-паро-пропашные или зернопропашные севообороты*. В них наряду с зерновыми культурами сплошного сева (озимая пшеница, ячмень) участвуют культуры пропашные (сахарная свекла, кукуруза). Южнее, в степях Северного Кавказа (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края) после чистых или занятых паров высевается озимая пшеница, а следом по ротации севооборота – подсолнечник и кукуруза.

Особое место в системах земледелия занимают *сидеральные севообороты*. В России они используются преимущественно в Нечерноземье на легких по механическому составу малогумусных почвах. Их назначение – обогащение бедных почв органическим веществом и азотом. С этой целью на паровом поле севооборота возделывают растения – сидераты: люпин, сераделлу, донник, лядвенец и др. Они используются в качестве зеленых удобрений. Запаханная в почву в фазе цветения зеленая масса сидератов способствует повышению плодородия почвы в меньшей мере, чем равнозначное количество навоза. В российском Нечерноземье сидерация повышает урожайность зерновых на 8–10 ц/га, картофеля – на 40–50 ц/га. Посевы сидеральных культур характерны для многих земледельческих районов

мира. Они регулярно применяются на орошаемых землях Центральной Азии, Дальнего Востока, Южной и Юго-Восточной Азии и др. Особенно характерны они для «рисовых» агроландшафтов.

В странах Западной Европы, США, Канаде в связи с интенсификацией земледелия в последние полвека наметилась тенденция узкой специализации севооборотов. Произошло сокращение их ротации и, соответственно, количества полей в севообороте до двух-трех. Зерновые севообороты практикуются без пара, но с обязательным применением промежуточных культур (пожнивных, подсевных и др.), которые способствуют повышению плодородия почвы и в то же время предохраняют ее от эрозии и дефляции.

Механическая обработка пахотного слоя предназначена для создания оптимальных почвенных условий произрастания сельскохозяйственных культур. Эти условия весьма специфичны. Так как полевые однолетние культуры (бывшие дикие эксплеренты) (см. раздел II.4.1) отличаются низкой конкурентной мощностью в фитоценозе, они нуждаются в свободных от других растений местообитаниях и рыхлом субстрате. Одновременно механическая обработка почвы решает и другие задачи. В их числе: а) улучшение водного, воздушного, теплового и питательного режимов почвы; б) обогащение почвы питательными элементами путем заделки в пахотный слой пожнивных остатков, дернины многолетних и однолетних трав, зеленых удобрений (растений-сидератов), минеральных и органических удобрений; в) очищение полей от сорной растительности, вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур; г) создание оптимальных условий для сева и заделки семян; д) уход за культурами в процессе их вегетации.

Механическая обработка почвы производится при достижении ею так называемой *«физической спелости»*. Спелое состояние почвы наступает тогда, когда почва при обработке не налипает на почвообрабатывающие орудия (плуг, лущильник, культиватор) и в то же время не пылит в процессе рыхления. Признано, что в спелой почве устанавливается оптимальное соотношение между ее твердой, жидкой и газообразной субстанциями. Наряду с понятием «физическая спелость почвы», в агрономии применяется понятие *«биологическая спелость почвы»*. Им обозначается готовность почвы к севу сельскохозяйственных культур. Биологическая спелость наступает тогда, когда почва в достаточной степени прогрета, увлажнена и хорошо обработана.

В отечественном полеводстве *главными операциями обработки почвы являются: а) вспашка; б) лущение; в) культивация; г) боронование.*

По глубине рыхления корнеобитаемого слоя различают основную (глубокую) и поверхностную обработку. Зяблевая обработка почвы (зябь) – типичная разновидность основной (глубокой) обработки. Ее цель: позднелетне-осенняя подготовка почвы под посев яровых культур весной следующего года. Зяблевая вспашка производится плугами на глубину 25–30 см. Вместе с оборотом пласта происходит заделка в пахотный слой пожнивных остатков. Одновременно плугами подрезается корневая система сорняков. В сухостепных районах, подверженных частым засухам и пыльным бурям (дефляции почв), во второй половине XX в. стала широко применяться безотвальная зяблевая обработка почвы. Плоскорезами-глубокорыхлителями рыхлят почву без оборота пласта на глубину до 40 см, сохраняя стерню. В зимнее время стерня способствует удержанию снега на полях от сдувания низовыми метелями. Тем самым уменьшается глубина промерзания почвы, а запасы продуктивной влаги после весеннего снеготаяния возрастают. Стерня, сохраняемая на полях до сева яровых, играет важную роль в защите почвы от дефляции. Густой «щеткой» прикрывая ее поверхность, она гасит скорость ветрового потока в приземном слое воздуха.

Поверхностной обработкой захватывается верхняя часть корнеобитаемого слоя почвы. Она предназначена для подготовки почвы к посеву, ухода за возделываемыми культурами, уничтожения сорной растительности. К поверхностной обработке относятся такие операции, как лущение, культивация, боронование. Лущение производится дисковыми и лемешными лущильниками на глубину 6–16 см. Помимо рыхления, поверхностная часть пахотного слоя перемешивается, а корневая система сорняков подрезается. Лущение применяется: а) в системе зяблевой обработки (послеуборочное лущение стерни); б) для обработки паров; в) для предпосевной обработки почвы.

Культивация – поверхностное рыхление пахотного слоя культиваторами-плоскорезами на глубину до 10–12 см. Различают сплошную и междурядную культивацию. Сплошная культивация применяется в ходе предпосевной обработки почвы, а также для обработки паров. Междурядная культивация играет важную роль во время ухода за пропашными культурами: кукурузой, сахарной свеклой, картофелем и др. Как и лущение, культивация направлена на борьбу с сорняками.

Боронование – главный прием предпосевной поверхностной обработки почвы. Рыхление и перемешивание почвы в процессе боронования сопровождается выравниванием ее поверхности. Боронованием зяби и пара достигается эффектив-

ное сбережение почвенной влаги, накопленной после весеннего снеготаяния и летних дождей. Эта операция называется «закрытием влаги». Суть ее в том, что рыхление посредством боронования разрушает капиллярные поры поверхностного слоя почвы. Как следствие, в пахотном горизонте пресекается процесс подъема капиллярно-подвешенной воды и ее физическое испарение. «Закрытие влаги» – неперемнная часть агротехнических приемов, применяемых в засушливых земледельческих регионах.

Каждый из типов севооборотов сопровождается определенной системой обработки почвы и ухода за возделываемыми культурами. Так же как и севообороты, системы обработки почвы модифицируются в зависимости от местных природных условий: геоморфологических, климатических, почвенных и др. В качестве примера назовем основные элементы агротехнического комплекса, применяемого в почвозащитной (противодефляционной) системе сухого земледелия в степях Западной Сибири. На пахотных землях, используемых под зернопаровые севообороты, он включает следующие операции: безотвальная зяблевая обработка почвы плоскорезами-глубоко-

рыхлителями; мульчирование почвы соломой после уборки зерновых; осенняя обработка жнивья игольчатой бороной с сохранением стерни; снегозадержание; весенняя обработка: а) ранне-весеннее закрытие влаги игольчатыми боронами и дисковыми луцильниками, б) прикатывание почвы кольчатыми катками для провоцирования всходов сорной растительности, в) систематическая мелкая обработка культиваторами с целью ликвидации сорной растительности, г) предпосевная основная обработка почвы с сохранением стерни культиваторами-плоскорезами; посев зерновых по стерне с одновременным внесением органических и минеральных удобрений; при высокой засоренности полей обработка посевов гербицидами; раздельная уборка зерновых (или методом прямого комбайнирования).

II.6.2. Агротехнический комплекс

Химизация земледелия – один из главных рычагов повышения продуктивности растениеводства. С давних времен крестьянин заботился о том, чтобы удобрить пахотную землю, подкормить посевы. Применение удобрений – требование

Таблица 21

Применение минеральных удобрений в США
(в среднем за год в действующем веществе) [61]

Виды удобрения	1956–1965		1976–1988		1996–1998		1996–1998 к 1956–1965
	млн т	%	млн т	%	млн т	%	%
Азотные	2,8	37,8	9,6	48,9	11,2	55,7	400
Фосфорные	2,5	33,8	4,6	23,5	4,1	20,4	164
Калийные	2,1	28,4	5,4	27,6	4,8	23,9	228
Всего	7,4	100	19,6	100	20,1	100	271

Таблица 22

Применение пестицидов на основных культурах США,
1964–1997 гг. [61]

Виды пестицидов	1964	1971	1982	1990	1997
Тыс. т действующего вещества					
Гербициды	21,8	79,7	195,2	156,3	166,2
Инсектициды	55,9	57,9	37,5	26,0	27,4
Фунгициды	10,0	13,3	11,4	12,6	22,9
Прочие	9,7	14,4	15,5	30,8	50,0
Всего	97,4	165,3	259,6	225,7	266,5
Действующего вещества на 1 га посевов, кг					
Гербициды	0,31	1,03	1,88	1,69	1,70
Инсектициды	0,79	0,75	0,36	0,28	0,28
Фунгициды	0,14	0,17	0,04	0,14	0,24
Прочие	0,14	0,19	0,15	0,33	0,5
Всего	1,38	2,14	2,43	2,44	2,72
% обрабатываемых пестицидами земель	52	56	67	67	69

одного из главных законов земледелия – закона возврата (см. раздел П.3.6). Научной основой химизации растениеводства служит агрохимия – наука о химических процессах в почве и растениях, минеральном питании растений, применении удобрений, средств химической защиты растений и химической мелиорации почв. Своим становлением и развитием она обязана трудам А. Д. Тэера (1752–1828), Ю. Либиха (1803–1873), Д. И. Менделеева (1834–1907), Д. Н. Прянишникова (1865–1948) и др.

Интенсивной химизацией ознаменовалась «зеленая революция» в сельском хозяйстве развитых стран во второй половине XX в. Главным образом благодаря ей были достигнуты небывалые ранее высокие урожаи ведущих сельскохозяйственных культур (зерновых, картофеля и др.). С 1951 по 1990 гг. мировое потребление минеральных удобрений увеличилось в 10 раз – с 14 до 140 млн т в год. Весьма показательны в этом отношении данные, характеризующие динамику химизации земледелия в США во второй половине XX в. (табл. 21, 22).

Удобрения могут быть как органического, так и минерального происхождения. Органические удобрения издавна рассматривались как эффективное средство не только поддержания, но существенного повышения плодородия и окультуривания почвы. К ним относятся навоз, птичий помет, компосты, растения-сидераты (зеленые удобрения). Навоз представляет собой смесь жидких и твердых выделений сельскохозяйственных животных вместе с подстилкой или без нее. Поэтому различают подстилочный навоз и бесподстилочный – в разной степени жидкий. Оптимальное время внесения навоза на поля – осенью под зяблевую вспашку и в чистом пару. Подстилочный навоз заделывается вспашкой на полную глубину пахотного слоя, жидкий бесподстилочный – на 8–12 см. Последствие навоза – от 3–4 до 7–8 лет. Птичий помет – быстродействующее органическое удобрение. Обычно применяется под овощные культуры, картофель, кормовые корнеплоды. Компост – комбинированное органическое удобрение. Имеет вид темной сыпучей массы. Его изготавливают из органического вещества растительного и животного происхождения путем химического разложения микроорганизмами. Для компостов используются смеси навоза, птичьего помета, торфа, бытовых отходов и т. п. По агрохимической эффективности компост не уступает навозу. Его вносят под зяблевую вспашку, по пару, в лунки при посадке рассады, в ямы при посадке плодовых деревьев.

Земледелие в развитых странах мира ориентировано главным образом на минеральные удобрения. В XX в. в широких масштабах была нала-

жена добыча минерального сырья и промышленное производство удобрений. В больших объемах в современной земледелии используются минеральные удобрения, содержащие макроэлементы – биофилы: азот (N), фосфор (P) и калий (K). Реже, в специальных целях применяются микроудобрения, включающие бор, медь, марганец, цинк, молибден и другие минеральные добавки. Особую роль в земледелии играют известковые удобрения.

Азотные, фосфорные, калийные, а также комбинированные удобрения (например, аммофоска) вносятся на поля, как правило, в определенные фазы сельскохозяйственного года:

- а) осенью или весной под вспашку;
- б) одновременно с посевом;
- в) во время вегетации возделываемых культур (для подкормки растений).

В различных агроландшафтных зонах эффективность минеральных удобрений неодинакова. В российском Нечерноземье на дерново-подзолистых и серых лесных почвах, а также на выщелоченных черноземах ЦЧО наибольшую прибавку урожая обеспечивают азотные либо комбинированные удобрения. В степной зоне, на черноземах обыкновенных и южных, темно-каштановых почвах повышение урожаев зерновых обеспечивается главным образом за счет фосфорных удобрений.

Минеральные удобрения отнюдь небезобидны. Необходимо строжайшее соблюдение научно обоснованных норм внесения удобрений. Избыточные дозы и плохая заделка минеральных удобрений могут привести к понижению плодородия почв, вызвать гибель возделываемых культур, а главное – опасному для здоровья человека накоплению нитратов и других химических элементов в сельскохозяйственной продукции (в том числе канцерогенных). Параллельно происходит общее химическое загрязнение – эвтрофикация природной среды, в особенности нижних – аккумулятивных звеньев агроландшафтных катен (рек, озер, водохранилищ и других водоемов).

В ряде стран Западной Европы нормы внесения минеральных удобрений достигли предельных величин, а порой превышают их. Оправданием чрезмерной химизации служат высокие урожаи (табл. 23).

Известкование – один из древнейших способов химической мелиорации почв. Оно было известно еще во времена Римской империи и применялось на обрабатываемых землях Галлии, Британских островов и ряда других лесных стран Северной Евразии. Известкование необходимо для кислых почв: подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных, оподзоленных черноземов. При внесении в почву известковой или до-

Таблица 23

Применение минеральных удобрений и урожайность зерновых в странах Европы
(осредненные показатели за 90-е годы XX в.) [15]

Страна	Средние дозы минеральных удобрений, кг/га (действующего вещества)			Средний урожай зерновых, ц/га
	N	P	K	
Нидерланды	418	70	81	83
Великобритания	221	64	80	73
Франция	138	57	81	71
ФРГ	148	35	55	63
Чехия	85	16	18	42
Швеция	71	17	19	49
Финляндия	77	25	32	34

ломитовой муки в почвенном поглощающем комплексе происходит замещение ионов водорода и алюминия ионами кальция и магния. Это благотворно сказывается на жизнедеятельности полезных микроорганизмов, мобилизуются элементы минерального питания растений, повышается эффективность органических и минеральных удобрений, улучшаются физические свойства почвы. Известкование производится обычно один раз за ротацию севооборота.

Особую группу химических веществ, применяемых в наше время в растениеводстве, образуют ядохимикаты, именуемые пестицидами (от лат. *pestis* – зараза, *caedo* – убиваю). Они предназначены для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней, для борьбы с сорной растительностью. Пестицидами производится опрыскивание и опыливание посевов, протравливание посевного материала. К настоящему времени синтезировано большое количество видов пестицидов различного назначения: гербициды применяют для уничтожения сорняков; инсектициды и зооциды – для борьбы с вредителями-насекомыми, млекопитающими и др.; фунгициды и бактерициды – для защиты культурных растений от всевозможных болезней, в том числе вирусного характера. К пестицидам относятся дефолианты (от лат. *de* – приставка, означающая удаление, и *folium* – лист). Опрыскивание посевов с самолета дефолиантами приводит к раннему – предуборочному удалению листьев с растений, чем облегчается сбор урожая ряда культур. Дефолиация применяется, в частности, при механизированной уборке хлопка-сырца. В советские времена с этой целью на хлопковых плантациях Узбекистана использовали дефолиант бутифос, очень опасный для здоровья человека.

Ядохимикаты в случае их неправильного применения и ненормированной дозировки представляют большую угрозу для естественной биоты, сельскохозяйственных животных и растений, равно как и самого человека. Известны случаи отравления пестицидами целых агроландшафтных

регионов. Поэтому использование пестицидов строго регламентировано во всех странах мира. Некоторые из популярных ранее пестицидов были запрещены. Среди них химический препарат ДДТ, широко применявшийся в середине XX в. для борьбы с насекомыми-вредителями. Он представлял собой очень стойкое соединение, которое, накапливаясь в ландшафте и загрязняя его, поражало вместе с вредителями все живое.

Получение высоких урожаев посредством интенсивной химизации сопряжено с общей эвтрофикацией среды. Она влечет за собой множество неблагоприятных последствий. Прежде всего, сами почвы прогрессивно теряют биотическую составляющую. Идет стерилизация почв, а следом, естественно, затухают процессы гумификации и минерализации поступающих в почву органических остатков. К эрозионной и дефляционной дегумификации добавляется дегумификация, вызванная гибелью почвенной фауны, играющей роль редуцентов. В свою очередь, замедление процесса разложения органических остатков в почве уменьшает поступление в приземный слой воздуха углекислого газа. При его нехватке ослабляется фотосинтез, снижаются урожаи.

Пестициды загрязняют, помимо почв, воздух, подземные воды, поверхностные водоемы. Иными словами, идет тотальное загрязнение ландшафтной среды. Ядохимикаты действуют, к сожалению, далеко не избирательно. Уничтожая сорняки и вредителей полей, они одновременно поражают другие виды биоты, в том числе естественных врагов паразитов – птиц, насекомых, млекопитающих. Вследствие искусственного разрушения трофических цепей на полях появляются все новые и новые вредители, которые ранее подавлялись естественными врагами. Химизация земледелия губительно сказывается на фауне гидробионтов в загрязняющихся водоемах. Рыбное хозяйство многих внутренних бассейнов несет громадные потери от применения пестицидов на рисовых чеках, плантациях хлопчатника и других землях.

Как видно, *интенсивная химизация сопровождается загрязнением и деградацией почти всех природных компонентов агроландшафта, а заодно и окружающей среды*. Все это не может не сказываться и на человеке. По мнению авторитетных экспертов, ежегодно в США до 300 тыс. человек подвергается отравлению сельскохозяйственными химикатами. По самым скромным подсчетам, от отравления только пестицидами в мире ежегодно погибает до 15 тыс. человек. Не даром пестициды признаны «троянским конем» современной цивилизации. Из продуктов растениеводства, выращенных с применением пестицидов, наиболее опасны в отношении онкогенного риска помидоры и картофель. На их долю от общего онкогенного риска при употреблении сельскохозяйственных продуктов с «пестицидной начинкой» приходится, соответственно, 14,9 и 11,1%. Примерно вдвое менее опасны апельсины (6,4), яблоки (5,5), персики (5,5), еще меньше пшеница (3,3), бобы (2,2), морковь (2,1), кукуруза (1,9), виноград (1,9%). Практически безопасна в указанном отношении капуста [61].

В наше время ширится международное движение за экологизацию сельского хозяйства, внедрение биологических (альтернативных) систем земледелия, базирующихся на применении главным образом органических удобрений при полном отказе от ядохимикатов и даже минеральных удобрений (см. раздел II.8.1).

II.6.3. Мелиорация агроландшафтов

Принцип природно-хозяйственной адаптивности предполагает, с одной стороны, приспособление земледелия к местным природным условиям, с другой – улучшение их применительно к тем или иным видам аграрного использования. Вторая цель эффективно реализуется путем мелиорации земель. *Мелиорация обрабатываемых земель – это система организационно-хозяйственных и технических мероприятий по коренному улучшению агроклиматических, гидрологических, почвенных условий агроландшафта с целью наиболее эффективного использования его агроэкологических ресурсов*. В отличие от обычных агротехнических приемов (севооборотов, вспашки, культивации и т. п.), проводимых ежегодно, *мелиорация оказывает длительное (стратегическое) преобразующее воздействие на землю*.

Со времен В. В. Докучаева, Г. Н. Высоцкого, А. И. Воейкова в отечественной агромиелоративной науке главными рычагами мелиорации агроландшафтов признаются преобразования водного режима земель, почвенного и растительного покрова. Эти природные компоненты агрогеоси-

стемы сравнительно легко поддаются антропогенным воздействиям. Будучи критическими в составе ландшафта, они способны влиять на его структуру и функционирование в целом. Так происходит, например, при гидротехнических (оросительных и осушительных) мелиорациях земель. Благоприятно воздействуют на степной агроклимат полезащитные лесонасаждения (см. раздел II.7.3) и т. п. Широкий спектр мероприятий по искусственному улучшению почвенного покрова, включая известкование кислых почв, агротехническую, химическую и биологическую мелиорацию солонцов и солонцеватых почв, промывку и рассоление засоленных почв, закрепление подвижных песков и др. [20, 21]. Затруднительна, но возможна мелиорация наиболее консервативного природного компонента агроландшафта – его литогенной основы. Искусственное террасирование склонов, планировка рельефа, обвалование участков обрабатываемых земель – характерные приемы геоморфологических мелиораций.

К мелиоративным мероприятиям относятся культуртехнические работы, цель которых подготовить территорию для перевода ее в состав пахотного фонда. Производится расчистка земель от древесно-кустарниковой растительности, пней, камней и др., планировка микро- и нанорельефа, первичная обработка, глубокое рыхление почвы и т. п.

Учитывая, что в учебном плане подготовки физико-географов-ландшафтоведов представлен самостоятельный курс «Мелиорация ландшафтов», обеспеченный соответствующим учебным руководством [20], в данном пособии рассматриваются лишь виды мелиорированных агроландшафтов, которые испытали наибольшие антропогенные преобразования.

Особую категорию обрабатываемых земель составляют агроландшафты, исходная природа которых изменена не только путем распашки земель, но посредством ряда инженерно-технических мероприятий. При этом антропогенной трансформации подвергаются практически все природные компоненты, включая литогенную основу и гидро-климатические условия. К таким ландшафтно-инженерным (по терминологии Ф. Н. Милькова [38]), техногенным агрогеосистемам принадлежат *ирригационные агроландшафты*. Археологические данные свидетельствуют о том, что в Передней Азии ирригационное земледелие зародилось уже в раннем неолите (VII тыс. лет до н. э.) [62]. Великие речные цивилизации далекого прошлого – Древний Египет в долине Нила, Шумер и Вавилония в Месопотамии, Хараппа в долине Инда, Бактрия и Хорезм в долине Амударьи и др. – процветанием и могуществом были обязаны орошаемому земледелию.

За последние полвека площадь орошаемых земель возросла почти в 3 раза, достигнув к настоящему времени 260–270 млн га, что составляет 16–17% мирового фонда обрабатываемых земель. На них производится до 40% всего продовольствия в мире. Наибольшие площади ирригационных земель сосредоточены в Индии и Китае. В этих странах в конце XX в. искусственным орошением было охвачено, соответственно, 50,1 и 49,8 млн га, что составляет 29 и 52% общей пашни. В США на орошаемые земли приходится около 12% пашни. Но они дают свыше 37% общего объема сельскохозяйственной продукции. В России ирригационное земледелие не играет пока заметной роли. Орошением обеспечено немногим более 4 млн га, или около 3% пахотного фонда.

В наше время используется несколько видов искусственного орошения (рис. 12). Под воздействием поверхностного регулярного орошения происходит глубокая трансформация всей структуры ландшафта и режимов его функционирования. В аридных регионах, где чаще всего применяется искусственное орошение, в корне преобразуется не только водный баланс земель. Изменяется климат оазисов. Возрастает относительная влажность воздуха. Из-за больших расходов тепла на физическое испарение и транспирацию смягчается термический режим, снижаются как средние, так и экстремальные показатели прогрева воздуха и почвы. На орошаемых землях производится целенаправленная трансформация мезо- и микрорельефа. Орошаемые массивы обваловываются, их поверхность выравнивается. Ирригационная гидросеть магистральных и распределительных каналов прокладывается по командным позициям в рельефе относительно каналов последующих порядков и над орошаемой площадью в целом для обеспечения самотечного полива (рис. 13).

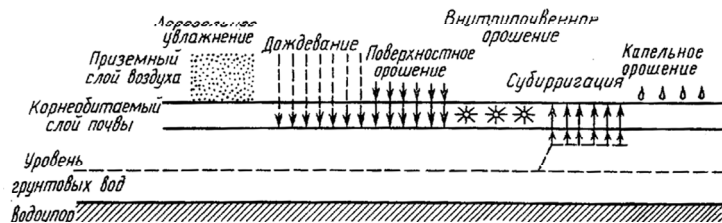


Рис. 12. Современные виды орошения [по 21]

Почвы древних оазисов, в значительной мере антропогенные, квалифицируются как ирригационно-аккумулятивные [11]. Их верхний горизонт представляет собой слой наилка, осаждавшегося в течение долгого времени из мутных ирригационных вод. В результате механической обработки на первых порах он перемешивался с пахот-

ным горизонтом исходной почвы. Агроирригационные наносы на древнеорошаемых землях аллювиальных равнин рр. Нила, Тигра и Евфрата, Ганга и Брахмапутры, Амударьи и др. колеблются по мощности от 0,5–1,0 м до 5–10 м.

Страшный бич ирригационного земледелия в аридных и семиаридных регионах – вторичное засоление почв. Несоблюдение норм и режимов орошения, ведущие к избытку ирригационных вод на полях, утечки воды из оросительной сети, несовершенство коллекторно-дренажных систем и ряд других причин приводят к накоплению под орошаемыми землями и вокруг них фильтрационных вод. Образование так называемой «фильтрационной подушки» неизбежно влечет за собой подъем уровня грунтовых вод, а затем и смену промывного водного режима выпотным. Следствием становится вторичное засоление почв. Около 50% ныне орошаемых земель в той или иной мере поражено вторичным засолением. По данным ЮНЕП, из 255 млн га орошаемых в настоящее время земель серьезному вторичному засолению (или заболачиванию) подвержено 105–110 млн га [12]. Большие площади плодородных аллювиальных земель в районах древнего орошения (например, в Месопотамии, долинах Инда и Ганга, Сырдарьи и Амударьи) давно превращены в антропогенный бедленд из-за вторичного засоления. Агроэкологическая реабилитация их крайне затруднительна.

На ирригацию в наши дни расходуется до 70% водных ресурсов, используемых в мировом хозяйстве. В ряде районов интенсивного орошения (например, в США, Индии, Китае) доступные для этих целей источники поверхностных вод близки к исчерпанию. В связи с этим все чаще эксплуатируются трудновосполнимые вековые запасы глубинных подземных вод, преимущественно артезианских. Как следствие, возникает угроза их истощения и общего регионального иссушения.

Помимо того, из-за образования депрессионных воронок при откачке подземных вод происходят просадки грунта, оседания земной поверхности и провалы, чреватые разрушениями как самих ирригационных систем, так и социально-экономической инфраструктуры (населенных пунктов, транспортных сетей и т. п.)

Среди ирригационных агроландшафтов весьма специфичны так называемые *рисовые земли*. Их родина Юго-Восточная Азия, главным образом регионы с муссонным климатом. Именно там, по мнению археологов и историков, в позднем неолите и бронзовом веке сформировалась своеобразная «рисовая цивилизация», хозяйственной опорой которой стало возделыва-

ние риса. Ныне рисовые аглоландшафты составляют наиболее продуктивную часть обрабатываемых земель Индии, Китая, Японии, Кореи, Индонезии, Филиппин, стран Индокитая. Есть они в Америке, Австралии, Африке, Европе. На российских землях рис давно возделывается на Дальнем Востоке. А во второй половине XX в. рисовые аглоландшафты появились в низовьях Кубани и дельте Волги.

Агроэкологическая специфичность риса обусловлена тем, что по своей природе это растение – гигрофит. В связи с этим рисовые аглоландшафты в течение вегетационного периода находятся в состоянии постоянного или периодического затопления. Для поддержания полей под слоем воды 15–20 см необходимы: идеальная планировка рельефа, создание системы искусственных земляных валиков высотой 40–50 см, разделяющих поля на поливные карты и чеки. В муссонных регионах Юго-Восточной Азии рисовые аглоландшафты представлены двумя основными типами по положению в рельефе: а) на низменных аллювиальных и дельтовых равнинах (например, в долинах Ганга, Брахмапутры, Меконга, Янцзы и др.); б) на искусственно террасированных склонах низкогорий, возвышенных равнин и плато.

Наиболее доступны для искусственного террасирования склоны, несущие покровы рыхлых горных пород (например, ферраллитную или каолиновую глинистую кору выветривания) либо нацело сложенные ими (например, лёссами). Террасирование позволяет вовлечь в земледелие большие массивы склоновых территорий, ранее недоступных для обработки. Создание подобно искусственного рельефа спасает обрабатываемые земли от эрозионного разрушения, способствует задержанию атмосферной влаги на возделываемых массивах, создает необходимые условия для формирования искусственных аккумулятивных почв (рис. 14).

Длительное затопление, чередующееся с периодическим сбросом поливных вод, интенсивная механическая обработка пахотного горизонта, внесение больших доз удобрений (главным образом, органических); использование в севооборотах сидеральных культур, которые запа-

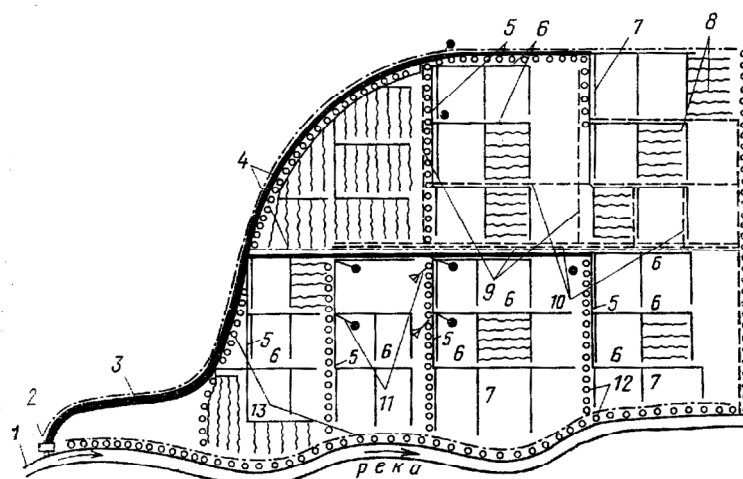


Рис. 13. Система поверхностного орошения и ее элементы [по 21]: 1 – источник орошения; 2 – головное сооружение; 3 – магистральный канал; 4 – межхозяйственные распределители; 5 – хозяйственные распределители; 6 – распределители севооборотных участков; 7 – участковые распределители; 8 – временные оросители; 9 – межхозяйственная и внутривладельческая водосбросная сеть; 10 – полевые и хозяйственные дороги; 11 – сооружения на оросительной и дорожной сети; 12 – полевые защитные полосы; 13 – вспомогательные устройства

хиваются в качестве зеленых удобрений, и все это в течение многовекового возделывания приводит к формированию совершенно специфических «рисовых» почв. Такие искусственные почвы в современной классификации почв России отнесены к категории акваземов [29]. Они образуются из самых разнообразных исходных почв (желтоземов, красноземов, ферраллитных, аллювиальных, маршевых и др.), претерпевая глубочайшую трансформацию в процессе длительного и активного антропогенного воздействия. Рисовые почвы отличает наличие темного обрабатываемого ирригационно-аккумулятивного горизонта, сильного оглеения и плужной подошвы, играющей роль водоупора [11].

Изучением процессов трансформации кубанских черноземов и аллювиальных дельтовых почв на рисовых чеках Краснодарского края многие



Рис. 14. «Рисовый» аглоландшафт на террасированных склонах Юньнаньского нагорья в Южном Китае

годы занималась С. А. Николаева [49, 50, 51]. Ею установлено, что уже в первые годы искусственного орошения черноземы испытывают глубокие гидрофизические изменения, связанные с высокой набухаемостью и усадкой, сокращением порового пространства и ростом водоудерживающей способности. Как следствие, в почвах происходит слитизация, коркообразование, развивается трещиноватость. В движение приходят глубинные соли. Они выносятся к поверхности рисовых чеков, что ведет к засолению и осолонцеванию почв. Многолетний ирригационный опыт убеждает в нецелесообразности массового орошения черноземов юга России. Черноземные степные агроландшафты более продуктивны и устойчивы в системе неполивного земледелия при автоматическом режиме функционирования.

Осушение избыточно влажных земель – столь же давний, как и ирригация, инженерно-технический прием мелиорации сельскохозяйственных угодий. В Древнем Египте его использовали, наряду с искусственным орошением, еще в III тысячелетии до н. э. Широкое распространение осушение агросистем получило в регионах гумидного климата, где количество атмосферных осадков превышает естественную испаряемость. При этом коэффициент атмосферного увлажнения Высоцкого–Иванова достигает 1,2–1,3 и более. В подобных гидротермических условиях

слабодренированные и недренированные ландшафтные позиции, как правило, заняты переувлажненными супераквальными геосистемами: преимущественно болотными, болотно-луговыми, болотно-лесными и т. п. Своим гидроморфизмом они обязаны не столько атмосферному, сколько натечному и грунтовому увлажнению. Некоторые переувлажненные земли имеют пойменный генезис.

Переувлажненность – один из главных факторов, снижающих продуктивность сельскохозяйственных угодий в гумидных регионах. Борьба с ним путем искусственного осушения земель направлена на удаление избытка воды из почвы, грунта и с поверхности. Тем самым достигается ослабление гидроморфизма геосистем. Преобладавший ранее водозастойный водный режим замещается на промывной, полупромывной или десуктивно-выпотной. Следом улучшается воздушный режим почвы. Возрастает ее биологическая активность и плодородие. Продуктивность осушенных земель возрастает в 5–6 и более раз.

Инженерно-мелиоративные осушительные системы вместе с самой осушаемой территорией включают: сеть осушителей (открытых дренажных каналов и закрытых дрен в виде подземных трубчатых водоводов); проводящую коллекторную сеть, магистральные каналы, водоприемники. Для защиты осушаемого массива от натеchnого, паводкового и других видов латерального подтопления и затопления создается ограждающая сеть в виде дамб, валов, ловчих каналов и т. п. (рис. 15). На большинстве осушенных земель, используемых в растениеводстве, применяется двустороннее регулирование водного режима. В осушительно-увлажнительных системах во избежание переосушения почвы в определенные фазы сельскохозяйственного года периодически применяется дополнительное увлажнение. При этом функции осушения и увлажнения нередко выполняют одни и те же элементы системы. Для поддержания необходимой влажности почв используют регулирование дренажного стока и уровня грунтовых вод, искусственное дождевание и др.

Осушение переувлажненных земель и вовлечение их в сельскохозяйственное производство началось в странах Западной Европы, а затем и в европейской части России несколько веков назад. Однако наибольшего размаха достигло во второй половине XIX и в XX вв. В дореволюционной России и в СССР основными регионами осушительных мелиораций были: Российское Нечерноземье (Северо-Запад и Центр), белорусское и украинское Полесье, Колхидская низменность, Приханкайская низменность в Приморском крае, плавни низовий Кубани и Дуная. К середине 80-х годов XX в. площадь осушенных

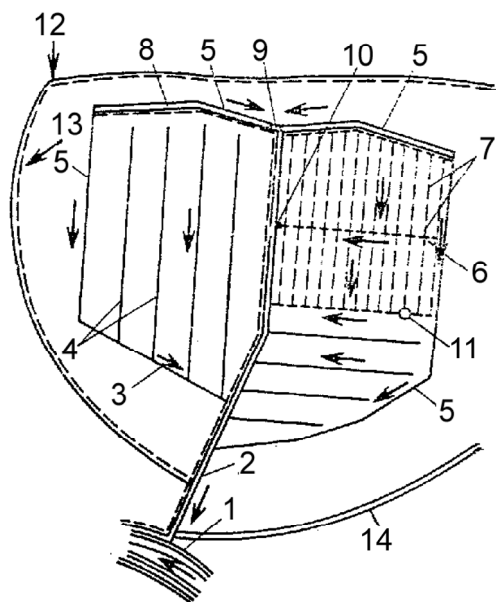


Рис. 15. Осушительная система и ее элементы [21]: 1 – река-водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – открытый коллектор; 4 – открытые осушители; 5 – ловчий канал; 6 – закрытый коллектор; 7 – дрены; 8 – полевая дорога; 9 – труба-переезд; 10 – устьевое сооружение; 11 – смотровой колодец; 12 – нагорный канал; 13 – ловчий канал; 14 – дамба обвалования

земель в нашей стране составила примерно 15 млн га, или 7% общего фонда пахотных земель тех лет. На них возделывались зерновые, картофель, овощи, кормовые культуры. Около 35% осушенных земель использовалось в качестве культурных пастбищ и сенокосов. Однако и сегодня миллионы гектаров сельскохозяйственных угодий российского Нечерноземья, Западной Сибири и ряда других областей нашей страны остро нуждаются в осушительных мелиорациях.

Иначе обстоят дела с осушением земель в европейских странах. В настоящее время в Великобритании, Нидерландах, Дании, Финляндии осушаемые земли с двусторонним регулированием водного режима составляют от 60 до 70% всех угодий, используемых в растениеводстве. Вследствие массового осушения площадь болот в Великобритании, Германии, Финляндии сократилась на 50–60%, в Дании и Нидерландах – на 80–90% и более (см. гл. I). В мире в целом осушенные земли (вместе с противопаводковой защитой и защитой от других видов затопления) занимают около 200 млн га, более 13% общего фонда обрабатываемых земель. Наибольшие площади осушенных земель приходятся на США – 60 млн га.

Суммарно ирригационные и осушаемые агроландшафты мира составляют 460–470 млн га, около 40% всех обрабатываемых земель. Как видно, доля техногенно преобразованных агрогеосистем очень велика. Надо полагать, в XXI в. она будет неуклонно возрастать, а земледелие все более приобретать инженерно-технический характер (см. раздел II.8.2).

В полной мере техногенными, созданными человеком практически нацело, включая литогенную основу, являются *польдерные агроландшафты*. Польдеры – это осушенные участки низменных морских побережий (маршей), реке озер и водохранилищ, защищенные от затопления насыпными дамбами, валами. Они сопровождают побережье Северного моря в Нидерландах, где около 40% территории страны расположено ниже уровня моря, созданы и на низменных морских побережьях ФРГ, Великобритании, Дании, известны на атлантическом побережье США, в Японии и ряде других стран.

Польдерные агроландшафты находятся под постоянной угрозой грунтового подтопления и заболачивания. Поэтому главным условием их нормального функционирования служит эффективный дренаж высокостоящих грунтовых вод. В современных польдерных системах обычно применяется машинная откачка вод насосными станциями и сброс их за пределы польдера. Параллельно с дренажом используется строго нормированный искусственный полив. Водный режим польдерных агроландшафтов стремятся же-

стко регулировать, не допуская ни заболачивания, ни иссушения. Под контролем находятся не только уровень грунтовых вод, но и капиллярно-подпертая вода, образуемая в почве при подъеме снизу от горизонта грунтовых вод, а также многие другие параметры влажности почвы.

Антропогенные аккумулятивные почвы польдеров, как правило, щедро сдобрены минеральными и органическими удобрениями. На польдеры Нидерландов ежегодно вносятся самые высокие в мире дозы действующего вещества азота, фосфора и калия в кг/га: N – более 500, P – 80–100, K – 90–100. Помимо того, широко практикуется запахивание в почву зеленой массы сидеральных культур (зеленые удобрения).

Польдерные агроландшафты используются в Западной Европе для возделывания овощных и полевых культур, создания высокопродуктивных лугов и пастбищ, цветоводства (особенно характерного для Нидерландов). С культурных польдерных лугов в Нидерландах получают до 100 ц/га зеленой массы. А средняя многолетняя урожайность зерновых самая высокая в мире – 80–85 ц/га.

Аналогами польдеров представляются искусственно обвалованные пойменные и дельтовые земли. Защищенные от длительного затопления во время половодья, они используются для выращивания овощных культур, создания бахчевых плантаций. Примером могут служить обвалованные земли Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Знаменитые на всю Россию астраханские арбузы и помидоры – оттуда.

II.6.4. Системы земледелия

Системы земледелия представляют собой комплекс взаимосвязанных агротехнических, агрохимических, мелиоративных и организационно-хозяйственных мероприятий в целях эффективного ведения растениеводства, защиты и улучшения земель, создания и поддержания благоприятной экологической среды в агроландшафте. Стержневым элементом системы земледелия, связующим всю совокупность мероприятий, производимых в агроландшафте, являются севообороты. По этой причине многие современные системы земледелия носят названия, аналогичные практикуемым в них севооборотам. Например, зернопаровая, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная и др. системы земледелия.

На протяжении многовековой истории агрикультуры вместе с развитием производительных сил эволюционировали и системы земледелия. Их совершенствованию способствовали достижения в области агрономической науки, агробиологии, сельскохозяйственной техники, агроэкологии и др. Большое влияние на развитие систем

земледелия оказывали, конечно, местные природные условия и ресурсы. В каждом из крупных земледельческих регионов эволюция систем земледелия протекала в процессе адаптации к той или иной зональной и ландшафтной среде.

Разнообразие систем земледелия и их исторические судьбы в определенной мере зависели от этнических традиций и навыков природопользования, материальной и духовной культуры народов. Известно немало примеров, когда в одних и тех же природных условиях соседствующие этносы практиковали разные системы землепользования (скифская и древнегреческая агрокультуры в античном Северном Причерноморье; средневековая испанская и мавританская на юге Пиренейского полуострова и др.). В связи с этим этнографами было введено понятие «хозяйственно-культурные типы» природопользования, которые представляют собой «исторически сложившиеся комплексы хозяйства и культуры, типичные для народов, различных по происхождению, но обитающих в сходных географических условиях» [3, с. 18].

В обобщенном виде эволюция систем земледелия отражает нарастающую интенсификацию землепользования. По этому признаку *все известные системы земледелия объединяются в четыре категории, исторически сменяющие друг друга: примитивные, экстенсивные, переходные от экстенсивных к интенсивным и интенсивные*. Следует заметить, что в современном мире далеко не всюду системы земледелия прошли все названные стадии развития. В ряде слаборазвитых стран до сих пор используются примитивные и экстенсивные системы растениеводства. Преобладают же в наше время переходные от экстенсивных к интенсивным.

Примитивным системам земледелия свойственно восстановление плодородия почв исключительно за счет самой природы, естественным путем. Оно происходит вследствие забрасывания истощенной пашни и зарастания ее дикой растительностью. Одной из ранних примитивных систем земледелия была подсечно-огневая, которая сопровождала первичное аграрное освоение залесенных территорий на протяжении долгого времени, начиная с неолита и эпохи бронзы. Практикуется она и сейчас в лесах влажных тропиков Юго-Восточной Азии, Южной Америки, Африки. В средней полосе России подсечно-огневое земледелие впервые было освоено племенами фатьяновской культуры, в эпоху бронзы (см. рис. 5). В дальнейшем, главным образом в раннем средневековье ему на смену пришла пашенная лесопольная система. После нескольких лет выращивания сельскохозяйственных культур на расчищенных вырубках и гарях потерявшие

плодородие земли забрасывались. Зарастая травами и мелколиственным лесом, они постепенно восстанавливали свой агропотенциал. Спустя 20–30 лет заново распахивались. Как теперь установлено, именно на этой стадии восстановительной сукцессии в дерново-подзолистых почвах с наибольшей интенсивностью протекает дерновый процесс почвообразования, а биологическая активность почвы достигает возможного максимума.

В степных и лесостепных районах европейской части России использовалась другая примитивная система земледелия – залежная. После 7–10 лет обработки степных почв выпаханное, засоренное сорняками, порой дефлированное или эродированное поле оставляли под залежь. Взамен распахивались новые участки степи. Благо, что свободных земель в средние века было достаточно. Под залежью земля находилась 20–25 лет и более. В первые 2–3 года залежь зарастала бурьянистой растительностью. Затем ее вытесняли многолетние корневищные растения, чаще всего пырей ползучий. Спустя 5–7 лет ему на смену приходили рыхлокустовые злаки (из семейства мятликовых). На 15–20-летней залежи поселялись плотнокустовые злаки – ковыли, типчак, а также степное разнотравье. Это означало завершение сукцессионного восстановления типичной степи и утраченного плодородия черноземов. После чего они заново распахивались. По мере сокращения фонда свободных земель залежная система постепенно была преобразована в переложную. Перелог сохранялся менее длительное время, чем типичная залежь. Его повторная распашка производилась через 8–12 лет. В некоторых крупных степных имениях переложная система поддерживалась помещиками-землевладельцами вплоть до революции 1917 г.

Экстенсивные системы земледелия от примитивных отличаются тем, что восстановленные утраченного плодородия почвы производятся или стимулируются хотя бы частично самим человеком. Практикуются внесение навоза, временный перевод пашни под выгон, посевы многолетних трав, в частности бобовых, уход за чистым паром, известкование. Одной из типичных форм экстенсивной системы земледелия в крестьянских хозяйствах дореволюционной России была трехполка. Ротация трехполки включала: пары, озимые (пшеница, рожь), яровые (ячмень, овес). Она представляла собой упрощенный вариант зернопарового севооборота. Для помещичьих хозяйств российского Нечерноземья были разработаны более совершенные экстенсивные системы земледелия. Известен, например, семипольный севооборот А. Т. Болотова (1771 г.), включающий: 3 года перелога; черный пар; ози-

мые; яровые; горох (овес). Параллельно применялся травопольный севооборот, в котором наряду с зерновыми и травами, часть земель отводилась под овощные культуры.

При переходе к интенсивным системам земледелия целенаправленное воздействие человека на плодородие почв существенно возрастает. Более полно и комплексно используется весь фонд пахотных земель. Внедряются сидеральные, зернотравяные, зернотраво-пропашные, травопольные севообороты. Наряду с органическими применяются минеральные удобрения. В случае необходимости производится мелиорация земель. Для защиты сельскохозяйственных культур используются пестициды. Большинство сельскохозяйственных предприятий современной России базируется на переходных к интенсивным системам земледелия.

В развитых западноевропейских странах, располагающих сравнительно ограниченным фондом обрабатываемых земель, широкое применение получили интенсивные системы земледелия. Они ориентированы на максимальное использование пашни для выращивания высокопродуктивных сельскохозяйственных культур с применением промежуточных посевов. *Опорой интенсивного земледелия служат: всесторонняя механизация и химизация растениеводства, мелиорация земель, селекционная работа и выведение новых высокопродуктивных культур, в том числе с применением генной инженерии.*

К интенсивным системам земледелия относится современная плодосменная система. В 80-е годы XX в. она осваивалась в ряде степных районов европейской части России. Главная товарная культура – озимая пшеница – размещается в севообороте по самым лучшим, рано убираемым предшественникам – бобовым, зернобобовым, пласту многолетних и однолетних трав. На полях с интервалом 15–20 м закладываются технологические колеи, которые используются для постоянного механизированного агротехнического и агрохимического ухода за посевами, включая подкормку, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями возделываемых культур, междурядную культивацию посевов пропашных культур.

II.7. Антропогенная регуляция агрогеосистем

II.7.1. Антропогенное управление – атрибут агроландшафта

Агроландшафт – природно-хозяйственная геосистема с относительно низким порогом экологической надежности и нарушенными механизмами саморегуляции. Главными причинами тому служат:

- целенаправленная замена устойчивых, как правило, климаксовых естественных растительных сообществ агроценозами, являющимися собой чаще всего монокультуру однолетних растений – близких аналогов эксплерентов, свойственных ранним стадиям сукцессии;
- возникновение в агроценозах множества свободных экологических ниш, доступных для сорной растительности и сельскохозяйственных вредителей;
- механическое разрушение почвенного покрова, резко снижающее его сопротивляемость процессам эрозии и дефляции;
- искусственная химизация земель, ведущая к угнетению почвенной фауны и стерилизации почвы;
- трансформация естественного биогеохимического круговорота и, по сути, прекращение действия экологического закона пирамиды энергий;
- упрощение территориального разнообразия исходного ландшафта, аграрная конвергенция его плановой структуры.

Все это свидетельствует о неспособности агроландшафта нормально функционировать без постоянного ухода и управления со стороны человека. *Антропогенная регуляция – неперемное условие существования агроландшафта.* Ее прекращение неизбежно ведет к гибели агроландшафта, его одичанию. Каналами управления служат системы земледелия – вся та сложная и многообразная совокупность организационно-хозяйственных мероприятий, которые были описаны в разделе II.6. В качестве важнейших регулятивных рычагов выступают: научно обоснованные севообороты, специальные приемы обработки почвы, агрохимический комплекс, мелиорация земель и др. *Управление включает не только технологические аспекты, но и пространственно-временную организацию агроландшафта, иными словами, агроландшафтное планирование.*

Регулятивные действия в агроландшафтах невозможны без постоянного контроля за состоянием обрабатываемых земель и выращиваемых сельскохозяйственных культур. Точные знания о содержании питательных элементов в почвах, степени их эродированности, влагозапасах в пахотном слое, текущих погодных условиях, поврежденности посевов, сроках прохождения фазов сельскохозйственных культурами, урожайности и многие другие сведения необходимы для принятия своевременных мер по поддержанию нормального функционирования агрогеосистемы и ее оптимизации. Получение подобной информации может быть обеспечено при организации постоянно действующего *агроландшафтного монито-*

ринга – государственного, регионального, локального – с использованием как наземных средств наблюдения, так и систем дистанционного зондирования Земли. Его главная задача – информационное обеспечение управления агрогеосистемами.

В то же время следует признать: агрогеосистемы, будучи открытыми, испытывающими влияние внешней среды (как природной, так и социально-экономической), управляемы отнюдь не в полной мере. По мнению агроэкологов, их исчерпывающее антропогенное управление вообще вряд ли осуществимо в обозримом будущем, если не считать агросистем закрытого грунта.

Главные цели агроландшафтной регуляции и оптимизации видятся: во-первых, в повышении энергетической эффективности агрогеосистем и в обеспечении на этой основе роста биопродуктивности; во-вторых, в создании условий их устойчивого функционирования при максимально возможном подавлении деструктивных процессов; в-третьих, в обеспечении благоприятной ландшафтно-экологической среды как для культурной биоты, так и для человека.

II.7.2. Адаптивное ландшафтное земледелие

Концепция адаптивного ландшафтного земледелия разработана в последние десятилетия XX в. усилиями отечественных естествоиспытателей и специалистов-аграриев [26–28, 31, 35, 36, 41, 42, 65]. Поводом для ее появления на свет послужила очевидная агроэкологическая инфляция отечественного земледелия, выразившаяся в замедленном развитии аграрного производства, неустойчивости и относительно низких урожаях ведущих сельскохозяйственных культур на фоне общей деградации обрабатываемых земель. В основе своей концепция адаптивного ландшафтного земледелия опирается на принципы геоники (термин предложен Т. В. Звонковой). *Суть агроландшафтной геоники состоит в сближении структуры и функционирования агрогеосистем с наблюдаемыми в естественных условиях, в большей или меньшей имитации на обрабатываемых землях природных режимов и механизмов саморегуляции. Тем самым возникают новые возможности дальнейшей экологизации растениеводства, повышения устойчивости агрогеосистем. Адаптивная территориальная организация агроландшафта (агроландшафтное планирование) предполагает оптимальное вложение его угодий в морфологическую структуру исходного природного ландшафта.* В теории ландшафтоведения установлено: морфологическая структура ландшафта, сформированная по принципу

дополнительности, – мощный фактор стабилизации геосистемы. Разумеется, его следует эффективно использовать и в земледелии.

Еще в конце XIX в. В. В. Докучаев говорил о необходимости соблюдения на сельскохозяйственных землях «... норм, определяющих относительные площади пашни, лугов, лесов и вод», которые «... конечно, должны быть соображены с местными климатическими, грунтовыми и почвенными условиями, а равно и с характером господствующей сельскохозяйственной культуры» [19, с. 91] К сожалению, положения В. В. Докучаева пока не приняты как обязательное правило (закон) агроландшафтного планирования. Докучаевские идеи перекликаются с известными положениями современной теории управления. Согласно этой теории, управляющая система тогда способна справиться с возложенной на нее задачей, когда ей придается организация, адекватная по разнообразию структуре управляемого объекта. В кибернетике это положение получило название закона необходимого разнообразия Эшби [63]. Применительно к сельскохозяйственным землям он означает: *агроландшафт тем лучше поддается регуляции, чем ближе его территориальная и временная организация по своему разнообразию к таковой исходного природного ландшафта.* В учении об агроландшафтах закон необходимого разнообразия мог бы получить следующую формулировку: *пространственно-временная организация агроландшафта должна быть адекватной его природной структуре и динамике.*

Следуя заветам В. В. Докучаева, необходимо особо подчеркнуть, что территориальная организация агроландшафта должна быть оптимально насыщена не только производственными геосистемами (пахотными угодьями) и социально-экономической инфраструктурой, но, вместе с тем, элементами экологической сети. Одним из наиболее объективных показателей устойчивости агроландшафта служит наличие в нем хорошо сформированного экологического каркаса (см. раздел II.7.3).

При земледельческом освоении природного ландшафта разрушить его морфологию непрос-то, а порой – невозможно. Кроме того, это крайне опасно из-за угрозы цепной реакции деструктивных процессов. Обычно избирается более разумный путь агроландшафтного планирования, опирающийся на принцип природно-сельскохозяйственной адаптации. Адаптивность территориальной организации большинства современных агроландшафтов можно считать исторически завоеванной, в ряде случаев выстраданной человечеством.

Несмотря на определенную конвергенцию и даже унификацию культурной биоты, в большин-

стве сельскохозяйственных регионов земного шара сохраняется унаследованная от исходных природных ландшафтов дифференциация агрогеосистем как на локальном, так и региональном уровнях. Она проявляется прежде всего в землеустройстве и типах ведения хозяйства. Современному сельскохозяйственному производству не под силу, да и нет особого резона с экологической точки зрения в полной мере нивелировать ландшафтно-морфологическую неоднородность территории. Добротное выполненное землеустройство обязательно учитывает все многообразие урочищ (подурочищ) и местностей, формирующих ландшафт. Недаром в учебных планах вузовской подготовки российских землеустроителей одним из профилирующих является курс «Ландшафтоведение». Первостепенное внимание в нем уделяется морфологической структуре ландшафта.

Морфологическая структура естественно-го ландшафта со свойственным ей составом морфологических единиц, текстурой (ландшафтным рисунком) и катенарными связями, как правило, адекватно отпечатывается в пространственном устройстве агроландшафта. По мере окультуривания земель это информационное давление природной составляющей может либо стираться, либо, напротив, подчеркиваться максимальной адаптацией землеустройства и мелиоративных мероприятий. Территориальная связь сельскохозяйственных угодий и морфологических частей исходного природного ландшафта нарушается обычно лишь на самом нижнем – фациальном уровне дифференциации. Природные фации либо игнорируются на обрабатываемых землях, либо теряют свою значимость в силу антропогенного нивелирования. И все же фациальная дифференциация так или иначе дает о себе знать во многих агроландшафтах. Она сказывается, например, в изреживании, а нередко полной гибели посевов зерновых на солонцовых пятнах среди массивов распаханной черноземной степи. Что касается агроурочищ и агроместностей, то они, как правило, соответствуют аналогичным морфологическим единицам природного ландшафта. К ним обычно привязываются полевые рабочие участки и поля севооборотов.

Несовпадение границ агрогеосистем и морфологических единиц ландшафта наблюдается главным образом в краевых частях природных урочищ и местностей. Однако “ядра” пахотных угодий и исходных природных выделов в большинстве случаев совмещаются. Происходит, своего рода, инкрустация земледельческой сети в сеть природную. При этом морфология ландшафта выступает в роли пространственного лимитатора территориальной организации агроландшафта.

К сожалению, в действительности встречается немало отступлений от указанного правила. Нередко, например, пахотные земли лесостепной и степной зон, однотипно используемые в зерно-пропашных севооборотах, непрерывно прослеживаются от плакоров к придолинным склонам и надпойменным террасам. Столь очевидное нарушение правила природно-сельскохозяйственной адаптивности всегда сопряжено с угрозой деградации земель и потерей их продуктивности, особенно под действием ускоренной эрозии и дефляции почв. Намеренно упрощая территориальную организацию агроландшафта, человек вступает в ненужное и, как обычно это бывает, безуспешное противоборство с созданной в ходе длительной эволюции морфологией природного ландшафта. Страдающими оказываются обе взаимодействующие подсистемы – как производственная, так и природная.

В природных зонах, недостаточно благоприятных для земледелия, агрогеосистемы, если и представлены, то, как правило, лишь в виде локальных включений в естественный ландшафт. Таково, например, положение в таежных регионах Восточно-Европейской равнины, где пахотные и другие сельскохозяйственные угодья сосредоточены в так называемых поречьях, вдоль речных долин, на более или менее дренированных, а потому и более «теплых» землях надпойменных террас и придолинных склонов. Тогда как заболоченные таежные междуречья остаются недоступными для земледелия. Другим примером внедрения изолированных пахотных массивов в естественный ландшафт может служить пединное земледелие в прикаспийской полупустыне. Оно было привнесено в эти аридные края крестьянами-переселенцами из Центральной России в начале XX в. Пахотные угодья, площадью всего 0,5–0,7 га, размещались исключительно в неглубоких (до 1,5 м) понижениях – падинах. Среди солонцовой пустынной степи только здесь дополнительное натежное увлажнение и сравнительно плодородные темноцветные черноземовидные почвы обеспечивали сносный урожай [47] (рис. 16). Таким образом, и в тайге, и в полупустыне мы сталкиваемся не с агроландшафтами (в их региональном понимании), а с агрогеосистемами локальной размерности – агроурочищами, агроместностями. Однако следует подчеркнуть: все они адаптивно вложены в морфологическую структуру природного ландшафта.

Подобно тому как территориальная организация агроландшафта привязывается к местной морфологической структуре природного ландшафта, системы земледелия вписываются в динамические структуры – годовые циклы природы с их погодными, подсезонными, сезонными состо-

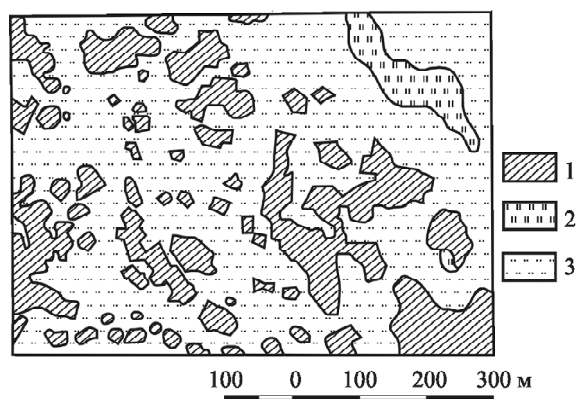


Рис. 16. Адаптивное землепользование в прикаспийской полупустыне (Джаныбекский район Западного Казахстана, начало XX века). Структура сельскохозяйственных угодий (согласно архивным материалам 1927 года): 1 – пахотные земли в лугово-степных понижениях (падинное богарное земледелие); 2 – луговые лиманные сенокосы; 3 – солонцово-пустынно-степные пастбища

яниями. Многолетний опыт полеводства позволил выработать в каждом сельскохозяйственном регионе типовые схемы последовательности работ в соответствии с естественной погодной динамикой и ходом вегетации выращиваемых культур. Агроландшафтам свойственны закономерные смены состояний – типичные аграрные этоциклы. Они характеризуются как синоптическими условиями, так и всей совокупностью полевых работ, а главное, онтогенезом возделываемых культур (см. раздел II.4.4). Севообороты, различные виды обработки земель, сроки внесения удобрений, известкование почв и ряд других агромероприятий привязаны по времени к определенным фазам сельскохозяйственного года (см. раздел II.6). Примеров тому множество. В сухостепных агроландшафтах важно вовремя произвести яблечную обработку почвы, зимнее снегозадержание на полях, «закрытие» почвенной влаги после весеннего снеготаяния, не опоздать с севом яровых и т. п. (см. раздел II.6.1). В Южном Нечерноземье и лесостепи на занятых парах в первой половине лета практикуется выращивание однолетних кормовых трав, а затем по их пласту производится сев озимых зерновых.

Сезонные смены в динамике агрогеосистем ярко выражены в аграрных регионах влажных тропиков, где с обрабатываемых земель собирают не один, а два и более урожая в год. Так, на аллювиальных равнинах Северной и Северо-Восточной Индии под летние муссонные дожди в полевой сезон «хариф», длящийся с июня по октябрь, высаживается главная продовольственная культура – рис. Культурными «харифа» являются также кукуруза, хлопчатник, арахис и др. По окончании муссонных дождей, в сезон «раби» (ноябрь–март)

выращивают пшеницу, просо, бобовые (фасоль, горох). А с орошаемых земель даже в сухое время года снимают еще один-два урожая риса. Умело варьируя сортами риса с различными сроками вегетации, бенгальские крестьяне умудряются получить три урожая в год. Более того, в ряде стран Юго-Восточной Азии на орошаемых рисовых землях занимаются разведением рыбы. Такие симбиотические (от греч. *symbiosis* – совместная жизнь) агрогеосистемы помимо растениеводческой продукции поставляют в пищевой рацион человека животный белок, одновременно препятствуя эвтрофикации орошаемых земель.

В принципе возможна агроландшафтная адаптация и к многолетней климатической динамике: квазидвухлетней, 11-летней и др. Этой проблемой задавались агроклиматологи, агроэкологи, агрогеографы. Для степных регионов Восточной Европы, Западной Сибири и Казахстана была выявлена, например, квазидвухлетняя цикличность атмосферного увлажнения – главного лимитирующего фактора урожая зерновых. Соответственно, предложено в годы ожидаемой повышенной засушливости расширять площади чистых паров, а в более влажные – увеличивать посевы зерновых [43]. К сожалению, подобная адаптивная мобильность полеводства пока сдерживается из-за несовершенства долгосрочного агрометеорологического прогнозирования.

Адаптивное ландшафтное земледелие нацелено не только на оптимизацию пространственно-временной организации агроландшафта. Столь же важны строго адаптированные к местным природным условиям и ресурсам современные технологии растениеводства. Среди них укажем: почвозащитные системы земледелия с безотвальной и даже нулевой обработкой почвы; биологические системы, позволяющие выращивать сельскохозяйственные культуры без применения ядохимикатов и минеральных удобрений; формирование многовидовых агрофитоценозов, переход от монокультурных посевов к поликультуре и др. Все названные меры носят явные черты геоники, направлены на имитацию в полевых условиях естественных структур и режимов. Так, безотвальная обработка степных пахотных земель с сохранением стерни и мульчированием почвы соломой по методу Т. С. Мальцева–А. И. Бараева имеет целью приближение их свойств к целинной степи, почвы которой, защищенные дерниной и степным войлоком, практически не подвергаются процессам интенсивной дефляции или эрозии, сравнительно редко испытывают острую засуху.

Немалого можно достигнуть путем перевода растениеводства от монокультуры к поликультуре. Монокультура и общее обеднение биоты на сель-

скохозяйственных землях находятся в противоречии с многовековым ходом эволюции природы. В процессе ее развития стойкими и продуктивными показали себя многоярусные растительные сообщества. В то же время монокультурные агроценозы отличаются низкой устойчивостью, общим экологическим несовершенством. В силу того, что в чистых посевах далеко не все экологические ниши заняты, они легко засоряются, подвержены болезням, служат очагами размножения вредителей. Напротив, сортосмеси с многоярусной поликультурой, как правило, более успешно противостоят этим вредным воздействиям, да и продуктивность их выше.

В опытах 70–80-х годов XX в. на землях Среднего Поволжья поликультура кукурузы, овса и подсолнечника давала 420–450 ц/га зеленой массы при урожае чистого сева 320–330 ц/га. При выращивании кукурузы одновременно с кормовыми бобами в нижнем ярусе урожай кормовой массы возрастал на 40–80%. В средней полосе России, где практикуются зерноотравные севообороты, давно известны посевы клевера, злаково-бобовых травосмесей под покров зерновых. Они являются эффективным приемом борьбы с засоренностью полей, а также обогащения почвы азотом и улучшения ее структуры.

Некоторые агроландшафты влажных тропиков Юго-Восточной Азии используются под сложные многоярусные плантации–сады–огороды. Под пологом кокосовых пальм размещаются, например, банановые насаждения. А в наземном ярусе выращивают сладкий картофель (батат), маниок съедобный, арахис и другие бобовые. Согласно расчетам американского эколога Ю. Одума, в доиндустриальных системах земледелия, сохранившихся на Новой Гвинее до наших дней, «... на сложных огородах со смешанными культурами производится около 24 млн ккал. пищи на 1 га при затратах человеческого труда в 1,4 млн ккал., т. е. соотношение полученной и затраченной энергии составляет 16:1» [52, с. 99]. Коэффициент полезного действия агрогеосистем с многовидовыми агроценозами исключительно высок. Тогда как в механизированных хозяйствах развитых стран, специализирующихся на выращивании той или иной монокультуры, субсидируемая человеком энергия, как правило, в несколько раз превосходит получаемую (см. табл. 4).

II.7.3. Экологический каркас агроландшафта

Экологический каркас (экологическая сеть – эконет) агроландшафта – совокупность природных и антропогенных геосистем, выполняющих функцию защиты обрабатываемых земель и

сельскохозяйственных культур от неблагоприятных процессов. Главными элементами экологического каркаса агроландшафтов являются естественные и искусственные лесонасаждения, луга, болотные массивы, водные объекты. Иногда ими могут быть и техногенные образования, например, каменные ветроломные стенки, защищающие банановые плантации на Канарских островах от сильных ветров с Атлантики.

Структура угодий и экологической сети агроландшафта обусловлены, с одной стороны, неоднородностью исходного естественного ландшафта, с другой – необходимостью сохранения в агроландшафте той меры пространственного разнообразия, которая была бы способна поддерживать его в относительно устойчивом состоянии. В различных природных зонах, провинциях, районах соотношение производственных и природоохранных геосистем в агроландшафте существенно варьирует. Например, в центральном районе России на дренированных моренно-водноледниковых равнинах пахотные угодья в агроландшафте занимают около 40% площади, пастбищные и сенокосные земли – до 20%. Остальное – элементы экологического каркаса: лесные массивы, болота, водные объекты и др. (см. табл. 2). Иная структура агроландшафтов в степных районах. На Приобском лёссовом плато в Алтайском крае пахотные угодья занимают до 80–90% площади. Экологический каркас агроландшафта состоит из байрачных и колочных лесов (до 10% площади) и полезащитных лесных полос (2–3%). Пастбища и сенокосы сосредоточены в долинно-балочной сети.

Важно не только наличие самого экологического каркаса в структуре агроландшафта, но тех защитных полей, которые он формирует в сферах своего латерального влияния, простирая их на смежные обрабатываемые земли. Хороша та экосеть, которая перекрывает защитными полями всю территорию агроландшафта, а не отдельные его участки. Многолетний отечественный опыт степного полезащитного лесоразведения показал, как можно добиться полной защиты обрабатываемых земель от суховеев, засух, дефляции почв, низовых метелей зимой, размещая ажурно-продуваемые лесополосы с учетом формируемых ими ветроломных полей (рис. 17).

Принципиальную роль играет территориальная организация агроландшафтного экологического каркаса. *Наиболее ценны целостные экосети, состоящие из экологических ниш и экологических коридоров.* Классическим примером может служить старинный французский агроландшафт типа «бокаж», все хозяйственные угодья которого располагаются внутри единой экосети. Роль экологических ниш играют широколиственные

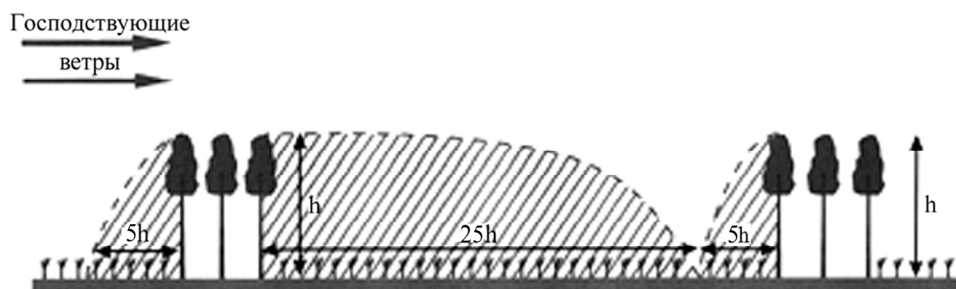


Рис. 17. Ветроломные ландшафтно-географические поля полезащитных ажурно-продуваемых лесных полос в степном плакорном агроландшафте. Определены на основании обобщения эмпирического опыта полезащитного лесоразведения

рощи, а коридоры, их соединяющие, представлены лесонасаждениями вдоль дорог и границ сельскохозяйственных угодий (рис. 18). К сожалению, агроландшафты типа «бокаж» исчезают с полей Западной Европы под натиском нарастающей унификации землепользования.

Защитный эффект экологического каркаса во многом зависит от тех позиций, которые ему отводятся в агроландшафте. Не следует забывать общее ландшафтно-экологическое правило, согласно которому ландшафтные экотоны (контактные зоны между различными агрогеосистемами) в первую очередь должны быть заняты элементами экологического каркаса [42, 44]. В этих местах особенно велика опасность аграрной деградации земель (ускоренной эрозии, эвтрофикации и др.). К ним относятся прирочные полосы приречных склонов междуречий, коренные склоны речных долин, овражно-балочная сеть, прирусловые поймы и др. Крайне важно сохранение естественной облесенности экотонов, а в случае необходимости их искусственное облесение или залу-

жение. Превращение агроландшафтных экотонов в буферные агроэкологические зоны – императив адаптивного ландшафтного земледелия.

Таким образом, следует иметь в виду не только, какая доля земель в агроландшафте приходится на экологический каркас, но как он территориально размещен. Если все лесонасаждения сосредоточены в нижних – аккумулятивных – звеньях агроландшафтных катен (например, на первой-второй надпойменных террасах и пойме), а верхние – автономные элювиальные и трансэлювиальные звенья междуречий – лишены их, то опасность ускоренной эрозии пахотных земель здесь может быть очень велика. Для ее предотвращения необходимо создание экологического каркаса в приводораздельных и склоновых придолинных угодьях. Формальный показатель доли экосети в агроландшафтном регионе недостаточен и обманчив, если неизвестна ее территориальная привязка. К сожалению, таким показателем часто пользуются, не ведая, что допускают грубую экологическую ошибку.



Рис. 18. Западноевропейский агроландшафт типа «бокаж» (зимний вид). На белом фоне заснеженных полей видна экологическая сеть, состоящая из широколиственных рощ и полезащитных лесополос по границам сельскохозяйственных угодий, соответственно ядер и коридоров экологического каркаса

Первым правилом при сельскохозяйственном освоении новых земель или оптимизации уже давно функционирующих должно быть неукоснительное соблюдение и поддержание в хорошем состоянии естественных элементов экологической сети. В лесостепных агроландшафтах Восточно-Европейской равнины к ним относятся, например, колочные и байрачные леса, нагорные дубравы, леса крутых коренных склонов речных долин, лесные, кустарниково-степные останцово-водораздельные массивы, сосновые боры на песчаных надпойменных террасах, приречные уремы. К сожалению, в староосвоенных районах не так уж много их уцелело. Нерегулируемые рубки, выпас скота, пожары (в том числе в результате выжигания остатков

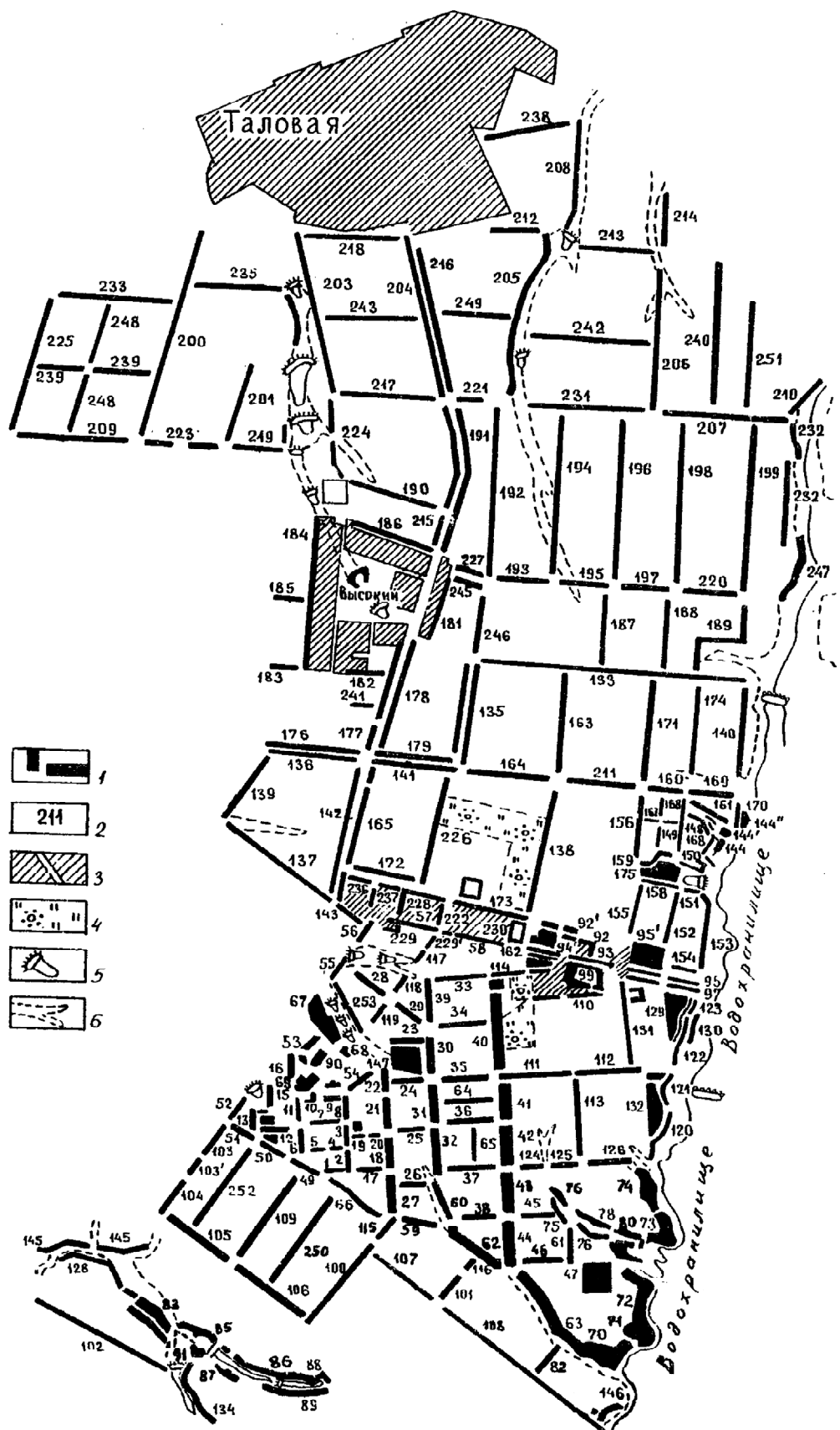


Рис.19. Полезащитные лесные полосы в Каменной степи (НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В. В. Докучаева) [25]. 1 – лесные полосы; 2 – номера лесных полос; 3 – населенные пункты; 4 – залежные косимые и некосимые заповедные участки; 5 – пруды; 6 – балки

соломы на полях), постоянное стремление упростить конфигурацию и расширить площади пахотных угодий за счет леса и луга – все это вело к нарастающей дестабилизации агроландшафтов. Необходим жесткий закон о безусловной защите всех естественных элементов экологической сети на обрабатываемых землях.

Но этого в наше время уже недостаточно. Одним из главных, общепризнанных способов оптимизации территориальной структуры степных и лесостепных агроландшафтов служит создание сети лесных полос – полевых защитных, приовражных и прибалочных, водозащитных и др. Дополнительными элементами, стабилизирующими и облагораживающими структуру агроландшафта, являются пруды, искусственные водоемы, буферные полосы сеянных многолетних трав и др. Если способы создания всех этих природно-антропогенных экологических элементов агроландшафтов достаточно хорошо разработаны, то проблемы их территориального размещения в сочетании с производственными массивами нуждаются в серьезном изучении. Уверенно можно сказать: *каждый вид освоенного сельским хозяйством природного ландшафта должен иметь свой, особый план территориального устройства. Шаблон здесь не-*

допустим. Как и в деле размещения сельскохозяйственных угодий, ведущим здесь должен быть признан принцип адаптивности. Иными словами, *вновь создаваемые объекты – лесополосы, луга, пруды, водоемы и другие элементы экосети – должны оптимально вписываться в естественную морфологию ландшафта.*

Территориальные структуры агроландшафтов, в которых сочетаются пахотные угодья и элементы экологического каркаса, зависят как от зональных биоклиматических, так и местных геолого-геоморфологических факторов. Например, для низменных, плоских и плоскозападных равнин Ишимской лесостепи и Кулундинской степи характерны агроландшафтные структуры мозаичного типа: колочно-полевые, лесополосно-полевые, либо смешанные. Экологическая сеть играет в них прежде всего ветроломную роль, обеспечивая сохранение и равномерное распределение снежного покрова на полях, защищая почву от дефляции и иссушения, посевы сельскохозяйственных культур от суховея и засухи. Преимущественно по типу мозаичной территориальной структуры В. В. Докучаевым был сконструирован в конце XIX в. культурный агроландшафт Каменной степи на юге Окско-Донской равнины (рис. 19), оптимально функционирующий до наших дней [17, 25].

На расчлененных долинно-балочной и овражной сети возвышенностях агроландшафтные структуры приобретают векторный, каскадный характер. Важнейшим векторным звеном здесь служит агроландшафтная катена – сопряженный однонаправленным потоком вещества и энергии ряд локальных агрогеосистем от водораздела до местного базиса денудации. При проектировании территориальной организации таких агроландшафтов главная задача состоит в регуляции поверхностного стока – жидкого, твердого, ионного. Для защиты от эрозии почв, химического загрязнения нижних звеньев агроландшафтных катен, других деструктивных процессов разработана контурно-мелиоративная система земледелия [27, 31]. Территориальная организация степного агроландшафта, соответствующая требованиям этой системы, может быть представлена следующей схемой (рис. 20). Известны многочисленные опыты проектирования культурных степных агроландшафтов, опирающиеся на указанные принципы. Одним из первых в отечественной агрогеографии этими вопросами занимался Д. Л. Арманд [4]. Среди более поздних работ отметим серию исследований, в которых проблемы оптимизации степного земледелия и охраны обрабатываемых земель решаются с ландшафтно-экологических позиций [27, 35, 36, 41].

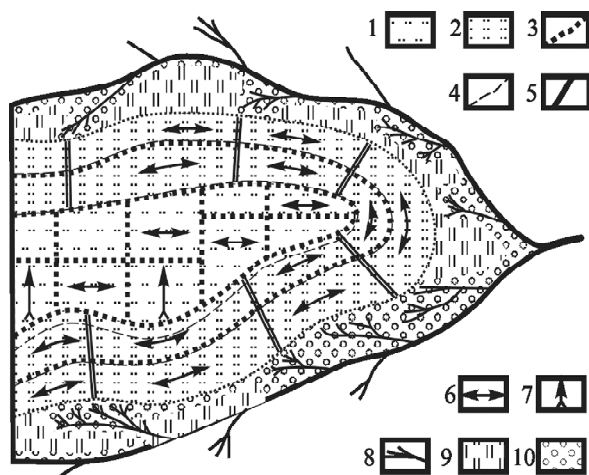


Рис. 20. Почвозащитная контурно-мелиоративная организация степного агроландшафта на возвышенной увалистой равнине, расчлененной овражно-балочной сетью: Пахотные земли: 1 – плакоры (крутизна склонов до 2–3°), пригодны для типичных зональных систем земледелия; 2 – присетьевые склоны междуречий (крутизна до 6–8°), нуждаются в почвозащитных (противоэрозионных) системах земледелия; 3 – полевые защитные лесополосы; 4 – водоудерживающие валы-каналы; 5 – залуженные водоотводящие ложбины; 6 – направления обработки земель; 7 – направление суховейных, дефляционно опасных ветров. Эрозионная сеть: 8 – овраги; 9 – залуженные приовражные склоны; 10 – противоэрозионные приовражные лесонасаждения и облесенные верховья оврагов

Иные возможности экологической оптимизации агроландшафтных катен имеются в Южном Нечерноземье, где в той или иной мере сохранились естественные лесные массивы. Рассмотрим их на примере агроландшафтной катены, типичной для моренных пологохолмистых равнин Калужской области в бассейне среднего течения р. Протвы (рис. 21). Сохранившиеся здесь естественные элементы экологической сети недостаточны для борьбы с овражной эрозией и плоскостным смывом почв, выносом минеральных удобрений с полей поверхностным стоком и эвтрофикацией речных вод. Чтобы успешно противостоять им, агроландшафт целесообразно насытить дополнительными элементами экологическо-

го каркаса. Это, прежде всего, защитные лесные полосы, которые должны отделить приводораздельные субгоризонтальные пахотные угодья междуречья от земель придолинных склонов. Системы земледелия тех и других не могут быть однотипными, как было до последнего времени. Контурная обработка земель, насыщение полевых севооборотов многолетними травами, превращение их в почвозащитные – обязательное условие оптимизации придолинных, прибалочных и приовражных склоновых агроурочищ. Ввиду опасности дальнейшей линейной эрозии и усиления ионного стока с междуречья в долину, недопустима распашка земель в полосе над бровкой коренных склонов эрозионных форм. Прибровоч-

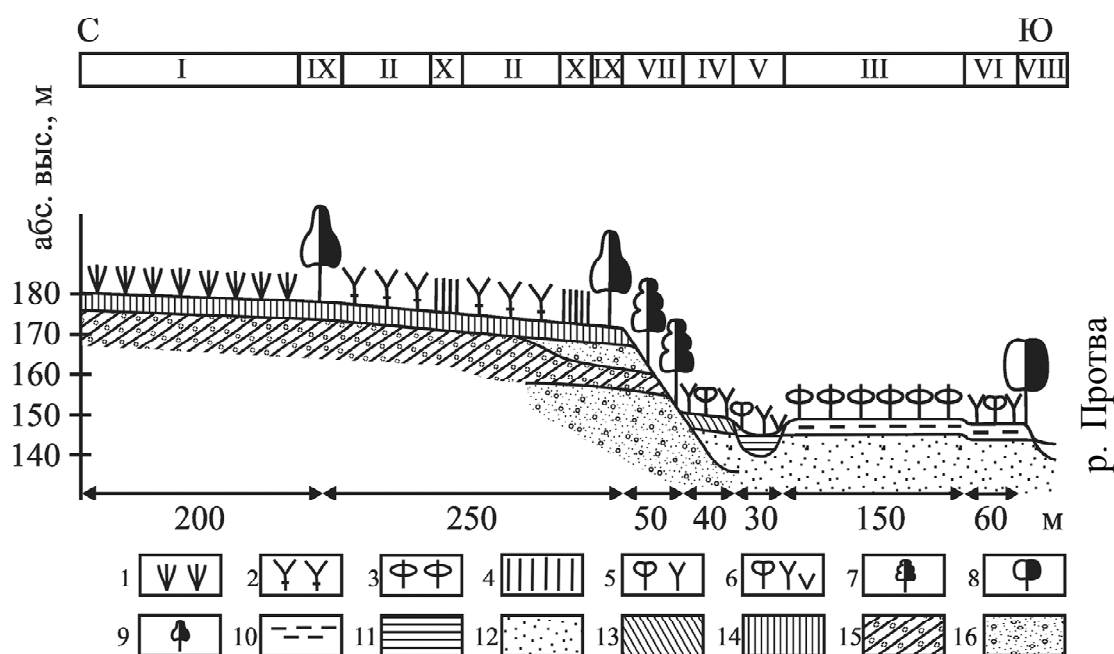


Рис. 21. Проект почвозащитной организации агроландшафтной катены в Южном Нечерноземье (бассейн Средней Протвы, Калужская область, Сатинский учебно-научный полигон географического факультета МГУ). Пахотные угодья: I – приводораздельный плакор (крутизной до 2°) с дерново-среднеподзолистыми суглинистыми почвами – полевой севооборот; II – придолинный склон (до 5–7°) с дерново-слабоподзолистыми эродированными суглинистыми почвами – полевой почвозащитный севооборот; III – высокая пойма с аллювиальными дерновыми легко-суглинистыми карбонатными почвами – кормовой севооборот, при искусственном орошении – овощной севооборот. Естественные кормовые угодья: IV – делювиально-пролювиальный шлейф с суходольным лугом для выпаса крупного рогатого скота (КРС); V – староречье с сырыми и влажными пойменными лугами для выпаса КРС; VI – пойма среднего уровня с луговым сенокосом, возможен выпас КРС по отаве. Естественные элементы экологического каркаса: VII – широколиственный лес на крутом (до 30°) коренном склоне речной долины; VIII – приречная урема. Антропогенные элементы экологического каркаса: IX – лесные полосы; X – буферные полосы многолетних трав. Севообороты и сельскохозяйственные культуры: 1 – зерно-яровой (яровая ячмень, озимая пшеница, многолетние травы); 2 – почвозащитный травяно-зерновой (многолетние травы, зерновые); 3 – кормовой (зерново-бобовые смеси, кукуруза, кормовая свекла); 4 – сеянные многолетние травы. Естественная растительность: 5 – разнотравно-злаковые и бобово-разнотравно-злаковые луга; 6 – разнотравно-осоково-злаковые луга; 7 – дубняк лещино-широколистный широколиственный-волосистоосоково-злаковый; 8 – ветлово-сероольшаниковая крупнотравная приречная урема; 9 – почвозащитные лесонасаждения (преимущественно из березы). Горные породы: 10 – пойменный легкосуглинистый аллювий; 11 – старичный тяжелосуглинистый аллювий; 12 – пески русловой фации аллювия; 13 – делювиально-пролювиальные суглинки; 14 – покровные суглинки; 15 – валунные суглинки морены; 16 – флювиогляциальные каменистые пески

ную зону целесообразно превратить в лугово-лесной буфер, обращенный к речной долине (балке) лесной полосой, а в сторону междуречья – сеянным бобово-злаковым лугом. Оснащенная естественными и искусственно созданными элементами экологической сети агроландшафтная катена может стать типовым образцом окультуривания сельскохозяйственных земель Южного Нечерноземья.

II.8. Ландшафтно-экологическая стратегия устойчивого развития агрикультуры

II.8.1. Альтернативное экологическое земледелие

Ландшафтно-экологическая идеология лежит в основе современных представлений о перспективах устойчивого развития земледелия в XXI в. В странах западного мира, агроландшафты которых в ходе «зеленой революции» второй половины XX в. подверглись интенсивной химизации и многим деструктивным процессам (ускоренная эрозия и дефляция почв, вторичное засоление, общая эвтрофикация и др.), уже не первое десятилетие звучат призывы превратить земледелие в экологическое производство [53]. Широкие круги населения обеспокоены качеством сельскохозяйственной продукции, небезопасной для здоровья, и угрожающим экологическим состоянием сельскохозяйственных земель. Социальная обеспокоенность нашла отклик в научно-производственных разработках специалистов-аграрников и опытах рядовых фермеров. Была предложена и апробирована на практике интегрированная система перехода сельского хозяйства к альтернативному экологическому (или органическому) земледелию. Со временем она переросла в концепцию устойчивого развития агрикультуры и сельских территорий, поименованную аббревиатурой SARD – Sustainable Agriculture and Rural Development [61]. Ее идейной основой служат представления о социально-эколого-экономическом развитии агропромышленного комплекса на принципах:

- природно-хозяйственной адаптивности;
- неистощительного аграрного землепользования;
- диверсификации сельскохозяйственных земель;
- экологической оптимизации агроландшафтной среды;
- полной экологической безопасности сельскохозяйственной продукции.

Министерством сельского хозяйства США дано следующее определение «органического сельского хозяйства»: «Органическое сельское

хозяйство представляет производственную систему, которая избегает или исключает использование искусственных удобрений, пестицидов, регуляторов роста и химических кормовых добавок. Оно базируется на использовании севооборотов, растительных остатков, навоза, азотфиксирующих бобовых культур, зеленых удобрений, внефермерских органических отходов, механической культивации почв, биологических методов борьбы с вредителями, и все это с целью поддержания плодородия почвы и ее пахотного горизонта, снабжения растений питательными веществами и для борьбы с вредителями и сорняками» [61, с. 140]. Национальной палатой по органическим стандартам при МСХ США в 1995 г. было опубликовано следующее разъяснение понятия «органическое (устойчивое, альтернативное, биологическое) земледелие»: «Это система менеджмента экологического производства, которая поощряет и улучшает биоразнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы, ... поддерживает и улучшает экологическую гармонию. «Органический» – это ярлыковый термин, который указывает, что продукты произведены в соответствии с Законом о производстве органических пищевых продуктов» [61, с. 141].

С 1990 г. в США введены Законы о продовольствии и сельском хозяйстве, предусматривающие прямые финансовые стимулы для фермеров, использующих системы органического (альтернативного) земледелия. В частности, производятся дополнительные выплаты за выращивание ресурсосберегающих культур, главным образом бобовых. Вместе с тем повышается ответственность за использование пестицидов. Требуется специальная регистрация, строго ограничивающая объемы их применения. Государством поддерживаются фермы, где произведена диверсификация землепользования с целью оптимальной интеграции земледелия и животноводства в единый процесс сельскохозяйственного производства. Тем самым происходит восстановление экологической (биологической) компоненты аграрного комплекса, которая была утрачена в ходе «зеленой революции» XX в., ориентированной на узкую специализацию растениеводства и преобладание монокультуры.

В западных странах сформировалось несколько вариантов систем экологического земледелия: биодинамическая, органо-биологическая, интегрированная. Первые две основаны исключительно на применении только органических удобрений и нехимических методов защиты растений. Активно используются сидеральные севообороты, зеленые удобрения, посевы промежуточных азотфиксирующих культур и др. Интегрированная система менее строга в экологическом отно-

шении. Она допускает ограниченное применение агрохимикатов. Но в таком количестве, которое не снижает качества сельскохозяйственной продукции.

Доля хозяйств, перешедших на системы органического земледелия, медленно, но верно увеличивается. В первые годы XXI в. в ЕС она достигала в %: в Австрии – 8,4, Финляндии – 5,4, Швеции – 4,1, Италии – 3,9, Дании – 3,5, Германии – 2,4. В других странах не превышала 1%. В 2002 г. в Германии функционировало 14,7 тыс. ферм, ориентированных на экологическое земледелие. В их распоряжении находилось 632 тыс. га сельхозугодий (или 3,7% общей площади сельхозземель страны). Министерство сельского хозяйства Германии прогнозирует к 2010 г. довести объем экологической продукции до 20% всего аграрного производства страны [61].

II.8.2. Прецизионное земледелие – земледелие будущего

В 70–80-е годы XX в. в отечественных аграрных научно-исследовательских институтах и некоторых сельскохозяйственных компаниях зарубежных стран были организованы комплексные исследования по управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур. Они объединялись общей тематикой «Программирования урожая». Основоположником научных разработок управляемого земледелия в России стал академик РАСХН И. С. Шатилов. Под программированием урожая понималось создание комплекса агротехнических, агрохимических, мелиоративных и защитных мероприятий, своевременное выполнение которых обеспечивает устойчивые урожаи и охрану аграрной среды. Предложено различать три временных уровня принятия управленческих решений: перспективный (стратегический), плановый (тактический) и оперативный (текущий). Первым уровнем, рассчитанным на многие годы вперед, предусмотрено инженерно-техническое обустройство и мелиорация агроландшафта, научное обоснование адаптивных систем земледелия. Параллельно осуществляется прогноз ландшафтно-экологических последствий в результате осуществления намеченных мелиоративных и агротехнических мероприятий. На втором (годовом) уровне производится планирование агротехнических и агрохимических операций на вегетационный период с расчетом предполагаемой биопродуктивности агроценозов. К третьему (внутрисезонному) уровню отнесена вся совокупность мер по обеспечению оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур в каждой фазе, с учетом складывающихся погодных условий, динамики элементов питания, водного, теплового и воздушного режимов почв.

В 90-е годы XX в. изыскания в области программирования урожая трансформировались в систему управления агроландшафтами на основе компьютерных технологий, названную прецизионным или по-русски «точным» земледелием (от франц. *precision* – точность). Системой предусмотрены точные расчеты всей совокупности вышеназванных аграрных регулятивных мероприятий. Она включает такие операции, как электронное картирование обрабатываемых земель на базе ГИС-технологий; количественное описание и оценку процессов, протекающих в почвенно-растительном комплексе; построение динамических моделей агрогеосистем средствами системного анализа и вычислительной математики [54, 64]. Ряд зарубежных фирм приступили к разработке и выпуску соответствующего программного обеспечения компьютерного обслуживания точного земледелия.

Прецизионные агротехнологии видятся как высшая ступень в развитии адаптивного ландшафтного земледелия. С их помощью станет возможным регулирование агрогеосистем, дифференцированное вплоть до низшего уровня пространственно-временной организации агроландшафта, фациального – в рамках микро- и наноформ рельефа, с одной стороны, синоптических и даже суточных, коротковременных динамических состояний – с другой. На прецизионное земледелие возлагаются большие надежды совершенствования агрокультуры в XXI в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Н. Н. Современные ландшафты зарубежной Азии. М.: ГЕОС, 2000. 414 с.
2. Алтайский край. Атлас. Т. I. М.; Барнаул: ГУГК, 1978. 222 с.
3. Андрианов Б. В. Неоседлое население мира. М.: Наука, 1985. 280 с.
4. Арманд Д. Л. Физико-географические основы проектирования сети полезащитных полос. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 367 с.
5. Атлас Кустанайской области. М.: ГУГК, 1963. 80 с.
6. Атлас Северного Казахстана. М.: ГУГК, 1970. 208 с.
7. Берг Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР. Ч. 1. Л., 1930. 401 с.
8. Вавилов Н. И. Центры происхождения культурных растений. Л., 1926. 248 с.
9. Вавилов Н. И. Пять континентов. Повесть о путешествиях в поисках новых растений. М.: Географгиз, 1962. 255 с.
10. География производительных сил Северного Казахстана. Т. I. Природные условия и ресурсы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. 370 с.

11. Герасимова М. И., Строганова М. Н., Можарова Н. В., Прокофьева Т. В. Антропогенные почвы: (генезис, география, рекультивация). М., 2003. 268 с.
12. Глобальная экологическая перспектива. ЮНЕП, 2002. 504 с.
13. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2004 г.» М., 2005. 493 с.
14. Гумбольдт А. География растений. М.; Л.: Сельхозгиз, 1936. 349 с.
15. Деградация и охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 655 с.
16. Докучаев В. В. Учение о зонах природы. М.: Географгиз, 1948. 63 с.
17. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь // Избр. соч. Т. 2. М.: Сельхозгиз, 1949. С. 163–228.
18. Докучаев В. В. Лекции о почвоведении // Избр. соч. Т. 3. М.: Сельхозгиз, 1949. С. 339–374.
19. Докучаев В. В. Сочинения. Т. VI. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 595 с.
20. Дьяконов К. Н., Аношко В. С. Мелиоративная география. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 254 с.
21. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. 448 с.
22. Заславский М. Н. Эрозиоведение. М.: Высшая школа, 1983. 320 с.
23. Измаильский А. А. Как высохла наша степь. М.; Л.: Сельхозгиз, 1937. 76 с.
24. Исаченко А. Г. Экологическая география России. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2001. 328 с.
25. Каменная степь: Лесоаграрные ландшафты. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1992. 223 с.
26. Каштанов А. Н. Концепция устойчивого развития земледелия в России в XXI веке // Почвоведение. 2001. № 3. С. 263–265.
27. Каштанов А. Н., Лисецкий Ф. Н., Швецбс Г. И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М.: Колос, 1994. 127 с.
28. Кирюшин В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
29. Классификация почв России. М., 1997. 236 с.
30. Куракова Л. И. Современные ландшафты и хозяйственная деятельность. М.: Просвещение, 1983. 160 с.
31. Ландшафтное земледелие. Ч. 1. Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе / Под ред. А. Н. Каштанова, А. П. Щербакова. Курск, 1993. 100 с.
32. Литвин Л. Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: Академкнига, 2002. 256 с.
33. Литвин Л. Ф., Кирюхина З. П. Эрозионноопасные земли и пространственно-временные закономерности эрозии почв // География, общество, окружающая среда. Т. IV. М.: Городец, 2004. С. 196–202.
34. Лойко П. Ф. Земельный потенциал мира и России: пути глобализации его использования в XXI в. М., 2000. 341 с.
35. Лопырев М. И. Основы агроландшафтоведения. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1995. 182 с.
36. Лопырев М. И. Экологизация земледелия на ландшафтной основе. Воронеж: Полиарит, 2004. 128 с.
37. Максюттов Ф. А. Проблемы барьерогенных ландшафтов. Уфа: Издание Башкирского ун-та, 1979. 88 с.
38. Мильков Ф. Н. Сельскохозяйственные ландшафты, их специфика и классификация // Вопросы географии. Сб. 124. М.: Мысль, 1984. С. 24–34.
39. Николаев В. А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 160 с.
40. Николаев В. А. Концепция агроландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1987. № 2. С. 22–27.
41. Николаев В. А. Основы учения об агроландшафтах // Агроландшафтные исследования. Методология, методика, региональные проблемы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 4–54.
42. Николаев В. А. Адаптивная пространственно-временная организация агроландшафта // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1999. № 1. С. 22–26.
43. Николаев В. А. Ландшафты азиатских степей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. 288 с.
44. Николаев В. А. Ландшафтные экотоны // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2003. № 6. С. 3–10.
45. Николаев В. А. Экологические уроки полувекowego опыта целинного земледелия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2004. № 6. С. 3–10.
46. Николаев В. А. Ландшафтоведение. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 208 с.
47. Николаев В. А., Копыл И. В. Сельскохозяйственный ландшафт в полупустыне и пути его оптимизации // Ландшафтная школа Московского университета: традиции, достижения, перспективы. М.: Русаки, 1999. С. 190–198.
48. Николаев В. А., Тюрденева С. А. Оценка земель Кустанайской области // Вопросы географии Казахстана. Вып. 9. Алма-Ата, 1962. С. 143–160.
49. Николаева С. А. Особенности почвообразования в черноземах в условиях рисосеяния // Орошаемые черноземы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 211–219.
50. Николаева С. А. Экологические последствия орошения почв степной зоны // Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. С. 159–176.

51. Николаева С. А., Розов С. Ю. Деграционные направления трансформации черноземов степной зоны при орошении // Деграция и охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. С. 513–550.
52. Одум Ю. Экология. Т. 1. М.: Мир, 1986. 328 с.
53. Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. М.: КМК, 2002. 444 с.
54. Полуэктов Р. А., Смоляр Э. И., Терлеев В. В., Топаж А. Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2006. 396 с.
55. Природа, техника, геотехнические системы / Под ред. В. С. Преображенского. М.: Наука, 1978. 152 с.
56. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
57. Рахилин В. К. Общество и живая природа. Краткий очерк истории взаимодействия. М.: Наука, 1989. 215 с.
58. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Молодая Россия, 1994. 367 с.
59. Романова Э. П. Современные ландшафты Европы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 312 с.
60. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1989. 656 с.
61. Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Зарубежный опыт и проблемы России. М.: КМК, 2005. 617 с.
62. Шнирельман В. А. Возникновение производящего хозяйства. М.: Наука, 1989. 445 с.
63. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 430 с.
64. Якушев В. П., Полуэктов Р. А., Смоляр Э. И., Стефанова Н. А., Топаж А. Г. Точное земледелие: состояние исследований и задачи агрофизики // Агрофизические и экологические проблемы сельского хозяйства в XXI в. СПб.: Агрофизический ин-т, 2002. С. 26–86.
65. Яцухно В. М., Мандер Ю. Э. Формирование агрландшафтов и охрана природной среды. Минск, 1995. 122 с.
66. FAO Production yearbook. 2000. V. 54. Rome, 2002. 261 p.

Глава III

ПАСТБИЩНЫЕ ЛАНДШАФТЫ

III.1. К истории пастбищного природопользования

Пастбищное природопользование – один из древнейших видов производящего хозяйства. Занимая не менее 27% площади суши Земли и 60% площади сельскохозяйственных угодий планеты [1, 56], пастбищные ландшафты должны занять достойное место в ряду объектов ландшафтно-географической науки. С пастбищными ландшафтами связано решение многих глобальных проблем современной цивилизации. Важнейшие из них: продовольственная, антропогенное опустынивание суши, соотношение пахотных и пастбищных земель. Кроме того, организация пастбищных ландшафтов является одной из задач ландшафтного планирования как основы управления и устойчивого развития. При разработке теории культурного ландшафта пастбищные земли невозможно игнорировать. Все названные проблемы, особенно обострившиеся во второй половине XX в., могут быть решены лишь в теснейшей связи с изучением пастбищных ландшафтов.

Особая значимость пастбищного природопользования выявляется при изучении его истории в связи с классическими и современными схемами периодизации общественно-исторического процесса [14, 31].

III.1.1. Древнейший период – (около 12–7 тыс. л. н.)

Заря человечества, преобладающие виды природопользования первобытных людей – собирательство, рыболовство, охота – терпят к последней трети периода кризис. Выбиты человеком и подверглись вымиранию в связи со сменой экологических условий крупнейшие млекопитающие: мамонты, шерстистые носороги, гигантские олени. Сократились ареалы овцебыков, северных оленей, сайгаков. Продовольственная основа существования первобытного человека предельно подорвана. На этой волне *первого экологического кризиса*, причинами которого была, с одной сторо-

ны, смена условий среды в неблагоприятную сторону для крупных травоядных животных, с другой – рост численности населения и разработка такого «ноухау» древнейшего человека как загонная коллективная охота. Возникла необходимость получения продовольствия на ином уровне, менее зависимом от превратностей природы. Все это послужило стимулом зарождения скотоводства, впервые внесшего в жизнь человека определенную меру стабильности. Скотоводство – первый производящий способ хозяйства – начинает формироваться, вероятно, уже в мезолите и раннем неолите. По данным этнографов, историков и археологов [3, 10, 55], не менее 9 тыс. л. н. на Ближнем Востоке возникают первые кочевые этносы при стадах диких коз (это первые из прирученных животных). Затем были одомашнены овцы. Их дикие предки муфлоны сохранились на островах Средиземного моря (Корсике, Сардинии, Кипре) и в Ираке. Муфлон – родоначальник северных грубошерстных овец. Другой, не менее значимый подвид – архар, предок тонкорунных овец, сохранился в горах Передней и Центральной Азии, а также на Устюрте. Шерсть тонкорунных овец стала основным материалом для изготовления теплых и прочных тканей. Предки курдючных овец – аргали, дикие овцы Центральной Азии.

Предком современного крупного рогатого скота был дикий бык – тур, обитавший в Европе, Азии и Африке. Последние туры обитали на территории Польши в Беловежской пуше, где вымерли более 350 лет назад. Крупный рогатый скот сначала выращивался для получения мяса и шкур, затем – для полевых работ. Лишь около 3 тыс. лет он культивируется с целью получения молока.

Европейский и индийский дикие кабаны стали родоначальниками домашних свиней. Время их одомашнивания – неолит, 3–5 тыс. лет до н. э.

Предки домашней лошади – тарпан и его разновидности – лошадь Пржевальского – уже не обитают в степях Северной Евразии. Лошадь Пржевальского можно еще встретить в зоопар-

ках Европы. Одногорбый верблюд приручен в юго-западной Азии, двухгорбый верблюд – в Узбекистане и Таджикистане. Як одомашнен в Тибете.

Н. И. Вавилов наряду с центрами происхождения культурных растений выделил пять главных центров одомашнивания животных.

1. Китайско-Малайский (Восточный Китай, Вьетнам, Лаос, Камбоджа, Таиланд), где были одомашнены курица, утка, гусь, тутовый и дубовый шелкопряд.
2. Индийский (Индия, Северный Пакистан, Бирма, Непал), где одомашнены зебу, буйвол азиатский, павлин.
3. Юго-Западноазиатский (Турция, Сирия, Иран, Ирак, Афганистан), здесь одомашнены крупный рогатый скот, лошадь восточного типа, овца, коза, свинья, одногорбый верблюд.
4. Средиземноморский (Испания, Франция, Италия, Югославия, Болгария, Греция, Албания, Сирия, Иордания, Египет), одомашнены крупный рогатый скот, лошадь западного типа, овца, коза, свинья, утка, гусь, кролик.
5. Андийский (Эквадор, Перу, Боливия) – одомашнены лама, альпана, мускатная утка.

Кроме того, в тундрах Евразии и Северной Америки в раннем голоцене формируются кочевые этносы при стадах северных оленей. Олени остались до настоящего времени по существу лишь полуприрученными. Человек приспособился к миграциям, характерной особенностью их экологии, и прекрасно сосуществует с этими животными на протяжении тысячелетий. Олени служат транспортным средством, дают не только недостающее продовольствие северным охотникам и рыбакам, но и, что не менее важно в этих холодных регионах, шкуры для одежды и создания жилища. Таким образом, олени удовлетворяют разнообразные жизненные потребности жителей тундры.

Подобное явление, но значительно модифицированное, наблюдается и в саваннах Африки при стадах буйволов. Последний факт особенно интересен, так как скотоводство связано в Африке вовсе не с продовольственным значением выпасаемых животных или использованием их шкур для изготовления теплой одежды. Тепла, как известно, здесь достаточно. На протяжении многих тысячелетий африканские масаи, кочующие со стадами буйволов, сохраняют свой образ жизни. Существующая до наших дней традиция, связанная с чувством человеческого достоинства, обретаемого около стад этих крупных спокойных

животных, имеет особенное значение и вызывает уважение именно в наше прагматическое время господства товарно-денежных отношений. Кроме того, следует иметь в виду и взаимное стремление друг к другу человека и животных, о чем в наше время необходимости возрождения духовности стоит особенно задуматься.

Приручив самых спокойных и кротких животных, человек стал относительно стабильно обеспечивать себя продовольствием. Оленеводство, разведение бизонов, буйволов – пережитки раннего неолита, когда человек кочевал вместе с кочующими животными, – все это продолжается до сих пор. Современные научные идеи об использовании сайгаков в полупустыне Северного Прикаспия, маралов и яков в горах Алтая, страусов и даже крокодилов в Австралии – звенья одной цепи, начало которой – в тех древнейших временах. Возрождая пережитки неолита как способ обеспечить человека недостающими мясными продуктами, стоит ли отказываться от улучшения традиционного использования пастбищ, к тому же апробированного многовековым опытом? Однако если сохраняются подобные пережитки неолита, то почему современное пастбищное природопользование при подавляющей доле кормовых угодий в составе земельного фонда сельского хозяйства все более отодвигается на обочину цивилизации? В чем здесь дело? Ведь массовое вегетарианство не предвидится.

В целом древнейший период можно рассматривать как время становления скотоводства, отбора и domestikации животных.

III.1.2. Древний период – (VII–VI тысячелетия до н. э. – V век н. э.)

Осуществлено приручение пастбищных животных, пастбищные ландшафты становятся ареной жизни древнего человека. Земледелие развивается главным образом в регионах с благоприятными климатическими условиями для культивирования нужных человеку растений. Цивилизации зарождаются как в очагах древнего земледелия, так и кочевого скотоводства: Египет, Иран, Двуречье, Средиземноморье. Параллельно с развитием цивилизации идет развитие духовности. На путях именно пастбищных ландшафтов босоногие библейские шейхи, эти древние философы-кочевники, пророки пришли к абсолютному монотеизму – основе величайших мировых религий [5]. Поистине величественной представляется духовность древнего пастбищного ландшафта, где человек – его неотъемлемая часть, добрый пастырь при стадах кротких животных. На бескрайние пустынные равнины, когда осла-

бевае дневной зной, как бы сходит звездное небо с его великолепным Орионом. Кому приходилось бывать в полупустыне или пустыне в конце лета, осенью и видеть ландшафт в ночном безмолвии, тот несомненно способен понять этих созерцателей, ощущающих свое единство с Космосом и его Создателем. Отнюдь не сентиментальность, а высокий пафос представляется вполне уместным в данном случае, особенно в связи с последующим невероятным падением престижа пастбищных ландшафтов при непреходящей их значимости в жизни человечества во все времена.

Уже в недрах древнего периода формируется важнейшее явление в истории человечества – переселение народов, поводом для которого стал недостаток пастбищных площадей, а глубинной первопричиной – рост численности населения и сопровождающая его продовольственная проблема. Особенно ярко это проявилось в регионах Ближнего Востока и Центральной Азии, где широко распространилось пастбищное природопользование. Одним из негативных его следствий стал перевыпас, ведущий к деградации пастбищ. Все эти явления начинали формироваться в древнем мире. Известно уже в библейские времена переселение древних евреев из Месопотамии в «Землю обетованную» (современный Израиль и Палестину). Однако наиболее характерно оно для следующего периода.

III.1.3. Средневековье

Раннее среднековье (V–XIV вв.) ознаменовано могучими волнами переселения скотоводческих пассионарных этносов из Азии в Европу [10]. Первая волна, V–VII вв., связана с гуннами, именуемыми в европейской исторической науке варварами, которые смели с лица Земли Западную Римскую империю. Вторая волна XI–XIV вв., – с татаро-монголами, заполонившими равнины Восточной Европы и вышедшими частично в Центральную Европу. Это один из наиболее драматичных периодов в истории оседлых земледельческих народов. Он опять же вызван продовольственной проблемой в связи с ростом населения и деградацией пастбищ.

В *позднем среднековье* (XV–XVII вв.) при непрекращающемся росте населения Европы переселяться азиатским кочевникам со стадами домашних животных стало некуда. Необходимость интенсификации производства продовольствия вела не только к росту пастбищных нагрузок, но и к увеличению площадей земледелия. Этот процесс перераспределения еще не окончательно сложившегося земельного фонда в пользу земледелия за счет лучших пастбищных массивов очень характерен для данного периода. Он осуществлялся на большей части континентов.

III.1.4. Новое и новейшее время

В *новое время* (XVII–XIX вв.), несмотря на экстенсивный характер обоих видов землепользования, земледелие, связанное с развивающейся индустрией и поэтому более податливое интенсификации, продолжает перевешивать значимость скотоводства, вызывая отчуждение лучших, наиболее продуктивных земель из сформировавшегося пастбищного фонда планеты в пахотный. Пастбищное скотоводство постепенно становится уделом отсталой части населения, престиж древнейшей формы хозяйствования неуклонно падает. Она все более отесняется на обочину цивилизации. К тому же новое время, начавшееся с английской буржуазной революции (1640–60 гг.), дало мощный толчок развитию товарно-денежных отношений. Значимость этого нового явления также скажется в недалеком будущем на структуре землепользования.

В *новейшее время* (первая половина XX в.) потребительские требования к природопользованию чрезвычайно возросли, тогда как экологические проблемы оставались недостаточно осознанными. Глобальное развитие товарно-денежных отношений стимулировало рост посевных площадей под культуры, пользующиеся всемирным спросом, и это не только хлебные злаки (пшеница, рис, кукуруза), основа рациона большей части населения планеты, но и такие, как арахис, площади которого увеличивались за счет лучших пастбищных массивов африканского континента. Кочевники же с их традиционными крупными стадами буйволов из-за чрезмерного увеличения нагрузок на сокращающиеся площади пастбищ все чаще оказывались в затруднительном положении.

III.1.5. Современный период

Начало современного периода следует датировать вслед за историками 1945 годом [14], когда после окончания Второй мировой войны возникла острая необходимость интенсификации сельскохозяйственного производства. Послевоенный «мясной бум» изголодавшегося за войну человечества вел, с одной стороны, к небывалому росту потребления мяса и, как следствие, к стремлению животноводства увеличивать поголовье скота. Однако при одновременном сокращении пастбищных площадей это вело к увеличению нагрузок и падению их продуктивности. С другой стороны, необходимость увеличения объемов продовольствия заставляла расширять пахотные земли, что возможно лишь при перераспределении сформировавшегося земельного фонда за счет сокращения все тех же пастбищных земель.

В 50–70 годы XX в. посевы зерновых культур все более надвигаются на просторы пастбищных ландшафтов американского континента, Восточной Европы, Казахстана, Алтайского края. Это были прежде всего удобные для земледелия равнинные и предгорные степи, прерии – богатейшие травянистые природно-кормовые экосистемы. Как теперь известно, распаханым оказалось многое, чего нельзя было распахать. Например, эрозивно-опасные прибалочные, приовражные и придолинные склоны, дефляционно-опасные массивы почв легкого механического состава, хотя регламентированное пастбищное использование не нарушило бы целостности этих земель. Однако критическое положение с продовольствием толкало мировое сообщество на подобные решения в связи с чрезвычайным падением продуктивности пастбищных ландшафтов, площади которых были предельно сокращены.

Кроме того, не следует забывать также о развитии рекреационной индустрии, принявшей в это время характер и объемы «бума», подобного вышеупомянутому мясному. Сочетание этих близких по мощности явлений привело, в частности, Европу к кризису традиционного альпийского мясо-молочного скотоводства. Богатейшие горно-луговые пастбища отошли под лыжные трассы. Как следствие этого, знаменитые швейцарские сыроварни стали закрываться, началось «бегство с гор». Альпийские животноводы – пастухи и сырodelы, прежде всего их подрастающее поколение, – вынуждены были профессионально переориентироваться, уходить в города [30].

Пик научно-технической революции, совпавший с этим периодом, привел к техногенезу планеты в целом, что также не обошло своим влиянием пастбищные ландшафты. Изъятие площадей под нефтедобычу, прокладка нефте- и газопроводов, нарушающих кочевку оленей, бессистемная сеть автодорог, неупорядоченное передвижение тяжелой техники в таких слабоустойчивых к антропогенным нагрузкам ландшафтах, как тундровые и пустынные, расширение селитебных территорий – все это происходило в традиционно пастбищных регионах. К 70-м годам XX в. в связи со всеми вышеупомянутыми событиями, обострением продовольственной проблемы на фоне непрекращающегося роста населения, предельной деградации пастбищ довершается невероятное падение престижа пастбищного скотоводства. Однако, несмотря на принимаемые меры не только с целью восстановления травостоев, но даже их коренного улучшения – подсева трав в нарушенную дернину, обводнения, орошения и, наконец, посева – создания сеяных пастбищ в составе не только пастбищного, но и пахотного фонда, предпологаемого успеха не удалось достичь [20].

Мелиорация – комплекс мероприятий, весьма дорогостоящих и требующих времени. Нужны высококвалифицированные научные разработки по созданию искусственных фитоценозов, семенной фонд, машины для обработки вновь создаваемых пахотных массивов, металл, горючее. Подобные экономические затраты оказались затруднительными даже для развитых стран. Развивающиеся же страны их практически проигнорировали. В научных сельскохозяйственных кругах России и сопредельных государств энтузиазм в связи с проблемой улучшения природных пастбищ довольно быстро иссяк, хотя полностью ее снять никто не решался. После опробования всех возможных способов улучшения настойчивее стали раздаваться голоса в пользу промышленного, стойлового, животноводства при получении основного объема кормов в полеводстве. Это была одна из самых решительных попыток вписать проблему в общую стезю научно-технического прогресса.

Прецедент не замедлил появиться. В Западной Европе, где больше всего сократились площади природных пастбищ, созданы крупнейшие птицефабрики и фермы с преобладанием стойлового содержания скота. Выгул и выпас же осуществляется главным образом на площадях с сеяными травами. Во многих регионах внедрялись также дорогостоящие мелиорации. Но очень скоро возник вопрос перед гигиенистами, экологами, генетиками, животноводцами: нужно ли нам такое мясо и молоко? Довольно быстро общество пришло к единодушному отрицательному ответу, который выкристаллизовался на основе практического и научного опыта.

Пастбищные животные, в том числе домашняя птица, эволюционно сформировались в лоне естественных ландшафтов с многовидовыми травостоями. Выпасаемые на пастбище животные двигаются, дышат свежим воздухом, облучаются солнцем, питаются экологически чистыми природными кормами. Эти факторы благотворно влияют на функциональную деятельность их организма: жизненный тонус, рост и развитие, продуктивность. Повышается плодовитость сельскохозяйственных животных, качество приплода, выживаемость и оптимальное развитие молодняка, устойчивость к разного рода заболеваниям. Поэтому никакие цивилизованные санитарно-гигиенические условия содержания в клетках, ни калорийные корма, ни добавки в них микроэлементов, ни витамины в таблетках не могут снять стрессов и физических отклонений в развитии животных. Все это сказывается на качестве продукции, поступающей на стол человека и, что особенно тревожно, ребенка. Известно, что промышленное вмешательство в жизнь высокоорга-

низованных животных не может не сказываться на качестве получаемого мяса. Поэтому понятно, что отказ от пастбищного его получения – тупиковый, антиэкологичный путь решения продовольственной проблемы. К тому же и такой важнейший аспект животноводства, как селекция сельскохозяйственных животных, не может осуществляться вне пастбищных ландшафтов, их естественной среды обитания.

Уже в 70-х годах в западноевропейской прессе появились тревожные публикации. Например, в Нидерландах, стране особенно славящейся промышленным птицеводством, на трех-четырёхлетних детей практически поголовно надели очки. Ведь именно в детском питании куриное мясо и бульон всегда занимали большое место! Как же говорить о здоровом поколении? Не говоря уж об опасных заболеваниях, как птичий грипп, сальмонеллез кур, коровье бешенство. Тем более, что возникают новые заболевания, как, например, синяя лихорадка, охватившая летом 2006 г. овцеводство ряда провинций тех же Нидерландов и Северной Германии. В последние годы эти вопросы непрестанно обсуждаются в средствах массовой информации. Коровье бешенство, обнаруженное в Англии, выбросило ее из европейского рынка говядины на 10 последних лет. Сомневаться в высоком гигиеническом уровне промышленного животноводства одной из наиболее развитых стран планеты не приходится. Но законы экологии неотвратимы, настоящий дом (экос) животных – природные пастбища, а не стойла, даже оборудованные по последнему слову техники, и сеяные прогулочные выгоны с 1–4 видами трав.

Фактическая товарная стоимость традиционной получаемой животноводческой пастбищной продукции оказалась в наше время значительно выше получаемой на промышленной основе. Как известно, самый дорогой вид мяса на международном рынке – баранина, мясо животных с наиболее продолжительным пастбищным периодом. Овцеводство без пастбищ практически не существовало никогда. И, тем не менее, его пастбищная продукция на рынке оказывается самой дорогой, прежде всего в связи с ее экологической чистотой. С другой стороны, нельзя не учитывать и высокой стоимости строгой научно обоснованной регуляции пастбищных нагрузок, создания специализированной службы пастбищ.

На протяжении тысячелетий развитие цивилизации было связано с потреблением природных ресурсов и исключительно редко с их воспроизводством. Последнее к природно-кормовым ресурсам практически никогда не относилось. Несмотря на это, природные пастбища и сенокосы, пребывая на обочине цивилизации, продолжали

кормить неблагодарное человечество. Лишь начиная со второй половины XVIII в. развивающаяся сельскохозяйственная наука, сосредоточившая свои интересы на земледелии, обращается к проблемам пастбищно-сенокосного хозяйства. С ним связаны имена таких ученых агрономов, как А. Т. Болотов (1738–1833), И. М. Комов (1750–1792), пропагандирующих наряду с плодосменной системой земледелия лугопастбищное травосеяние в составе растениеводства, зерно-травяные, зерно-кормовые севообороты [26]. В XX в., как сказано выше, начинаются работы по мелиорации, регуляции выпаса и сенокосения, созданию службы пастбищ.

В заключение исторического обзора следует упомянуть о том, что в недрах современного периода формируется связанный с развитием новой (постиндустриальной) эпохи в истории цивилизации период, в недрах которого ресурсопотребляющая экономика превратится в ресурсовоспроизводящую. Пастбищные ландшафты как самовоспроизводящиеся природно-антропогенные геосистемы, эталон экологичного природопользования, должны стать обязательной составляющей устойчивого развития в новую историческую эпоху [34].

III.2. Геоэкологическая концепция пастбищного ландшафта

III.2.1. Истоки учения о пастбищных ландшафтах

Несмотря на падение престижа пастбищного природопользования, к середине XX в. пастбищеведение накопило богатый научный багаж. Пастбищные ландшафты, пережив неоднократные на своем веку кризисы, вновь привлекли к себе пристальное внимание научного сообщества. Были опубликованы прекрасные монографии о лугах и пастбищах Англии, Америки, работа выдающегося немецкого луговеда Эрнста Клаппа о преимуществах регуляции природопользования по сравнению с применением различных способов мелиорации. Под руководством крупнейшего российского луговеда Т. А. Работнова составлен сборник переводов на русский язык иностранных литературных источников «Использование и улучшение сенокосов и пастбищ». Он включает труды пастбищеведов и луговедов всех значительных скотоводческих регионов мира. В этих работах поставлены проблемы пастбищного природопользования на самом высоком научном уровне середины XX в. [4, 11, 13, 36].

Истоки отечественного пастбищеведения в XX в. были сосредоточены в сфере геоботанической науки. Такие ее корифеи, как Г. Н. Высоцкий, И. К. Пачоский, В. Н. Сукачев, изучая рас-

тельность степей и лугов, обращают внимание на роль выпаса в жизни фитоценозов, в том числе заповедных [7, 37, 50]. Вводится в науку термин «пасторальная (пастбищная) дигрессия». Особенно велика роль развивающейся отечественной фитоценологии в общесоюзных работах 1930–1940-х годов в связи с *инвентаризацией и паспортизацией* естественных кормовых угодий, которые следует рассматривать как крупнейший *социальный заказ*: государственной администрации, планирующим органам страны была необходима информация об одном из важнейших сельскохозяйственных ресурсов. Работы проводились под руководством Всесоюзного института кормов и его директора Л. Г. Раменского. Среди них особенно большую роль сыграли исследователи пастбищ и сенокосов И. В. Ларин [27, 28], Т. А. Работнов [39], Л. Г. Раменский [41–43], Л. Н. Соболев [46], В. Б. Сочава [47, 48], А. П. Шенников [54] и др. Фитоценология, биогеоценология, луговедение подняты ими на высший уровень современной науки. Уже к середине XX в. была обоснована необходимость изучения естественных кормовых угодий с *комплексных позиций*. В значительной степени фитоценология, а позже, развившаяся из нее биогеоценология и, наконец, *природно-производственная типология земель* Л. Г. Раменского соответствовали этим требованиям.

Однако в связи со сложившимися традициями и естественной инерцией мышления комплексный подход, по выражению Л. Г. Раменского, еще долго лишь декларировался, а большая часть карт природных кормовых угодий разрабатывалась в управлении сельского хозяйства вплоть до 80–90 годов с легендами-классификациями фитоценозов, снабженными дополнительными производственными характеристиками. Чаще всего это были сведения об урожайности, механическом составе пастбищного субстрата, реже – о сезонности. В целом такие карты можно квалифицировать как прикладные геоботанические. Большинство карт природных кормовых угодий, созданных к концу XX в., являются таковыми. Вместе с тем огромный фактический полевой материал, заключенный в них, охватывающий большую часть площадей пастбищно-сенокосных регионов, обладает непреходящим значением.

В развитии идей о пастбищных ландшафтах необходимо отметить роль межвузовских исследований по *природному и экономико-географическому районированию СССР*, осуществлявшихся в 60–70-е годы прошлого века. На географическом факультете Московского государственного университета в связи с этим имели большое значение работы крупного ученого, экономико-географа А. Н. Ракитникова, посвященные обосно-

ванию дифференцированного сельскохозяйственного использования земель, базирующегося не только на их объективных экономических условиях (экономико-географическом положении, обеспечении производства рабочей силой), но и на условиях природных (биоклиматических, почвенных, особенностях рельефа) [40].

Более того, А. Н. Ракитников считал необходимой кооперацию самых разных специалистов (биологов, почвоведов, географов, экономистов и др.) в процедуре установления способов использования сельскохозяйственных земель. Междисциплинарный характер процедуры исследования сложных систем – одна из ведущих идей современной синергетики [51]. Как мы видим, А. Н. Ракитников уже в 60-е годы провидел необходимость синергического подхода к изучению таких сложнейших систем, как сельскохозяйственные земли, называя этот подход кооперацией, не претендуя при этом на его общенаучное значение. В данном случае можно сказать, что считавшиеся специализированными, прикладными отрасли науки с середины XX в. шли спонтанно к обобщающей методологической научной теории. В связи с необходимостью учета природных условий для определения способов использования сельскохозяйственных земель особенно большое значение А. Н. Ракитников придавал разработке теории природных типов земель. Этим еще в 50-е годы занимался Л. Г. Раменский, но не успел окончить свой важнейший труд «Природные типы земель», лишь позже его последователи и ученики в какой-то мере завершили его.

Особую роль в разработке концепции пастбищного природно-антропогенного ландшафта сыграли межкафедральные работы географического факультета Московского университета в 60–70-е годы. Они объединили разных специалистов в процессе создания комплексных научно-справочных атласов для ряда крупных регионов СССР. В эти атласы по заказу региональных администраций, что можно также считать *социальным заказом*, вошли карты кормовых угодий [15, 16]. На них авторам удалось отразить системный характер объекта картографирования. Кроме того, здесь же, на географическом факультете Московского университета, на кафедре биогеографии в последнее десятилетие XX в. была создана «Карта природных кормовых угодий» для территории бывшего Советского Союза [38]. В ней использована богатейшая информация карт естественных кормовых угодий вышеупомянутого периода инвентаризации и паспортизации.

Успешное освоение системной парадигмы ландшафтной экологией помогло подойти к изучению природных кормовых ресурсов с той позиции, необходимость которой провидели классики

геоботанической и географической науки. Развиваемый геоботаникой комплексный подход оказался предвестником системного подхода в ландшафтоведении [49]. Кроме того, системная методология особенно успешно стала внедряться в изучение таких сложных объектов, как природно-антропогенные ландшафты.

Системный анализ дал новый стимул развитию уже существовавшего при изучении природных кормовых угодий комплексного подхода. Создаваемое на его основе пастбищеведение, как было показано выше, накопило к этому времени значительный научный багаж. На комплексной основе к середине XX в. как зарубежной, так и особенно российской наукой были решены многие важнейшие проблемы. Особенно большое значение для последующих исследований имели поиски возможностей многократного использования этого чрезвычайно динамичного самовоспроизводящегося ресурса. Были разработаны основы многолетних пастбище-сенокосооборотов (ротации); пастбищепользование вплотную подведено к экологическим требованиям эпохи [28].

На кафедре физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ в 60–70-е годы в процессе картографирования пастбищных ландшафтов была сформулирована концепция природного кормового угодья как объекта исследования в соответствии с системной парадигмой [17, 18]. В связи с необходимостью всестороннего учета взаимосвязей природных и производственных компонентов этого сложного объекта-явления наиболее рационально решать его проблемы в сфере учения о природно-антропогенных ландшафтах [32, 34].

III.2.2. Пастбищный ландшафт – природно-производственная геоэкосистема

Приступая к изучению природно-антропогенных ландшафтов пастбищного типа, необходимо принять в качестве исходных важнейшие, принципиального характера положения, согласно которым эти объекты, с одной стороны, являются естественными, природными геосистемами, с другой – хозяйственными. Следует концептуально закрепить ряд обязательных и бесспорных геоэкологических установок:

- оптимальность природопользования;
- рассмотрение объекта как природно-сельскохозяйственной многоэлементной системы, структурированной в две подсистемы – природную и производственную (рис. 22);
- представление природной подсистемы традиционными элементами, важнейшими для выпаса скота – зонально-климатическими осо-

бенностями, растительностью, почвами и почвообразующими породами, рельефом;

- в состав производственной подсистемы, кроме ее важнейшего элемента, выпасаемого скота, должны входить такие блоки, как управление, мониторинг, мелиорация.

Особую роль среди последних, как в любой природно-антропогенной системе, должно играть управление, главнейшим элементом которого является ЧЕЛОВЕК. Его следует рассматривать с системных позиций как одно из имманентных свойств объекта, без которого невозможно существование системы, что было особенно подчеркнуто на Международном луговом конгрессе 1991 г. [57]. Человек в связи с этим ставится в необходимую зависимость от успешности функционирования системы. У него формируется ответственность за поддержание пастбищных ландшафтов в оптимальном состоянии. Экологическое ядро системы образуют растительность и выпасаемые животные. Являясь ведущими взаимодействующими элементами со стороны каждой из подсистем, они придают ей экосистемную значимость, что позволяет квалифицировать пастбищный ландшафт как геоэкосистему.

В пастбищном ландшафте, среди формирующих его системных связей следует различать: вещественно-энергетические, информационные, управленческие. К первым относятся все связи природных элементов между собой. Например, растительность – почвы, почвы – природные воды, растительность – климатические условия, а также связи выпасаемого скота с природными элементами и мелиорациями. Между природной и производственной подсистемами необходимыми являются информационные связи, несущие сведения о состоянии угодий, их природной и хозяйственной динамике. Знание последней позволяет выработать наиболее оптимальные режимы эксплуатации. Управленческими связями регулируется выпас, задаются оптимальные пастбищные нагрузки, производятся необходимые мелиорации.

Пастбищный ландшафт связан с внешней средой, как природной, так и социально-экономической, чутко реагирует на климатические региональные и глобальные изменения, выполняет социальный заказ, находится в эксплуатационной сопряженности со смежными и даже удаленными кормовыми угодьями, например, в условиях отгонного животноводства.

Коснувшись в первом приближении состава и структуры системы, рассмотрим особенности ее функционирования как целостного объекта. В данном случае логично обратиться к традициям крестьянского природопользования. Многове-

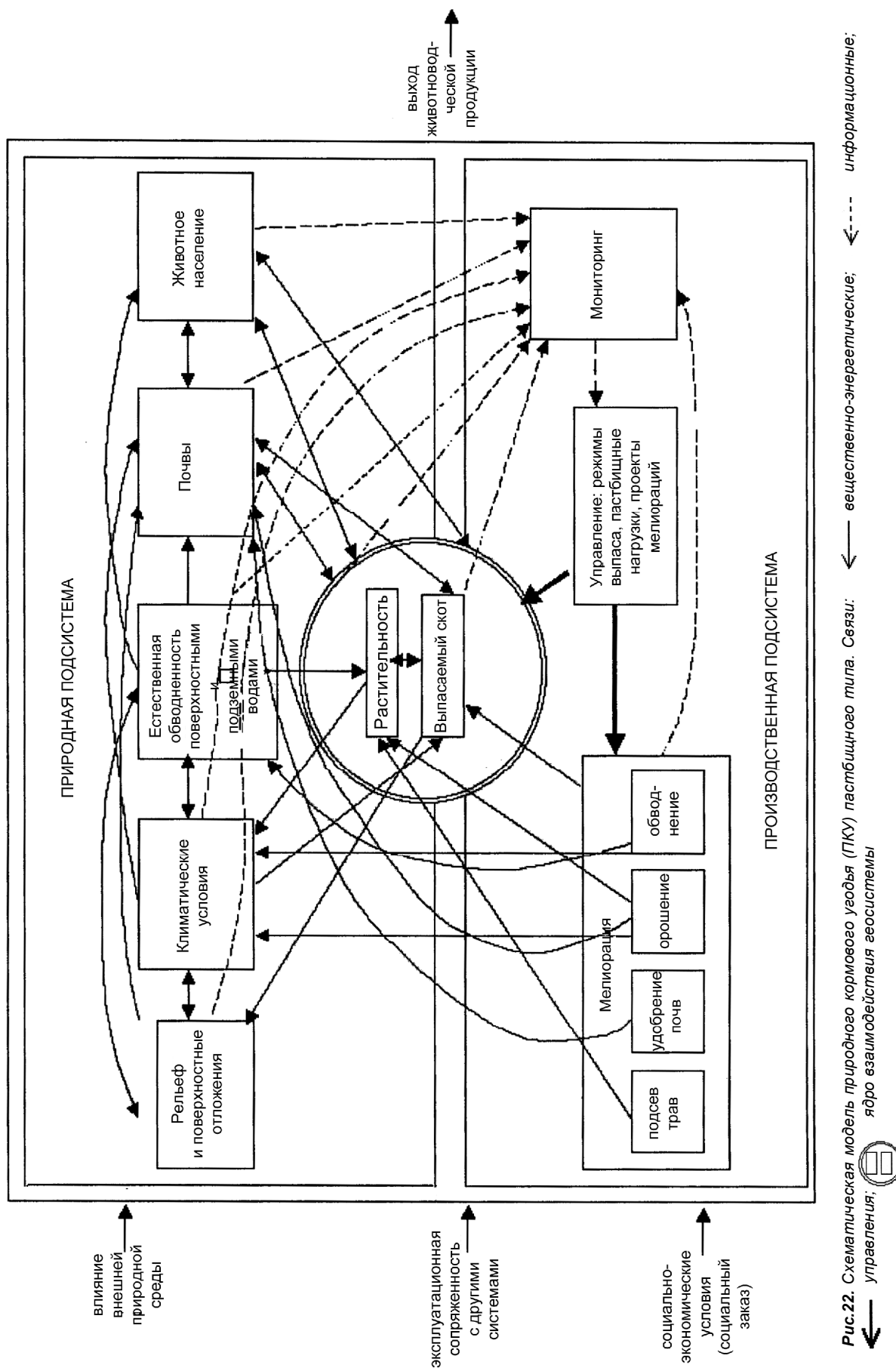


Рис.22. Схематическая модель природного кормового угодья (ПКУ) пастбищного типа. Связи: → управление; ↔ взаимодействие; → связь; → вещественно-энергетические; → информационные; Ядро взаимодействия геосистем

ковой хозяйственный опыт показывает, что характер функционирования данной природно-антропогенной системы состоит в следующих общеизвестных, исторически сформировавшихся ее свойствах, проявляющихся в процессе взаимодействия природной и производственной подсистем: *форме использования, кормовой специфичности, сезонности*. Иными словами, природное кормовое угодье может функционировать как сенокос или пастбище для определенного вида скота в определенные сезоны. Эти свойства не присущи ни хозяйственной, ни природной подсистемам самим по себе. Они отличают систему в целом и проявляются лишь при их взаимодействии, в результате связей элементов природного комплекса и животноводческого хозяйства. Таким образом, каждое из них является следствием природных особенностей системы при условии ее хозяйственного использования; это *свойства целого – эмерджентные свойства*. Попытаемся вскрыть процессы формирования эмерджентных свойств, анализируя функционирование ПКУ.

Форма использования (пастбищная или сенокосная) выявляется прежде всего при определении оптимальности кормовой эксплуатации *растительного покрова*. Практика показала, что высокотравные угодья (луга, луговые степи) особенно ценны как сенокосы. При попытке выпаса на них скота значительная часть высоких трав затаптывается, таким образом, снижается реальная продуктивность угодья. Угодья с мелкотравной растительностью (сухостепенные, полупустынные) лучше подходят для выпаса, так как в связи с особенностями техники сенокосения большая часть массы травостоя (приземные виды) останется нескошенной. Равномерно закустаренные угодья естественно используются для выпаса, таковы крупные массивы кустарниково-типчачково-ковыльных (со *Spiraea hypericifolia*, *Caragana rugosa*) сухостепенных ландшафтов в Казахстане.

При определении формы использования иногда возникает необходимость внесения поправок в связи с *особенностями поведения разводимого скота*. Например, лиственничные парковые леса в горах Алтая лучше всего не использовать в пастбищно-сенокосном хозяйстве, так как оно наносит вред лесному возобновлению. Однако они являются любимыми пастбищами маралов, «разводимых» здесь ради пантов – ценного сырья для фармацевтической промышленности. Поэтому приходится использовать их для выпаса, ограничивая и строго регулируя его по возможности (главным образом путем организации подкормки в ареалах маралов).

Рельеф – важнейший фактор, взаимодействие с которым производственной подсистемы (выпа-

саемого скота или сенокосной техники) в немалой мере определяет форму хозяйственного использования. Сенокосение возможно на равнинных территориях и пологих склонах. Сильно или дробно расчлененные территории непригодны для машинного сенокосения, например, мелкосопочные степные массивы Казахстана, естественные микробугристые луга Волго-Ахтубинской поймы. Ценнейшие же угодья Кавказа – субальпийские луга крутых склонов в районе известного поселка Азау в Кабардино-Балкарии являются овечьими выпасами, а в окрестностях Бакуриани на покатых склонах – угодьями ручного сенокосения, дающими высококачественные, экологически чистые стойловые корма.

Механический состав почв в значительной мере определяет формы использования пастбищ. Например, степные угодья с рыхлопесчаными почвами непригодны для выпаса в связи с опасностью нарушения связности субстрата, что влечет за собой его дефляцию и последующее опустынивание земель. Эти угодья рационально выкашивать во влажные, урожайные для них годы. Выпас же на песчаных пустынных и полупустынных массивах возможен зимой, когда субстрат значительно цементируется при низкой температуре. В качестве примера можно привести зимние пастбища Калмыкии.

Кормовая специфичность (пригодность для того или иного вида скота) определяется возможностью выпаса в различных условиях пастбищной среды, а также ответным влиянием рассматриваемого вида скота на природные свойства угодья.

Зональное, зонально-провинциальное положение угодий, их биоклиматические особенности играют в данном случае первоочередную роль. Так, тундровые угодья – типичные олени пастбища; лесные, лесо-луговые, лесостепенные – пастбища для крупного рогатого скота, лошадей и частично овец; степные – как для крупного, так и для мелкого рогатого скота и лошадей; пустынные – для верблюдов и овец (табл. 24).

Флористический состав растительности в свою очередь определяет кормовую специфичность. Например, степи с доминированием ковылей пригодны для выпаса лошадей (тырсовые из *Stipa capillata*) и крупного рогатого скота (красноковыльные из *S. zaleskii*). Выпас овец здесь хотя и возможен, но последние охотнее поедают низкорослый типчак (*Festuca valesiaca*), развитый обычно под пологом ковылей, которые при этом затаптываются ими. Поэтому продуктивность крупнозлаковых степей при выпасе лошадей и коров относительно выше, чем при выпасе овец. Кроме того, в данном случае играет роль не только охотность поедания, но и высота трав. По этой же причине овцам не выгодно стравливать ценные

Таблица 24

Зонально-географическое распределение выпасаемого скота, преобладающего на пастбищах Восточно-Европейской равнины

Природные зоны (подзоны)	Выпасаемый на пастбищах скот											
	Северные олени	Крупный рогатый скот			Овцы			Козы		Лошади		Верблюды
		молочный	мясо-молочный	мясной	овчинно-шубные	грубошерстные и полугрубошерстные	тонкорунные и полутонкорунные	молочно-мясные	шерстные и пуховые	рабочие	мясо-молочные	
Тундра и лесотундра	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тайга	северная	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	средняя	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-
	южная	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-
Смешанные леса	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Широколиственные леса	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
Лесостепь	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
Степь	типичная	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-
	сухая	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Полупустыня	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+

Разведение скота: + практикуется; - не производится в хозяйственно значимых объемах.

луговые угодья. К тому же, на лугах слишком влажно для овец, они подвержены здесь гельминтозам, что не только вредит здоровью животных, но и снижает цену мясной продукции, делая ее опасной для потребителя.

Биохимия трав имеет в ряде случаев решающее значение при определении кормовой специфичности. Так, полынные и солянковые угодья пустынь и степей с их горькими и солеными травами – отличные пастбища для овец и верблюдов, частично – для лошадей. Для крупного рогатого скота они совершенно непригодны, так как полыни и солянки им не поедаются. Весной, например, на лесо-луговых пастбищах Камчатки чрезвычайно обильны эфемероиды из семейства луковичных, в частности – черемша (*Allium victorialis*), другие травы в это время еще не отрасли. Молоко коров после выпаса на этих весенних угодьях приобретает крайне неприятный вкус и запах чеснока, теряя таким образом товарную ценность. Сметану, сыр, масло из него уже не делают. Само же молоко приходится пить за неимением другого. Здесь следует обратить внимание на то, что информацию о флоре пастбищных ландшафтов можно получить, кроме собственного полевого опыта, из обширнейшей 3-томной монографии «*Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР*», составленной в 50-е годы ведущими геоботаниками-кормовиками страны. При объеме около двух с половиной ты-

сяч страниц в ней представлена информация о 4 730 видах растений. Монография содержит сведения об их географическом распространении, биологических особенностях, поедаемости, питательной ценности. Для любого региона нашей страны здесь можно найти исчерпывающие сведения как о ценных кормовых видах, так и о ядовитых пастбищных и сенокосных растениях [24].

Механический состав почв является важнейшим свойством для определения оптимального характера кормовой специфичности пастбищ. Глинистые и суглинистые почвы не имеют ограничений при ее определении, то есть угодья с такими характеристиками пригодны для выпаса любого вида животных. На степных же пастбищах с супесчаными почвами выпас овец нецелесообразен, так как давление этих животных в связи с их морфологией и характером стадного поведения особенно велико на субстрат. При его легком механическом составе опасность дефляции почв усугубляется. Поэтому выпас овец на супесчаных угодьях следует ограничивать и использовать их только зимой.

Рельеф со своей стороны дифференцирует пастбища по кормовой специфичности. Например, на Алтае горные степные пастбища при крутизне склонов менее 10° в целом благоприятны для выпаса молочного и мясо-молочного крупного рогатого скота. Более крутые склоны подходят для яков, лошадей и крупного рогатого скота мясных пород.

Сезонность использования пастбищ зависит как от влияния *климатических* условий на выпасаемых животных, так и специфики *биологических свойств растительности* в течение года. В лесной и лесостепной зонах пастбища можно использовать, как правило, все теплое время года – весной, летом и осенью, корректируя сроки выпаса необходимым временем для подсыхания почвы после снеготаяния, наступлением комфортной для тех или иных видов животных температуры воздуха. Зимний выпас здесь невозможен из-за большой высоты снежного покрова и сильных холодов.

На горно-лесных пастбищах Алтая зимой выпасают лошадей. Лесной полог, подветренные склоны служат им защитой от ветров, а мощный порой снежный покров не препятствует тебеневке этих крупных животных.

На степных пастбищах возможен весенний, раннелетний и осенний выпас. Большую часть лета эти угодья не рационально использовать, так как в засушливое время года основной компонент их травостоя – дерновинные злаки – пребывает в состоянии анабиоза, степь «выгорает». Возобновление вегетации с наступлением осенних дождей позволяет восстановить выпас. В сухостепной зоне возможен зимний выпас овец и лошадей при периодической малоснежности зим или на участках постоянного сдувания снежного покрова.

Сезонность галофитных поlynных и солянок пастбищ определяется *химическим составом* доминант их растительного покрова, изменяющимся в течение года. Поlynны и солянки понастоящему съедобны только осенью и зимой. В полупустынной и пустынной зонах они являются ценными осенне-зимними нажировочными кормами. Зимний выпас здесь почти всюду возможен, так как снежный покров относительно невысок, а нередко отсутствует вовсе. Таковы, например, знаменитые злаково-поlynные пастбища Черных земель на равнинах Прикаспийской низменности.

Рельеф также вносит коррективы в сезонность использования пастбищ. Так, степные мелкопочные пастбища Казахстана можно частично эксплуатировать зимой при условии их резервирования в теплые сезоны. Это касается в основном наветренных склонов сопок, на которых благодаря сдуванию снега растительный покров оказывается доступным для пасущихся животных. Укрывают скот в стужу на подветренных склонах и в глубоких, защищенных сопками долинах.

Большое значение для определения сезонности пастбищ в засушливых районах имеет их *обводненность*. Угодья с недостаточным количеством естественных водоемов, колодцев, артезианских

скважин могут продуктивнее использоваться в зимнее время. Избыточная же обводненность лугово-болотных угодий (например, осоковых западин в лесостепи Западной Сибири и Северного Казахстана) позволяет выпасать на них скот только после спада воды, осенью или даже в начале зимы, хотя питательность трав к этому времени сильно снижается.

Таким образом, в процессе анализа функционирования пастбищного ландшафта выявлены природные свойства, которые *необходимы и достаточны* для его оценки как природно-производственной системы. Среди них главные: зонально-климатические условия, характер рельефа, состав растительности и особенности почвенного покрова.

Цель функционирования данной природно-производственной системы – *выход животноводческой продукции*. На практике прирост продукции животноводства происходит не только за счет эксплуатации природных угодий, но нередко за счет различных искусственных источников подкормки, в первую очередь полевого кормодобывания. При практически повсеместном сочетании пастбищного и стойлового содержания скота, продуктивность кормовых угодий приходится измерять в промежуточной форме, именуемой *кормовой продукцией*. Она может быть представлена: а) сухой и зеленой поедаемой массой травостоя в центнерах с гектара; б) количеством эквивалентных ей кормовых единиц, одна *кормовая единица* приравнивается по питательности 1 кг среднесухого овса, соответственно – 150 г жира или 1414 ккал; или в) количеством переваримого протеина с гектара, наиболее ценной белковой части корма. Последний показатель является одной из интегральных оценок продуктивности и поэтому наиболее приемлем [45].

III.2.3. Хозяйственная динамика пастбищных ландшафтов

Пастбищный ландшафт – динамическая геосистема. Ему свойственна не только природная динамика (суточная, погодная, сезонная, многолетняя), но и хозяйственная. Хозяйственная динамика – одно из важнейших проявлений функционирования пастбищного ландшафта. Она возникает вследствие взаимодействия его природной и производственной подсистем. Главными процессами изменения свойств пастбищного ландшафта под влиянием пастбищных нагрузок являются: *пастбищная (пасторальная) дигрессия и демутация*.

Термин «*дигрессия*» был введен в научную литературу в начале XX в. классиками отечественной геоботаники – Г. Н. Высоцким [7],

И. К. Пачоским [37], В. Н. Сукачевым [50], – в связи с исследованиями растительности пастбищных регионов России. Официальное научное признание термин обрёл в первом толковом словаре «Геоботаническая терминология» (В. А. Быков, 1967 г.): *дигрессия* (от лат. *digressio* – отклонение) – отклонение от нормы, ухудшение состояния (структуры, состава, производительности) растительного сообщества. Это определение вполне закономерно отнести не только к растительному сообществу, но и к природно-антропогенной системе в целом, пастбищу или сенокосу.

Дигрессия – динамическое явление деструктивного характера. Дигрессию можно представить как *ряд тесно связанных, соподчиненных процессов*, изменяющих элементы системы, их свойства:

- деградация растительности – выпадение ценных кормовых видов из её состава и разрастание непоедаемых, снижение флористического разнообразия и продуктивности;
- нарушение поверхности почв и далее – структуры более глубоких ее горизонтов;
- изменение микрорельефа, развитие биогенных наноформ;
- иссушение приземного слоя воздуха;
- обеднение фаунистического разнообразия;
- упрощение ландшафтно-морфологической структуры.

Дигрессия протекает неоднозначно в различных пастбищных ландшафтах. Она проявляется в виде общей деградации и сокращения разнообразия как природно-антропогенных свойств (кормовой специфичности, сезонности), так и чисто природных (гидротермических особенностей, рельефа, почв, растительности, естественного животного населения, морфологической структуры ландшафта).

Процессу дигрессии противостоит демутация (от лат. *de* – от и *mutatio* – изменение) – изменение системы в направлении ее восстановления. Термин «демутация» введен в научный обиход Г. Н. Высоцким. Демутация является по существу разновидностью вторичной (восстановительной) сукцессии. Обратимый характер хозяйственной динамики отражается в тесной сопряженности дигрессии и демутации ПКУ.

Учет природной и хозяйственной динамики кормовых угодий – обязательное условие рационального управления пастбищными экосистемами. Он необходим для определения оптимальных пастбищных нагрузок, умелого варьирования ими во времени и пространстве, периодического изменения основных природно-производственных свойств пастбищных ландшафтов: кормовой специфичности, сезонности и даже формы исполь-

зования. Все это, по мнению крупнейшего немецкого луговеда Эрнста Клаппа, позволяет не только остановить деструкцию, но нередко добиваться оптимального для потребностей хозяйства флористического состава и изменять в лучшую сторону форму использования угодья [13].

III.3. Выпасаемый на пастбищах скот и способы его содержания

Согласно изложенной выше геоэкологической концепции пастбищного ландшафта, выпасаемый скот является главным компонентом его структуры и главным фактором его функционирования. Учитывая большое биологическое и экологическое разнообразие домашних животных, естественно полагать, что для них пригодны далеко не любые, а строго определенные типы природных кормовых угодий как по их зонально-географической принадлежности, так и по характеру ландшафтов, используемых для выпаса. Каждый вид выпасаемого скота, каждая его порода нуждаются в адекватных их биологической природе кормовых угодьях. Отсюда вывод: одним из главных принципов пастбищного животноводства следует считать принцип природно-хозяйственной адаптивности, принцип оптимального соотношения скота и ландшафтной среды его выпаса.

Среди многих видов выпасаемого на пастбищах скота в современном мире преобладают: крупный рогатый скот, овцы, козы, лошади, верблюды. К этому списку следует добавить частично одомашненного северного оленя.

III.3.1. Крупный рогатый скот

Крупный рогатый скот (Bos taurus) – основа современного животноводства. Его вывели путем одомашнивания тура (первобытного быка) около 8 тыс. лет назад. Мировое поголовье крупного рогатого скота в конце XX в. достигало 1 600 млн. В бывшем Советском Союзе в 80-х годах прошлого века оно составляло 120 млн (7,5% мирового).

Различают молочное, молочно-мясное, мясомолочное и мясное направления скотоводства. Хозяйственная ориентация скотоводства зависит как от природных, так и социально-экономических факторов. Так, луговые пастбища российского Нечерноземья, отличающиеся богатым разнообразием сочных зеленых кормов, используются главным образом для выращивания молочных и молочно-мясных пород скота. А на степных пастбищах южных районов содержат в основном мясной и мясо-молочный скот. В то же время для обеспечения жителей городов и других крупных населенных пунктов свежей молочной продукцией в близлежащих сельских районах создают

ся специализированные молочные и молочно-мясные хозяйства. Наряду с пастбищными кормами в них используют полевые корма, получаемые на пахотных землях в кормовых и зерно-травяных севооборотах.

Для каждого из направлений скотоводства путем селекции веками выводились продуктивные, наилучшим образом приспособленные к местным природным условиям породы крупного рогатого скота. Известными племенными породами молочного и молочно-мясного скота в России являются: черно-пестрая, холмогорская, костромская, ярославская, симментальская и др. Мясной и мясо-молочный скот представлен такими породами, как герефордская, калмыцкая, казахская белоголовая, абердин-ангусская и др.

Средние годовые удои коров племенных молочных и молочно-мясных пород составляют в России 3 500–4 000 кг при жирности молока 3,6–4,0%. В странах Запада, например, Нидерландах и США, надой выше – в среднем 7 000–8 000 кг, а в Юго-Восточной Азии заметно ниже: в Китае – 2 500, в Индии – 900–1 000 кг. Мясная продуктивность самая высокая у мясных пород крупного рогатого скота. Этот скот быстрее откармливается и набирает вес. Его мясо лучше по качеству, чем у молочно-мясного скота. Особенно ценным считается мясо откормленного молодняка. К 1,5–2-летнему возрасту он набирает вес 400–500 кг. Удой коров мясных пород за период лактации* редко превышает 1000 кг.

В России и Западной Европе практикуется пастбищно-стойловое содержание крупного рогатого скота. В теплое время года скот выпасается на естественных и культурных пастбищах. С наступлением холодов его переводят на стойловое содержание с периодическим выгулом на свежем воздухе. Продолжительность пастбищного периода зависит от местных климатических условий и состояния пастбищ. В некоторых странах Западной Европы с мягкими зимами и богатыми естественными и культурными луговыми пастбищами (в Ирландии, Великобритании, Бельгии, Нидерландах, Дании) крупный рогатый скот проводит на пастбищах большую часть года. В средней полосе России пастбищный период длится 150–160 суток в году, в южных районах – до 200–250 суток, иногда и круглый год.

Применяют два основных вида пастбищного содержания крупного рогатого скота: вольную пастьбу и загонный выпас. Загонная система эффективна с точки зрения управления пастбищным хозяйством. Она позволяет строго нормировать

пастбищные нагрузки, использовать научно обоснованные пастбищеобороты. Для загонного выпаса скота пастбища разделяют на участки (загоны), которые либо искусственно огораживают, либо используют естественные рубежи (реки, балки, овраги, лесные массивы и др.). Выпас скота в загонах производится в определенной последовательности. По мере стравливания травостоя в одном загоне скот перегоняют в другой загон. После этого на стравленном загоне для восстановления пастбищной растительности производится подсев ценных в кормовом отношении видов трав, вносятся удобрения, при необходимости применяется искусственное орошение и др. Таким образом загонная система работает в течение всего пастбищеоборота. *Под пастбищеоборотом понимается рациональная система чередования участков выпаса скота, скашивания травостоя, естественной демутации пастбища и ухода за ним. Ротация пастбищеоборота – это его полный многолетний цикл.*

В Центральной России при пастбищном содержании дойных коров стадо обычно насчитывает 100–200 голов. При нагуле молодняка – 150–200 голов. Средние размеры стада взрослого мясного скота в степных районах составляет 150–200 голов, в лесных и лесостепных районах – 100–150 голов. Стадо крупного рогатого скота мясных пород называется гуртом. Пастухи, его выпасающие, именуются гуртоправами.

III.3.2. Мелкий рогатый скот (овцы и козы)

Овцеводство – древнейший вид пастбищного животноводства. *Домашняя овца (Ovis)* выведена от диких горных баранов (муфлонов и архаров) свыше 8 тыс. лет назад. С библейских времен и до наших дней овца остается одним из главных пастбищных домашних животных. Без пастбищ разведение овец невозможно. В современном мире насчитывают более 600 пород овец. В конце XX в. общее поголовье овец составляло 1200 млн; в бывшем СССР в середине 80-х годов – 145 млн (12% мирового). В овцеводческом хозяйстве России различают четыре группы пород овец: тонкорунные, полутонкорунные, полугрубошерстные, грубошерстные. В составе последней группы выделяют породы: овчинно-шубные, мясо-шерстные, мясо-шерстно-молочные и смушковые.

Овцы, как пастбищные животные, теснейшим образом связаны со средой обитания. По этой причине четко прослеживается региональная ландшафтно-географическая дифференциация основных направлений овцеводства. Тонкорунных овец в России разводят главным образом на Север-

* Лактация (от лат. *lacto* – кормление молоком) – образование молока в молочных железах и периодическое выведение его.

ном Кавказе, в Нижнем Поволжье и в южных районах Сибири. Среди тонкорунных пород известны: советский меринос, грозненская, ставропольская, кавказская, сальская, алтайская. Шерсть тонкорунных и полутонкорунных пород овец – лучшее сырье для изготовления тканей, трикотажа, ковров, валяных изделий. Среднегодовой настриг шерсти с тонкорунных овец 5–6 кг, с полутонкорунных – 3–5 кг. На Кавказе помимо тонкорунных овец, значительная доля поголовья мелкого рогатого скота представлена мясо-шерстно-молочными породами. Полугрубошерстные, в меньшей мере мясо-сальные (курдючные) породы типичны для степных и пустынно-степных районов юго-востока европейской части России и южного Приуралья. Овчинно-шубная порода представлена знаменитой романовской овцой. Она была выведена в XVIII в. в Романово-Борисоглебском уезде Ярославской губернии. Порода хорошо приспособлена к суровым климатическим условиям российского Нечерноземья. Легко переносит морозы в неотопливаемых овчарнях. Разводится как в центральных, так и северных, северо-восточных районах европейской части России. Романовские овчины – лучшие в мире, используются для изготовления различных шубных изделий, включая тулупы, полшубки, дубленки и др. Смешанное овцеводство, специализирующееся на разведении овец каракульских пород, сосредоточено в пустынных районах республик Средней Азии и в Южном Казахстане.

Выпасаемое на пастбище стадо овец называется отарой. В отары подбирают животных одной породы, по полу и возрасту. Поголовье в них может колебаться от 200–600 до 1000 и более голов. Наименьшее количество голов в отарах из молодых баранчиков, наибольшее – из валухов и нагульных овец. В степных и пустынно-степных районах формируют крупные отары, в лесных и лесостепных – мелкие. Каждую отару обслуживает бригада чабанов из 3–4 человек. Им помогают собаки-овчарки.

В ряде районов юга европейской части России возможен круглогодичный выпас овец. Для зимнего выпаса благоприятны полупустынные пастбища северо-западного Прикаспия и Восточного Предкавказья с их малоснежными зимами. Они находятся на Черных землях Калмыкии, в Ногайской степи и Терских песках. Выпас по заснеженному пастбищу, когда животные откапывают траву из-под снега копытами передних ног, называется тебеневкой (от тюрк. – тебин – зимнее пастбище под снегом). Во время степных буранов, образования глубокого и уплотненного низовыми метелями снежного покрова, жесткого наста на его поверхности и гололедицы, овцы лишают-

ся этой возможности. Возникает угроза джута, когда от бескормицы животные могут гибнуть сотнями и тысячами. Во избежание подобного стихийного бедствия в районах зимовок скота создаются страховые запасы кормов. Здесь же строят кошары для укрытия овец от непогоды, возле которых устраивают баз для кормления и выгула животных.

В летнее время, когда в пустынной степи воздух прогревается днем до 35–40°C, выпас овец сосредоточен на пастбищах, которые обеспечены водопоями. Отары содержатся на угодьях, удаленных от колодцев или артезианских скважин не более чем на 1,0–1,5 км. Естественно, под воздействием чрезмерных пастбищных нагрузок здесь возникают очаги интенсивного стравливания растительного покрова, а следом и дефляции почв. Нередко в псаммофитной пустынной степи вокруг колодцев образуются котловины выдувания, относительной глубиной до 3–5 м; происходит опустынивание земель. По мере удаления от мест водопоя скота интенсивность опустынивания ослабевает. В каждом из таких очагов от центра к периферии прослеживается серия последовательно сменяющих друг друга стадий пастбищного сбоя. На аэрокосмических снимках ареалы пастбищного опустынивания представляются в виде округлых осветленных пятен, диаметром не более 2–3 км. Иногда ими буквально «усыпана» пустынная степь (рис. 23).

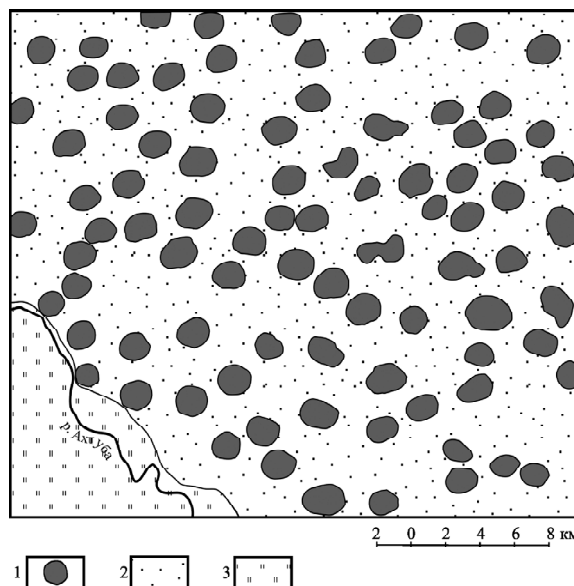


Рис. 23. Пастбищное опустынивание в прикаспийской псаммофитной полупустыне (Астраханская область, левобережье Волго-Ахтубинской долины). 1 – очаги интенсивной деградации и дефляции песков вокруг колодцев и кошар; 2 – полынно-злаковая пустынная степь на древнезолотых песках; 3 – луга Волго-Ахтубинской поймы. Отдешифрировано по космическому снимку (IX, 1980 г.)

Овцы лучше других видов пастбищного скота приспособлены для отгонного животноводства. Отгонной называется такая система пастбищного содержания скота, когда в течение нескольких месяцев в году животных выпасают на одних пастбищах, а затем перегоняют на другие, часто весьма отдаленные. В отгонном животноводстве сопряженно используются пастбища, пригодные для выпаса в различные сезоны года. В Центральной Азии, Южном Казахстане, на Кавказе в зимнее время отары овец содержат на пустынных и пустынно-степных пастбищах подгорных равнин, а летом перегоняют на джайлау – высоко в горы, на субальпийские луга. В переводе с тюркского «джайлау» означает «летнее пастбище».

В Северном Казахстане под летние пастбища с давних времен использовались луговые степи Западно-Сибирской равнины и Кокчетавской возвышенности. Зимние пастбища находились на

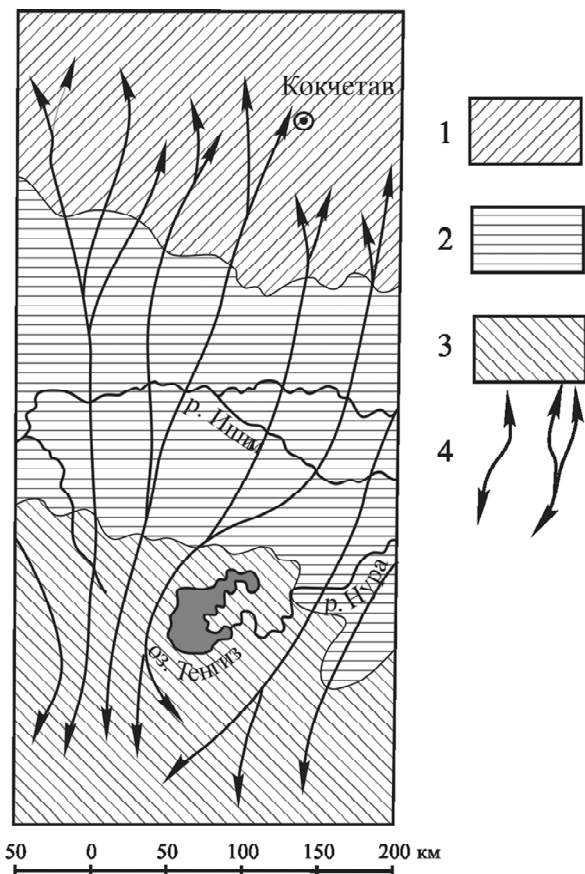


Рис. 24. Система отгонного пастбищного животноводства в Северном и Центральном Казахстане: овцы, лошади, крупный рогатый скот мясных пород (50–60-е годы XX в.). 1 – весенне-летние лугово-степные пастбища Кокчетавской и Ишимской лесостепи; 2 – зона перегона скота по степным равнинам Верхнего Приишымья; 3 – осенне-зимние пастбища: сухостепные и пустынно-степные в Казахском мелкосопочнике, галофитно-пустынные в межсочных долинах и озерных котловинах; 4 – традиционные направления перегона скота

сотни километров южнее – в сухих и пустынных степях Центрального Казахстана и даже пустыне Бетпак-Дала. Эта традиция отгонного животноводства сохранялась веками, вплоть до XX в., несмотря на массовую распашку степных земель (рис. 24).

В отгонной системе животноводства (подобно загонному выпасу) есть возможность организации таких пастбищеоборотов, при которых кормовым угодьям обеспечивается определенный период сукцессионного восстановления. Вместе с тем отгонная форма выпаса скота требует больших трудовых затрат, сопряжена с длительными отлучками чабанов из родного дома и необходимостью месяцами жить и работать в полевых условиях, часто при отсутствии элементарных бытовых удобств.

В советские времена предпринимались неоднократные попытки перевода мелкого рогатого скота на круглогодичное содержание в одном регионе. Как правило, в сухостепных и пустынно-степных краях они приводили к деградации и опустыниванию пастбищ. Примером могут служить пастбища Черных земель, Ногайской степи, Терских песков, подвергшиеся в 60–80-е годы XX века тотальному опустыниванию.

Разведением коз (*Capra hircus*) люди занимаются многие тысячелетия. Уже на заре неолитической революции произошла domestикация диких видов козлов (безоаровых, винторогих). С тех пор козоводство является одним из широко распространенных направлений пастбищного животноводства. Однако по поголовью оно значительно уступает скотоводству и овцеводству.

В конце 80-х годов XX в. общее количество домашних коз в мире составляло 380–390 млн. Примерно половина его приходилась на страны юга Азии (Ближний и Средний Восток, Индию, Китай), около одной трети – на африканский континент. В бывшем Советском Союзе в 1986 г. козье поголовье насчитывало 6,5 млн (1,7% поголовья мира). Более половины его – в Российской Федерации.

В большинстве стран мира коз разводят ради получения молока, шерсти и пуха. В России разводят зааненскую и горьковскую молочные породы коз, шерстную – ангорскую, пуховые – оренбургскую, придонскую, горноалтайскую. Козье молоко является высококачественным, легкопереваримым продуктом, очень полезным для детского и диетического питания. Из козьего молока изготавливают деликатесные сорта сыров и кисломолочные продукты. Из козьего пуха – всемирно известные кашмирские шали и оренбургские пуховые платки.

Большая часть отечественного поголовья коз сосредоточена в степных и пустынно-степных

районах, а также в горах Кавказа и Алтая. Основные корма козы получают на пастбищах. Поэтому преобладает пастбищное содержание животных. При благоприятных климатических условиях коз выпасают круглый год.

Так же как и овец, коз включают в отгонную систему выпаса. Летом их содержат на степных, лугово-степных и луговых предгорных и горных пастбищах. Зимой – на степных равнинных. Сырые, заболоченные пастбища для коз непригодны. В осенне-зимний период, чтобы защитить животных от холодных пронизывающих ветров и низовых метелей, их перегоняют на пастбища в долинах и балках, в густые кустарниковые заросли, к подножьям южных склонов холмов и гор. В крайних случаях, во время зимней непогоды коз укрывают в кошарах. Однако длительное содержание мелкого рогатого скота в помещениях нежелательно. Оно неблагоприятно сказывается на их здоровье и продуктивности. Поэтому поблизости от кошар создаются специальные дворы для выгула животных.

III.3.3. Лошади

Лошадь (Equus caballus) – верный помощник человека – была одомашнена 5–6 тыс. лет тому назад. Ее дикие предки – тарпаны многочисленными табунами когда-то паслись на бескрайних степных просторах Северной Евразии. В южно-русских степях тарпаны встречались до 70-х годов XIX в. Однако вскоре были полностью истреблены человеком.

Многие столетия коневодство оставалось одной из важнейших отраслей животноводства. Было выведено свыше 200 пород лошадей самого разного хозяйственного назначения: упряжных, верховых, вьючных, мясо-молочных и др. В первые десятилетия XX в. мировое поголовье лошадей насчитывало около 120 млн. Однако впоследствии в связи с ростом механизации сельского хозяйства и транспорта резко сократилось. В 80-е годы прошлого века в мире оставалось только 60 млн лошадей. В нашей стране этот процесс проявился особенно ярко. В дореволюционной аграрной России количество лошадей достигало 40 млн (33% мирового поголовья). А в конце 80-х годов XX в. в СССР сократилось до 5,0 млн (8,8% мирового поголовья). Такова цена, уплаченная коневодством за технический прогресс минувшего столетия. В наибольшей мере роль лошадей сократилась в транспорте и сельском хозяйстве. Спортивное и мясо-молочное коневодство пока сохраняют свои позиции.

Для географов представляет интерес ландшафтно-зональная классификация пород лошадей. Районированные, хорошо приспособленные к

местным природным условиям, они образуют следующие группы: северные лесные (вятская, печорская, приобская, якутская), степные (донская, башкирская, казахская, забайкальская), южно-пустынные (ахалтекинская, арабская, берберийская, ширазская), горные (кавказские, киргизская, алтайская, тувинская).

В зависимости от хозяйственной ориентации коневодства применяются две основных системы содержания и выращивания лошадей: конюшенная и табунная. Конюшенная система используется для разведения племенных – рабочих и спортивных лошадей; табунная – для товарных мясо-молочных. Табунное коневодство имеет исключительно пастбищный характер и предназначено главным образом для производства мяса – конины и кумыса.

Молочное коневодство развито во многих странах мира: Аргентине, Франции, Италии, России, Монголии, Казахстане, Австралии и др. В России оно сосредоточено в степных районах Среднего и Нижнего Поволжья, Татарстане, Башкортостане, Бурятии, Тыве, Якутии. Кобылье молоко – ценный пищевой продукт; особенно славен изготавливаемый из него кумыс (*от тюрк. кымыз*). С глубокой древности этот кисломолочный напиток был излюбленным среди кочевых народов. В наше время кумыс – диетический и лечебный продукт. Кумысолечение показано больным туберкулезом.

При организации выпаса лошадей сбивают в табуны. Отдельно мясных и молочных пород. В мясных табунах бывает от 200 до 900 голов, в молочных – от 100 до 400. Табунный выпас на степных пастбищах производится круглый год. При этом потребность животных в пище почти полностью удовлетворяется за счет подножного корма. Однако всегда в хозяйстве необходимо иметь страховые запасы грубых кормов, главным образом сена. Зимой табуны выпасают на заснеженных пастбищах, используя тебеневку. В непогоду лошадей укрывают в затишах: в долинно-балочной сети, под защитой подветренных склонов, в лесных полосах и зарослях тростника, в крайних случаях – на базах под навесами, где животные обеспечиваются страховыми кормами.

III.3.4. Верблюды

Домашние верблюды представлены двумя видами: *одногорбым верблюдом (Camelus dromedarius)* и *двугорбым (C. bactrianus)*. В диком виде сохранился только двугорбый. Он еще водится в пустынях Центральной Азии. Одногорбый верблюд – исключительно пустынное животное. У двугорбого ареал обитания шире: пустыни, полупустыни, сухие степи.

В середине 80-х годов XX в. в мире насчитывалось около 17 млн домашних верблюдов, в том числе в Африке – 12,5 млн, в Азии – 4 млн. В бывшем СССР, главным образом в республиках Средней Азии и Казахстане, в то время было 240 тыс. верблюдов (1,4% мирового поголовья). В современной России осталось лишь несколько тысяч двугорбых верблюдов. Их можно встретить в сухих и пустынных степях Нижнего Поволжья, Калмыкии, Тывы, Забайкалья.

Верблюды – крупные домашние животные. Их масса во взрослом состоянии достигает 700–800 кг. В хозяйстве верблюды используются в качестве мощного и выносливого транспортного средства, для получения молока, мяса и шерсти. Особенно высоко ценятся теплые белье и одеяла из верблюжьей шерсти.

Верблюды круглый год кормятся на естественных пастбищах. Приспособленные к жизни в аридных и семиаридных природных условиях, они не нуждаются в стойловом содержании. Способны поедать пустынные и пустынно-степные галофитные полукустарнички (полыни, солянки), колючие растения. Жировые накопления в горбах служат для верблюдов резервом питательных веществ на случай бескормицы. Длительное время (до 10 суток) верблюды могут обходиться без воды. Не гнушаются пить солоноватую воду. Верблюды – настоящий «корабль пустыни». Без него пустынный ландшафт немислим.

III.3.5. Северные олени

Северный олень (Rangifer tarandus) – стадное животное, обитающее в тундре, лесотундре и тайге. В тундре и лесотундре стада северного оленя численностью 1 500–2 000 голов выпасают кочевым методом. Весной и летом – в открытой тундре, зимой – в лесотундре. В таежной зоне олени стада меньше – 600–1 200 голов. И зимой, и летом они содержатся в лесу. Северные олени легко передвигаются по глубокому снегу, топким болотам, без труда добывают корм из-под снега. Питаются лишайниками (ягелем), ветками и листьями деревьев и кустарников, ягодами и грибами.

Северный олень – основное транспортное животное на Крайнем Севере. Мясо северного оленя – важная часть пищевого рациона народов Севера. Из шкур оленя вырабатывают замшу, хром и другие сорта кожи, шьют теплую одежду. Из шкурок молодняка выделывают легкие меха (пыжик). Переносная жилище кочующих оленеводов – чум – покрывается оленьими шкурами.

В 1985 г. в бывшем Советском Союзе насчитывалось 2 230 тыс. домашних северных оленей. Достоверных сведений о современном поголо-

вье нет. Надо полагать, оно существенно сократилось вместе с общим упадком российского животноводства в последние 15–20 лет.

Зонально-географическое распределение видов и пород скота, выпасаемых на пастбищах Восточно-Европейской равнины, представлено в табл. 24. В ней отражена зависимость основных направлений пастбищного животноводства от природных, главным образом зональных и подзональных биоклиматических условий. Подтверждается принцип природно-хозяйственной адаптивности животноводства, апробированный вековой практикой сельского хозяйства.

III.4. Классификация природных кормовых угодий (ПКУ)

Классификация – одна из важнейших теоретических основ изучения и упорядочивания множества изучаемых объектов, обладающих некоторой мерой структурного, генетического, функционального сходства-различия. Решение *проблемы классификации ПКУ* определяется изложенной выше геоэкологической концепцией пастбищного ландшафта.

В середине XX в. в связи со становлением этой концепции шла оживленная дискуссия на тему: какой быть классификации природных кормовых угодий, природной или производственной, комплексной, фитоценотической или топологической. Она длилась в течение нескольких десятилетий [28, 43, 46, 52, 53]. Принятие системной концепции помогает логично и однозначно ответить на этот вопрос: классификация объекта, существенные – *эмерджентные* признаки которого являются природно-производственными, должна быть *природно-производственной* [21].

III.4.1. Тип ПКУ как объект классификации

Природные кормовые угодья (ПКУ) представлены множеством конкретных индивидуальных массивов, с их специфическими свойствами и особым, только им присущим географическим положением. Поэтому, приступая к их исследованиям, нельзя миновать процедуры типизации, типологии ПКУ. Типология – исходный этап, «нулевой цикл» – фундамент последующего классификационного построения. Общий *принцип* любой типизации (типологии) – *отнесение к одному типу индивидуумов*, которые сходны по существенным признакам.

Анализ природно-производственных взаимосвязей ПКУ (см. рис. 22), а также учет многовекового опыта крестьянского хозяйства, позволили выявить эмерджентные свойства пастбищных ландшафтов. К ним следует относить: *форму ис-*

пользования, именуемую в крестьянском хозяйстве издревле пастбищем или сенокосом, *кормовую специфичность* (пригодность для того или иного вида скота) и *сезонность* (оптимальное время использования). Но этого для определения типа недостаточно. Необходим *учет природного потенциала* данной природно-хозяйственной геосистемы. Природный потенциал отражает *инвариантные признаки геосистемы* – её биоклиматические особенности, растительность, рельеф, почвы.

Таким образом, к одному типу следует относить только те угодья, сходные по природно-производственным свойствам (*форма использования, кормовая специфичность, сезонность*), которые расположены в одной *природной зоне (высотном поясе)*, приурочены к *сходным формам и типам рельефа*, характеризуются *группой близких ассоциаций растительного покрова на почвах одного типа (подтипа)* и, что особенно важно, *одинакового механического состава*. Иными словами, к одному типу следует относить угодья с одинаковыми эмерджентными свойствами и одинаковым набором существенных, неизменных при динамических изменениях свойств природной подсистемы (инвариантом).

Таким образом, как диктует научный и хозяйственный опыт, при определении типа природно-производственного объекта необходим учет не только свойств системы как целостного объекта, – актуальных свойств, формируемых непосредственно в процессе природопользования, функционирования, взаимосвязей. Основой природно-антропогенной системы, её базисом являются свойства, присущие природной подсистеме изначально, независимо от использования, потенциальные свойства, *природно-ресурсный потенциал*, отражаемый в её инварианте. Только знание этих свойств позволяет выявить природно-производственные, интегральные свойства системы.

Кроме того, к одному типу в связи с принципами типологии земель Л. Г. Раменского [41, 43] и теорией инварианта ландшафта В. Б. Сочавы [49] следует относить все его динамические модификации. Наиболее важен учет хозяйственных модификаций, стадий дигрессии и демутации.

III.4.2. Иерархия классификационных таксонов и основания их выделения

Обязательным этапом классификации является разработка иерархии типологических таксонов в соответствии со значимостью, весом природно-производственных признаков ПКУ. Уже в определении типа ПКУ, предложенном выше, его признаки перечисляются в иерархической последовательности – от общих, наиболее значимых, объемлющих, ко все более подчиненным.

В соответствии с правилами формальной логики выделение каждой единицы классификационного таксона должно производиться лишь на основе *одного ведущего диагностического признака* (свойства) классифицируемого объекта (принцип единства основания деления понятий). Диагностическим признаком высшей классификационной единицы ПКУ является *форма использования*. Она делит все множество угодий на два *отдела* – пастбища и сенокосы (табл. 25). Дифференциацию массива пастбищных угодий (*отдела*) следует осуществлять в связи со вторым по значимости эмерджентным признаком данной системы – *кормовой специфичностью*, разделяя их множество на некоторое число *порядков* по пригодности для выпаса тех или иных видов животных. Далее в соответствии с иерархией признаков производится разделение каждого выявленного *порядка* пастбищ определенной кормовой специфичности на *разряды* по оптимальной *сезонности* использования.

Выявление последующих таксонов, как показано в табл. 25, связано с *соподчинением природных признаков* кормовых угодий: зонально-биоклиматических условий, особенностей рельефа, почв и растительности, каждый из которых определенным образом дифференцирует выпас. В состав низшей единицы классификации, диагностируемой по растительному покрову, традиционно называемой типом природного кормового угодья, включается все разнообразие его хозяйственных модификаций, стадий дигрессионной и демутационной динамики. Это придает классификации ПКУ *структурно-динамический характер*.

Зная принадлежность наблюдаемого при полевых исследованиях угодья к инварианту того или иного типа, можно соответствующим образом *прогнозировать* его улучшение, мелиорацию, продолжительность отдыха (консервации); в связи с динамическим состоянием, степенью нарушенности – изменять нагрузку, варьировать пространственно-временную структуру пастбищесенокосного использования каждого типа с целью сохранения возможности его *демутации*.

На всех ступенях классификации принимается во внимание оптимальный характер взаимосвязей природных и производственных элементов геосистемы. Оптимальность функционирования – обязательный принцип, императив, задаваемый еще на этапе формирования концепции объекта.

Итак, *классификация* – система соподчиненных таксонов, построенная в соответствии с иерархичностью свойств классифицируемого объекта. В основу высших таксонов классификации положены интегральные, природно-производственные признаки. Природные же признаки диагностируют низшие, подчиненные таксо-

Таблица 25

Классификация пастбищных ландшафтов

Классификационные таксоны	Диагностические признаки	Примеры		
		Южное Нечерноземье	Тургайская полупустыня (Казахстан)	Горный Алтай
Отдел	Форма использования	Пастбища		
Порядок	Кормовая специфичность	для крупного рогатого молочного и молочно-мясного скота, овец романовской породы	для овец грубошерстных и мясошерстных пород, лошадей, верблюдов	для крупного рогатого мясомолочного скота, лошадей, маралов
Разряд	Сезонность использования	поздневесенние, летние, раннеосенние	осенне-зимне-весенние	зимне-летние
Класс	Зонально-биоклиматические условия	лесо-луговые на дерново-подзолистых почвах (в зоне смешанных лесов)	пустынно-степные на светло-каштановых почвах	лугово-лесные на горно-лесных черноземовидных почвах
Род	Макрорельеф	равнинные	равнинные	среднегорные
Подрод	Морфология мезорельефа	пологохолмистые водораздельные (суходольные)	пологоволнистые водораздельные	выровненные слаборасчлененные
Группа	Механический состав почв	средне- и тяжелосуглинистые	супесчаные и легкосуглинистые	щебенчато-суглинистые
Тип	Состав растительности	разнотравно-бобово-злаковые	полынно-типчакотырсиковые	лиственничные парковые разнотравно-злаковые
Хозяйственные модификации	Дигрессионные сообщества растительного покрова	плохо поедаемые и непоедаемые: а) злаково-разнотравные (василек луговой, манжетка, тысячелистник, душистый колосок); б) разнотравные сорно-пастбищные (гречишка, кульбаба осенняя, одуванчик, репешок)	а) полынные; б) эбелеково-полынные; в) эбелековые	ирисово-осоковые

номические единицы классификации. Низшей ступени классификации, диагностируемой особенностями растительного покрова, соответствует тип ПКУ, представляющий фундамент классификации. *Все признаки*, положенные в основу тех или иных таксонов, *интегрируются* в типе, что согласуется с приведенным выше его определением.

В соответствии с природно-производственным характером ПКУ, их классификации можно придать форму *таблицы-матрицы* [15, 16]. По столбцам можно расположить интегральные природно-производственные свойства, по строкам – природные, отражающие природный потенциал данного типа ПКУ. Форма таблицы-матрицы особенно удобна при картографировании, так как придает легенде-классификации необходимую компактность (табл. 26).

III.5. Картографирование ПКУ

Упорядочение и хозяйственная инвентаризация пастбищных ландшафтов завершаются их картографированием. Необходимость создания картографических моделей с целью изучения и регламентированного использования пастбищных ландшафтов не вызывает сомнений. Системные свойства ПКУ, их природно-производственная структура, функционирование, динамичность должны быть отражены и в его картографической модели. Однако в сравнении с рассмотренными теоретическими проблемами, которые решаются типологией и классификацией, картографирование особенно ярко высвечивает прикладную направленность учения о пастбищных ландшафтах. Без карты ПКУ практически невозможно определение природно-кормового потенциала региона.

Таблица 26

Фрагмент легенды-классификации к карте природных кормовых угодий Северного Казахстана

Природные кормовые угодья				Пастбища для					Сенокосы		
				всех видов скота		мелкого рогатого скота, лошадей и верблюдов					
				В-Л-О***	В-рл-О	О-З-В	З	О-З			
Степные	Равнинные	Пологоволнистые	Суглинистые и глинистые	Разнотравно-красноковыльные в комплексе с грудницево-типчачковыми, полынно-типчачковыми на черноземах южных и солонцах (4–7)*	**						
		Сухостепные	Пологовалистые	Суглинистые	Типчачково-ковыльные, типчачково-овсецово-тырсовые на темно-каштановых почвах (3–6)		15				
Соленосноглинистые	Типчачково-ковыльные в комплексе с типчачково-полынными, полынными на темно-каштановых почвах и солонцах (5–7)					16					
Грядововолнистые	Песчаные		Песчаноразнотравно-песчачковоковыльные на дерново-степных почвах (5–8)							32	
Полупустынные	Равнинные	Пологовалистые	Соленосноглинистые	Полынно-типчачковые и полынно-ковыльные в комплексе с полынными, кокпеково-чернополынными, биюргуновыми на светло-каштановых почвах и солонцах (3–8)			21				
		Мелкосопочные	Каменистощебенчатые	Кустарниковые ковыльно-полынно-типчачковые на светло-каштановых малоразвитых почвах (3–5)			23				
		Бугристогорядовые		Полынно-тырсово-эркековые на дерново-степных малоразвитых почвах (5–9)							33
Северопустынные		Бугристые	Песчаные	Песчаноразнотравно-эркеково-полынные на закрепленных песках (1–3)				28			
Солонцово-солончачковые	Интразональные в степной и полупустынной зонах	Плоские, долинно-террасовые и озернокотловинные	Соленосноглинистые	Кокпеково-чернополынные, биюргуновые на солонцах и солончаках (2–5)					30		
Луговые		Плоские, мелкогрядовые пойменные и лиманные	Песчаноглинистые	Пырейные, костровые, вейниковые с участием селитрянополынных и однолетне-солянковых на аллювиальных луговых солонцеватых и солончачковых почвах и луговых солонцах (12–30)						35	

* В скобках указана валовая урожайность травостоя в сухой массе, ц/га.

** Номера карты природных кормовых угодий [15].

*** Пастбища: з – зимние, в – весенние, рл – раннелетние, л – летние, о – осенние.

III.5.1. К истории картографирования

Стимул картографированию природных кормовых угодий был дан *социальным заказом*. Сельскому хозяйству нашей обширной страны в 30–50-е годы была необходима *инвентаризация*, учет кормовых угодий. В связи с этим картографированию была предназначена сугубо прагматическая роль. Чтобы *планировать поголовье*, знать *запасы кормов*, необходимо было наряду с описательными материалами иметь *карты пастбищных регионов*. Решение этих проблем было поручено Всесоюзному институту кормов, где оно осуществлялось под руководством крупнейшего геоботаника и географа-ландшафтоведа Л. Г. Раменского. В процессе выполнения этих хозяйственных задач разрабатывались и теоретические вопросы. Они были решены на высоком уровне, в соответствии с методологическими возможностями середины XX в. [43]. По выражению самого Л. Г. Раменского, многие идеи, начиная, прежде всего, с комплексного характера объекта исследования (а это была прогрессивная методологическая новация того времени) и всех последующих связанных с ним процедур, оставались практически лишь на декларативном уровне. Карты, составлявшиеся в сельскохозяйственных управлениях, имеющих специальные службы, укомплектованные специалистами геоботанического профиля, были главным образом прикладными геоботаническими. Акцент ставился на исследование растительного покрова. Угодья рассматривались большей частью как фитоценозы. Фитоценотические легенды-классификации сопровождалась лишь отдельными хозяйственными характеристиками, как правило, урожайностью и реже сезонностью. Деление кормовых площадей на пастбища и сенокосы, т. е. по форме использования и кормовой специфичности, обычно не встречается на картах середины XX в. Однако по мере все большего внедрения комплексного подхода карты кормовых угодий обогащались важнейшими природными характеристиками. Чаще всего это были характеристики субстрата: пастбища дифференцировались на глинистые, песчаные, каменистые.

В настоящее время карты природных кормовых угодий как сложнейшего системного объекта казалось бы следует составлять с использованием геоинформационных технологий. Однако фактически электронные карты являются геоботаническими, при этом они сопровождаются термином «типологические»; прочие, помимо растительности, особенности наносятся на другие самостоятельные листы. При этом процесс обследования кормовых угодий называется геоботаническим [25]. В таком случае, если в середине

XX в. декларировался комплексный подход, то в наше время точно так же системный подход становится не более, чем «декларацией о намерениях». Можно считать, как это ни покажется парадоксальным, что кризис системного подхода, о котором много говорится в последние годы, начался с первых же попыток внедрения системной парадигмы. Это непосредственно касается изучения, картографирования и использования природных кормовых угодий. Кризис, по нашему мнению, связан в первую очередь с тем, что, объявив себя приверженцами системной парадигмы, авторы не пытаются, проанализировав всеобщие взаимосвязи, формирующие процесс функционирования геосистемы, переходить к выявлению эмерджентных свойств объекта. Они изучают, как и прежде, особенности отдельных элементов. Объект при этом остается лишь суммой элементов, а его целостность, эта «изюминка» системного подхода, так и остается не выявленной, поэтому изучение пастбищных ландшафтов остается на позициях прежней механистической парадигмы, следуя принципам редукционизма, в лучшем случае – его комплексного варианта.

Ситуация, в которой оказался системный подход, и ее причины примерно те же, что и при внедрении в науку комплексного подхода, выразившегося лишь в декларировании, по мнению Л. Г. Раменского, – неадекватная методологическая и профессиональная подготовка специалистов. Как следует из выявленных выше проблем пастбищных ландшафтов, специалист-кормовик должен прежде всего быть профессионалом в области природно-антропогенного ландшафтоведения и изучать свой объект как систему, а не только как ареал [53], то есть владеть необходимыми знаниями системного анализа. Кроме того, специализирующемуся в сфере пастбищного природопользования следует усвоить определенный объем знаний из смежных дисциплин – особенно геоботаники, почвоведения, сельского хозяйства, так как объект исследования вполне *междисциплинарный*.

III.5.2. Легенда-классификация карты природных кормовых угодий

Современная карта естественных кормовых угодий может быть квалифицирована как природно-производственная в связи с природно-производственным характером картографируемого объекта. Важнейшая цель картографирования – формирование информации для определения природно-кормового потенциала изучаемого района, как *качественных*, так и *количественных его особенностей*. Качественные особенности сосре-

доточены в *легенде*, которую можно рассматривать как региональный фрагмент классификации. Показанные на карте типы или другие таксоны ПКУ в соответствии с масштабом картографирования охарактеризованы в *легенде-классификации*, отражающей существенные свойства объекта как природно-производственные, так и природные (рис. 25).

Карты, как они, например, выполнены в атласах Северного Казахстана [15] и Алтайского края [16], могут сопровождаться кроме обычной подробной текстовой легенды еще и более краткой компактной легендой-таблицей на листе самой карты. Это упомянутые выше таблицы-матрицы, в которых по столбцам читаются природно-производственные характеристики, по строкам – природные. На их пересечении, в ячейке ставится индекс, наносимый на соответствующий контур карты (см. табл. 26).

Динамика угодий отражается на карте через легенду-классификацию, в которой тип характеризуется как коренной, так и реально имеющими место дигрессионными стадиями хозяйственно-го развития. При наличии площадей сбоев, отра-

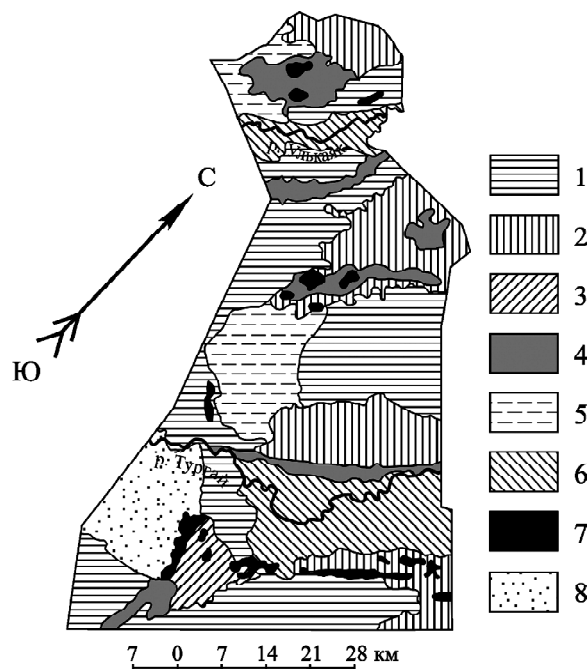


Рис.25. Карта природных кормовых угодий животноводческого хозяйства в Тургайской полупустыне (Казахстан), 1–8 – см. в таблице ниже

№ п/п	Пастбища				Продуктивность, ц/га сухой массы	
1	Полупустынные на светло-каштановых почвах	Равнинные	пологоволнистые	легкоуглинистые и супесчаные	Для овец, лошадей, верблюдов (возможен весенне-осенний выпас крупного рогатого скота) Весеннее-осенне-зимние Полынно-тырсиковые (<i>Stipa sareptana</i> , <i>Artemisia lercheana</i>)	2,5–5,6
2					Типчаково-полынно-тырсовые (<i>Stipa capillata</i> , <i>Artemisia lercheana</i> , <i>Festuca valesiaca</i>) в комплексе с галофитными прутьяково-полынными сообществами (<i>Artemisia pauciflora</i> , <i>Kochia prostrata</i> , <i>Atriplex cana</i> , <i>Anabasis salsa</i>)	1,8–4,8
3			бугристо-грядовые	песчаные	Зимние Эркеково-полынные (<i>Artemisia arenaria</i> , <i>A. marschalliana</i> , <i>Agropyron fragile</i> , <i>Euphorbia seguieriana</i>) с джугзуном (<i>Calligonum aphyllum</i>), терескеном (<i>Ceratoides papposa</i>)	1,0–3,0
4			плоские надпойменные террасы	суглинистые	Осенне-зимние Камфоросмово-чернополынно-кокпековые (<i>Atriplex cana</i> , <i>Artemisia pauciflora</i> , <i>Camphorosma monspeliaca</i>)	0,7–2,0
Сенокосы						
5	Полупустынные на светло-каштановых почвах	Равнинные	пологоволнистые	песчаные	Полынно-песчаноразнотравно-злаковые (<i>Stipa pennata</i> , <i>Festuca beckeri</i> , <i>Koeleria glauca</i> , <i>Euphorbia seguieriana</i> , <i>Artemisia marschalliana</i>)	3,0–5,4
6	Луговые	Равнинные	пойменные	суглинистые	Разнотравно-злаковые (<i>Elytrigia repens</i> , <i>Bromopsis inermis</i> , <i>Puccinellia distans</i> , <i>Limonium gmelinii</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>) с участием полынных (<i>Artemisia schrenkiana</i> , <i>A. nitrosa</i>) галофитных сообществ на солонцах, в сочетании с зарослями тростника (<i>Phragmites australis</i>), камыша (<i>Scirpus lacustris</i>)	6,0–18,0
7					Солончаки соровые	
8					Барханно-бугристые развеваемые пески	

жаемых в избранном масштабе, их следует показывать контурами, окрашенными оттенками цвета, выбранного для коренного типа, или специальной штриховкой по основному цвету типа [8, 16, 38].

III.5.3. Способы картографического изображения

Красочная гамма карты логически разрабатывается в соответствии с легендой-классификацией. Подбор цветов качественного фона как основного условного знака должен отражать существенные свойства системы как целостного образования, т. е. природно-производственные, а не только природные. Читая карту, пользователь вправе видеть в первую очередь не распределение растительности, почв или особенностей рельефа территории, а во-первых – *кормовые площади* – пастбищные и сенокосные земли, которые следует резко разграничить в цвете. Они должны выявляться визуально при чтении карты. Во-вторых, на данной специализированной карте должны без затруднений читаться *массивы, не подлежащие кормовому использованию*. Таковы пахотные, лесные, заповедные – не кормовые земли. Они окрашиваются в нейтральные цвета. Та или иная гамма применяется преимущественно в связи с формой использования. Дифференцированный показ кормовой специфичности соответствует выбору контрастных цветов. Таким способом выполняется требование *читаемости*, соответствие названия карты способам изображения.

Широко используется система специфических *дополнительных обозначений и штриховок* для показа свойств, не отражаемых в избранном масштабе на карте. Штриховки можно наносить на основной цветовой фон в случае показа динамического состояния или возможности ограниченного, лишь частичного использования [16].

Выделенные на карте таксоны обязательно характеризуются в легенде *продуктивностью* в ц/га сухой и зеленой фитомассы или количеством кормовых единиц с гектара. Кроме этого весьма важного количественного показателя, карта полезна прежде всего как источник *количественной информации* о площадях выделенных на ней таксонов ПКУ. Например, о сенокосных и пастбищных площадях в целом, пастбищ для того или иного вида выпасаемого скота. Площади пастбищ, если необходимо, можно дифференцировать по сезонам. Выявленные типы можно группировать по природным особенностям: например, площади устойчивых к выпасу угодий – глинистых и суглинистых, наименее устойчивых – супесчаных, песчаных, суглинистых карбонатных и т. п.

Количественная информация, отраженная на картах, необходима как в целом для дальнейших

теоретических исследований в связи с природно-кормовым потенциалом, его объемом и пространственно-временной структурой, так и для различных целей в хозяйстве. Конечно, эти исследования чрезвычайно важны для практики. Хотя все практические разработки, как правило, оказываются необходимыми и для решения сугубо теоретических проблем. Для выполнения тех и других задач карта обрабатывается с применением компьютерных технологий, прежде всего с целью определения площадей.

III.5.4. Методы картографирования

Методы картографирования природных кормовых угодий во многом определяются масштабом создаваемых карт. Крупно- и среднемасштабные карты, как правило, составляются по материалам полевых исследований. Главная работа в поле, на наш взгляд, должна выполняться ландшафтоведом-экологом с геоботаническим уклоном. Параллельно необходимо использовать фондовые материалы, характеризующие землепользование и состояние угодий сельскохозяйственных предприятий. Мелкомасштабные карты природных кормовых угодий составляют и без выезда в поле, хотя всегда желательно знакомство с объектами картографирования путем маршрутных и ключевых наблюдений.

Карта может составляться на основе природных карт с привлечением разнообразных материалов из сельскохозяйственных фондов. В период создания региональных научно-справочных атласов силами экспедиций географического факультета МГУ средне- и мелкомасштабные карты природных кормовых угодий [15–17, 22] составлялись в комплексных полевых отрядах, состоящих из специалистов разных дисциплин: ландшафтоведа, почвоведа, геоботаника, геоморфолога. При этом исходной основой становилась предварительно составляемая этим коллективом ландшафтная карта, которая затем интерпретировалась с кормовой точки зрения [17].

Начиная с середины XX в. большую роль в процессе картографирования кормовых угодий стали играть дистанционные модели земной поверхности – аэро- и космические снимки. Они позволили облегчить труд создателей карт, сделать более объективной ее контурную сеть и особенно способствовали отражению динамики кормовых ресурсов в связи с периодической повторностью съемок из космоса [6, 23, 33].

III.6. Пастбищные ландшафты России и Казахстана

Россия и Казахстан располагают значительным фондом природных кормовых угодий. В него входят весьма разнообразные пастбищные ландшаф-

ты: от тундровых на Крайнем Севере до пустынно-степных и пустынных – на юге. Их природно-производственная характеристика может быть полезной для понимания структуры и динамики пастбищных угодий, по-разному функционирующих в типичных для Северной Евразии животноводческих регионах. По данным на 1 января 2005 г. [9], природные кормовые угодья (исключая тундровые и лесотундровые олени пастбища) занимают в России 92 млн га, что составляет 5,38% общей площади страны. В Казахстане на них приходится почти 54% территории республики суммарной площадью 142 млн га. Напомним, что в СССР пастбищные и сенокосные угодья (без оленьих пастбищ) занимали в 80-е годы XX в. 375 млн га, что составляло 16,7% площади страны.

III.6.1. Тундровые и лесотундровые пастбищные ландшафты

Олени пастбища преобладают в пастбищном фонде планеты. Особенность их связана прежде всего с тем, что олени не являются вполне прирученными животными. Кроме того, на пастбищах пасутся многотысячные стада не прирученных оленей. В России пастбища Крайнего Севера занимают в целом около 500 млн га, из них учтенных в земельном фонде – 334,7 млн га, прочие – резервные [2, 9].

Планомерное изучение оленьих пастбищ началось в 20–30-е годы XX в. В работах приняли участие такие выдающиеся геоботаники, как В. В. Говорухин, Б. Н. Городков, В. Б. Сочава и др. Их исследования в период инвентаризации кормовых угодий внесли неоценимый вклад в изучение Субарктики. В трудах этих ученых наряду с детальной характеристикой растительности успешно решались вопросы, касающиеся емкости пастбищ. Эта острейшая проблема возникла в связи с чрезвычайно слабой способностью к отращиванию лишайников в суровых условиях тундры. Одновременно ставился вопрос об организации выпаса по участкам в системе пастбищеоборота, что было обусловлено различной сезонностью пастбищ [2, 47, 48].

Наиболее ценные зимние олени пастбища – лишайниковые тундры, ягельники. Их урожай измеряется 0,5–2,0 ц/га поедаемой сухой массы. Одни из основных и распространенных кормовых видов тундры – листоватый лишайник (*Cetraria islandica*), или цетрария исландская, «исландский мох», и цетрария снежная (*C. nivalis*). Самый крупный ягель – кустистый лишайник «олений мох» (*Cladonia rangiferina*) – достигает в среднем 20 см высоты. Если принцип использования злаковых луговых травостоев в лесной зоне – «брать половину и оставлять половину»,

то в лишайниковых тундрах можно брать не более десятой части объема их биомассы, чтобы не нарушить процесс восстановления.

Смена в процессе дигрессии ценных лишайниковых покровов моховыми, злаково-осоковыми, кустарничково-осоковыми снижает их продуктивность, так как развивающиеся вместо лишайников виды значительно ниже по кормовым качествам. Кроме неустойчивости растительности, тундровым оленьим пастбищам присуща неустойчивость мерзлотного субстрата, развитие термокарстовых процессов. Переувлажнение поверхности пастбищ летом при сильном вытаптывании стимулирует вышеуказанные смены растительности. Поэтому особое внимание исследователи оленьих пастбищ уделяли вопросам регуляции выпаса: строгой сезонности использования, определению емкости и соответствующим ей нагрузкам.

Летние олени пастбища превосходят по площади зимние. Их емкость в 2–3 раза выше. Корма на летних тундровых пастбищах представлены различными кустарниками и кустарничками: видами ив (*Salix polaris*, *S. arbuscula*, *S. herbacea* и др.), березками (*Betula nana*, *B. exilis*), ольхой (*Alnus fruticosa*). Травы под их пологом нередко хорошего кормового достоинства, среди них бобовые – астрагалы (*Astragalus lapponicus*, *A. umbellatus*), копеечники (*Hedysarum alpinum*, *H. obscurum*). Достаточно распространены менее ценные в кормовом отношении мытники (*Pedicularis lapponicus*, *P. amoena*, *P. verticillata*). В условиях чрезмерных нагрузок, при усиленном выпасе угнетаются и выпадают, как обычно, виды высокого кормового достоинства. Им на смену приходят такие малоценные в этом отношении злаки, как арктагrostис (*Arctagrostis latifolia*), щучка извилистая (*Deschampsia flexuosa*), осоки (*Carex capitata*, *C. setina*, *C. tripartita*), пушицы (*Eriophorum polystachyon*, *E. vaginatum*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata*) и др.

Организация пастбищеоборота в тундре требует большого объема знаний – традиционных, которыми обладают местные потомственные пастухи-оленоводы, и новых научных, которые несут ученые-исследователи. Многие из ученых являются выходцами из местного населения, получившими образование в университетах, сельскохозяйственных академиях.

Служба пастбищ в России практически начала работать в регионах Крайнего Севера в 30-е годы XX в. Решением её задач занимался Научно-исследовательский институт оленеводства, преобразованный впоследствии в Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера. Одной из проблем организа-

ции пастбищного оленеводства является трудность учета нагрузок сравнительно большого поголовья неодомашенных оленей. Не учитывать, тем паче, изводить этих естественных хозяев Заполярья, о чем нередко пишется в специальной литературе, невозможно в наше время все возрастающих угроз экологического кризиса и необходимости решения острых проблем охраны природы [2].

III.6.2. Луговые пастбища российского Нечерноземья

На равнинах Центральной России, в подзоне южной тайги и зоне смешанных лесов пастбищные и сенокосные луговые угодья, как правило, занимают в настоящее время не более 20% общей площади региона. Так, на Смоленско-Московской возвышенности в Волоколамском и Можайском районах Московской области на них приходится 13–14% площади земельного фонда; в Орехово-Зуевском районе, расположенном большей частью в Мещере, – 16%; в Серебряно-Прудском районе на Заокской возвышенной равнине – 15% (см. табл. 2).

Все луга Нечерноземья являются производными, возникшими на месте лесов, интенсивно используемых под выпас. Выпас препятствует росту и возобновлению древесных растений, приводя сначала к постепенному снижению полноты древостоев, формированию парковых лесов, к замене лесных трав и кустарничков луговыми травами. Происходит, по терминологии известного луговеда Т. А. Работнова, пратификация (олугование) лесов [39]. Парковые лесные пастбища средней полосы России характеризуются березовыми древостоями. Усиление пастбищного пресса приводит к уничтожению древесного возобновления и полной замене лесных биогеоценозов на травянистые луговые. Значительная часть лугов российского Нечерноземья образовалась вследствие естественного залужения выведенных из пахотного фонда угодий.

По положению в рельефе и типам увлажнения (атмосферного, натечного, грунтового, пойменного) луга принято разделять на две группы: луга материковые и луга пойменные. Луга материковые, в свою очередь, включают суходольные (автоморфные) и низинные (полугидроморфные и гидроморфные) луговые экосистемы. Средняя многолетняя урожайность суходольных материковых лугов Нечерноземной зоны колеблется в пределах 5–15 ц/га сухой массы, низинных материковых – от 10 до 20 ц/га, пойменных – 20–30 ц/га.

На лугах Южного Нечерноземья преобладают разнотравно-злаковые и разнотравно-бобово-злаковые травостои, включающие немало ценных в кормовом отношении видов (*Festuca pratensis*,

Elytrigia repens, *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Medicago falcata*, *Trifolium pratense* и др.) (рис. 26). О высокой питательности бобовых и злаковых кормовых трав можно судить по их химическому составу. Пырей ползучий (*Elytrigia repens*) перед началом колошения содержит в % от абсолютно сухого вещества: сырого протеина – 19,4 (в том числе белка 16,9); жира – 4,3, клетчатки 23,1; безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – 44,8, золы – 8,4. Бобовые в среднем по всем фазам вегетации содержат соответственно: сырого протеина – 17,7 (в том числе белка – 13,15); жира – 3,2; клетчатки 28,3; БЭВ – 41,8; золы – 9,0 [24]*.

Луга Нечерноземной зоны используются большей частью под пастбища для крупного рогатого скота молочно-мясных и молочных пород (черно-пестрой, костромской, ярославской и др.), в меньшей мере – для овец романовской породы. Заготовка грубых кормов, необходимых для стойлового содержания скота производится в наше время главным образом не на естественных луговых сенокосах, а в системе кормовых и полевых зерно-травяных севооборотов (клевер, тимофеевка, овсяница луговая и др.).

Во второй половине XX в., после перевода многих луговых земель в пахотные угодья, пастбищные ландшафты Южного Нечерноземья стали испытывать постоянные перегрузки. Деграция пастбищ сопровождалась флористическим обеднением травостоев, падением их продуктивности, внедрением сорняков. Ко второй половине лета многие луговые пастбища Центральной России утрачивают кормовую ценность, превращаясь в арены для простого выгула скота.

В ряде хозяйств во второй половине лета производится выпас крупного рогатого скота по отаве. Отавой называется трава, отросшая после скашивания на сенокосах и полях, засеянных многолетними кормовыми травами.

В ходе многолетних полевых наблюдений в разнотравно-бобово-злаковых экосистемах высокой поймы Средней Протвы и ее притока Исмы (на полигоне учебно-научной станции географического факультета МГУ), нами были изучены деструктивные процессы, вызванные неумеренным выпасом крупного рогатого скота. Наиболее выразительны они в растительном покрове:

* Под сырым протеином понимается совокупность всех азотистых соединений, включая белок, аминокислоты, амиды. Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) являются продуктами углеводного обмена в растительном организме. К ним относятся сахара, крахмал, лигнин и др. Содержание БЭВ в кормах определяется вычитанием из общей массы сухого вещества протеина, жира, клетчатки и золы. Хорошо растворимые в воде углеводы (сахара) составляют существенную часть пищевого рациона домашнего скота.

- 1) на начальной стадии дигрессии наблюдается выпадение охотно поедаемых растений из семейства бобовых: клевера лугового (*Trifolium pratense*) и люцерны серповидной (*Medicago falcata*); плохо поедаемые виды бобовых в связи с присутствием в них горького вещества с резким запахом кумарина – донник белый (*Melilotus albus*), клевер ползучий (*Trifolium repens*), – остаются в составе травостоя; клевер ползучий как корневищное растение даже разрастается по мере усиления нагрузок и выпадения поедаемых видов, занимая освобождающиеся площади;
- 2) параллельно, начиная с первых стадий дигрессии, происходит постепенное выпадение злаков, с одной стороны, охотно поедаемых кормовых трав, а с другой – недостаточно устойчивых к выпасу – это рыхлодерновинные виды, такие как овсяница луговая (*Festuca pratensis*), затем ежа сборная (*Dactylis glomerata*); более устойчивы к выпасу (вытаптыванию) корневищные злаки: костер безостый (*Bromopsis inermis*) и пырей ползучий (*Elytrigia repens*), они выпадают значительно позже; разрастаются, как правило, злаки низкого кормового достоинства – полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*);
- 3) по мере выпадения поедаемых трав их место занимают разнообразные непоедаемые виды; например, очень характерно разрастание свербиги восточной (*Bunias orientalis*) на пойменных лугах Протвы и Исмы, несмотря на то, что этот вид стержнекорневой, что не способствует его устойчивости к вытаптыванию; но его вкус и сильный запах, вероятно, настолько непривлекательны для коров и овец, что они его обходят стороной, вокруг сохраняются даже ценные кормовые виды (злаки и бобовые); свербига служит центром слабо стравленных луговых куртин на фоне довольно сильного сбоя; однако это сильное противоязвотное средство весьма привлекательно для человека, его вкус идентичен изысканному вкусу кресс-салата;
- 4) на участках луга, где стравлены поедаемые бобовые и злаки, разрастаются непоедаемый василёк луговой (*Centaurea jacea*), клевер ползучий, нивяник (*Leucanthemum vulgare*), гвоздика-травянка (*Dianthus deltoids*);
- 5) по мере усиления нагрузки, уплотнения субстрата разрастается подорожник большой (*Plantago major*), растение известное своей приуроченностью к обочинам дорог, постоянных троп; полевые наблюдения фиксиру-

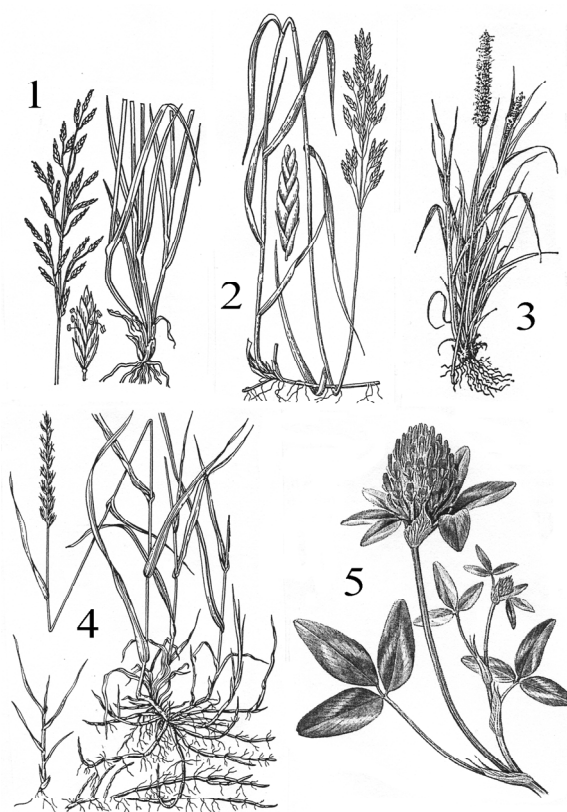


Рис. 26. Кормовые растения луговых пастбищ и сенокосов российского Нечерноземья. 1 – овсяница луговая (*Festuca pratensis*); 2 – костер безостый (*Bromopsis inermis*); 3 – тимофеевка луговая (*Phleum pratense*); 4 – пырей ползучий (*Elytrigia repens*); 5 – клевер луговой (*Trifolium pratense*). Охотно поедаются всеми видами скота на пастбище и в сене. Являются основой кормов крупного рогатого скота молочных пород. После стравливания и скашивания образуют обильную отаву. Введены в культуру, используются при создании сеяных пастбищ и сенокосов. В виде злаково-бобовых травосмесей входят в травопольные севообороты. Дают 60–100 ц/га сена. В 100 кг зеленой массы злаков и бобовых содержится 20–30 кормовых единиц, от 2 до 5 кг переваримого протеина

ют подорожниковый сбой как одну из последних стадий дигрессии на луговых пастбищах описанного типа;

- б) иногда на пойменных лугах наблюдается стадия однолетних сорняков, широко распространенных на соседних пахотных землях, – осотово-бодяковая (из *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense*), при этом «вымыванию» пахотных сорняков и демутации луговых травостоя способствуют половодья, однако на высоких поймах они происходят крайне редко; сорняками можно считать на пастбищах все вышеупомянувшиеся разрастающиеся непоедаемые виды: василек луговой, клевер ползучий, даже донник белый, свербигу восточную, подо-

рожник большой, одуванчик (*Taraxacum officinale*). Последний частично поедается дойными коровами, так как служит молокогонным средством.

Нередко на поймах, сложенных тяжелыми суглинками, наблюдается весьма выразительный пастбищный рельеф, развивающийся в результате ежедневных прогонов стада. Обнаженная поверхность поймы приобретает своеобразный мелкогривистый скотопогонный нанорельеф.

На материковых суходольных лугах средней степени увлажнения в составе разнотравно-злаковой растительности обычно отмечают: полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяницы – луговая и красная (*Festuca pratensis*, *F. rubra*), тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum*), осоки – бледная и заячья (*Carex pallescens*, *C. leporina*), клевера – красный, луговой, горный (*Trifolium rubens*, *T. pratense*, *T. montanum*), тысячелистник мелколистный (*Achillea millefolium*), манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*), василек луговой (*Centaurea jacea*), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis*), гравилат городской (*Geum urbanum*), герань луговая (*Geranium pratense*) и др.

По мере усиления пастбищных нагрузок выпадают наиболее охотно поедаемые виды бобовых – клевера, злаков – овсяница луговая, тимopheевка, мятлик луговой. Разрастаются плохо поедаемые и непоедаемые виды – душистый колосок, василек луговой, тысячелистник, манжетка. На очень сильно сбитых материковых суходольных лугах средней степени увлажнения разрастаются в итоге птичьего гречишка, спорыш (*Polygonum aviculare*), кульбаба осенняя, одуванчик. Сведения о поедаемости этих трав противоречивы. Разрастаются же они в связи с хорошим противостоянием уплотнению почвы по мере усиления пастбищных нагрузок.

Низинные луга, более увлажненные, чем суходольные, связанные с близко залегающими грунтовыми водами, натежным увлажнением, глеевыми или глееватыми почвами, с обилием в растительном покрове щучки дернистой (*Deschampsia caespitosa*), злака с грубыми листьями, низкого кормового достоинства. Сохраняясь при больших пастбищных нагрузках, щучка способствует образованию кочковатости. Утаптываемая, оседающая вокруг крупных дернин щучки почва, как правило, зарастает также непоедаемыми приземными низкорослыми видами, особенно часто – гусиной лапкой (*Potentilla anserina*). Подобные переувлажненные щучковые луга нередки и в поймах.

III.6.3. Степные и пустынно-степные пастбища

Степи Северной Евразии на протяжении многих столетий являлись крупнейшим в мире регионом пастбищного скотоводства. Уже с эпохи бронзы и раннего железа в их недрах сформировалась самобытная цивилизация кочевников-скотоводов, хозяйственные традиции которых сохранялись вплоть до XX в. В наше время на степных землях Восточной Европы и Западной Сибири преобладают агроландшафты. Однако сухие и пустынные степи Нижнего Поволжья, Южного Урала, Казахстана и Восточной Сибири по-прежнему располагают большими пастбищными и сенокосными ресурсами, которые отличаются высокой питательностью кормов (табл. 27). В связи с этим весьма убедительно звучат предложения по поводу превращения указанных регионов в степную евразийский «мясной пояс».

К сказанному следует добавить: геоботаническое и ландшафтно-экологическое изучение евразийских степей стало эмпирической и научно-методической основой, на которой выросла российская кормовая школа пастбищной экологии и ее ядро – учение о природных кормовых угодьях.

На равнинах юго-восточной окраины европейской части России, юга Западной Сибири, Северного и Центрального Казахстана степная природная зона состоит из двух подзон: северной – типичной степи на черноземах и южной – сухой степи на темно-каштановых и каштановых почвах. К югу от сухих степей простирается зона полупустыни со светло-каштановыми почвами и обильным участием солонцов в почвенном покрове.

В *типичных* (черноземных) *степях*, на равнинах Северного Казахстана и Алтайского края пастбищные угодья сохранились главным образом в логах и балках, на непригодных для земледелия массивах солонцово-степных и солонцово-солончаковых комплексов, легких (песчаных и супесчаных) почвах, которые при распашке подвергаются интенсивной дефляции. В составе сельскохозяйственных угодий природные пастбища и сенокосы занимают здесь 30–35% площади. Коренная разнотравно-дерновиннозлаковая степная растительность из *Stipa zaleskii*, *S. lessingiana*, *S. capillata*, *Festuca valesiaca*, *Agropyron cristatum*, *A. pectiniforme*, *Onobrychis vicifolia*, *Salvia stepposa*, *Phlomis tuberosa* (рис. 27), валовая кормовая продукция которой составляет в сухой массе 5–8 ц/га, редко где сохранилась на пастбищах. Причина тому – нерегулируемый интенсивный выпас. Местами степные сообщества образуют комплексы с галофитной растительностью солонцов из *Festuca valesiaca*,

Таблица 27
Питательность кормов в степях
и полупустыне юго-востока европейской
части России, Северного и Центрального
Казахстана [15]

Виды кормов	Число кормовых единиц в 100 кг сена*
Луговые пойменные	
Злаковые	41–49
Разнотравно-злаковые	37–45
Луговые лиманные	
Злаковые (пырей, костер, мятлик)	40–50
Лугово-степные	
Разнотравно-злаковые	40–55
Степные	
Разнотравно-ковыльные	39–47
Караганово-ковыльные	28–34
Спирейно-ковыльные	45
Типчаково-ковыльные	53–60
Караганово-типчаково-ковыльные	34
Пустынно-степные	
Полынно-ковыльные	48–60
Полынно-типчаково-ковыльные	44–52
Пустынные	
Полынные	34

* В России одна кормовая единица приравняется по питательности одному кг овса.

Crinitaria villosa, *Artemisia nitrosa*, *A. schrenkiana*. При этом продуктивность кормовых угодий понижается до 4–7 ц/га.

В сухих степях Казахстана пастбищные угодья доминируют, занимая до 60% площади земель. Типично зональными являются дерновиннозлаковые – типчаково-ковыльные и типчаково-овсецово-ковыльные сообщества, – из *Stipa lessingiana*, *S. sareptana*, *S. capillata*, *Helictotrichon desertorum*, *Festuca valesiaca*. В мелкосопочных массивах в составе растительности сухих степей обильны кустарники *Caragana pumila*, *Spiraea hypericifolia*. Кормовая продукция кустарниково-ковыльных степей едва достигает 3–5 ц/га сухой массы.

Около 30% территории сухостепной подзоны занято солонцово-степными комплексами, в которых наряду с дерновиннозлаковой растительностью участвуют галофитные сообщества из *Artemisia schrenkiana*, *A. nitrosa*, *A. pauciflora*, *Crinitaria villosa*, *Festuca valesiaca*. Доля галофитных сообществ в структуре комплексов достигает 30–50%. Продуктивность комплексных угодий измеряется 2–4 ц/га сухой массы.

В полупустынной природной зоне пастбища преобладают в составе сельскохозяйственных земель. На суглинистых равнинах Северного При-

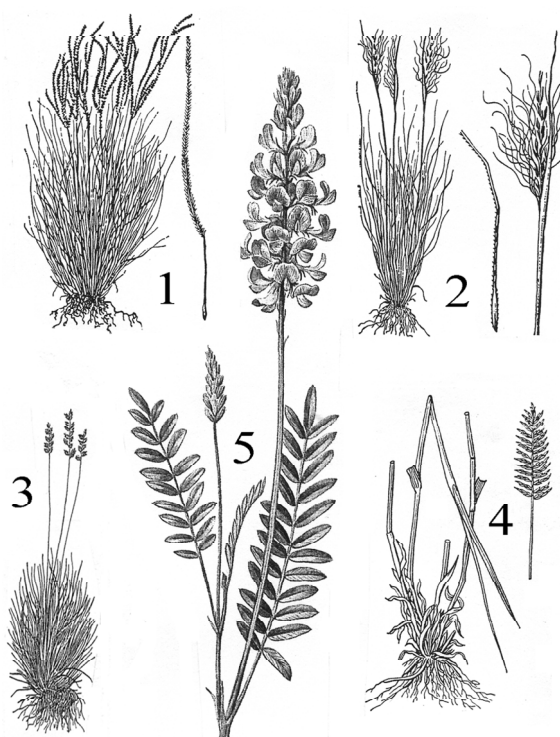


Рис. 27. Кормовые растения степных пастбищ (Заволжско-Казахстанский регион). 1 – ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*); 2 – ковыль волосатик, тырса (*Stipa capillata*); 3 – типчак (*Festuca valesiaca*); 4 – житняк гребенчатый (*Agropyron reclinatum*); 5 – эспарцет виколистный (*Onobrychis viciifolia*). Служат пастбищными кормами для крупного рогатого скота мясных пород, овец, лошадей и верблюдов. Стравливаются весной, ранним летом и осенью (после дождей). Житняк и эспарцет введены в культуру, используются в посевах многолетних трав, для залужения выведенных из севооборота пахотных угодий и стравленных пастбищ. Посевы житняка дают 15–30 ц/га сена, эспарцета – до 40–45 ц/га. В 100 кг зеленой массы степных злаков и эспарцета 20–30 кормовых единиц, 3–4 кг переваримого протеина

каспия, Подуральского и Тургайского плато, Центрального Казахстана повсеместно распространены солонцово-пустынно-степные комплексы, в которых зональная пустынно-степная растительность из *Festuca valesiaca*, *Stipa sareptana*, *S. lessingiana*, *Artemisia lerchiana*, *A. gracilescens*, *A. sublessigiana* выступает на паритетных началах с галофитной; и не только пустынно-степной (*Kochia prostrata*, *Artemisia pauciflora*), но и пустынной (*Anabasis salsa*, *Atriplex cana*) (рис. 28). Продуктивность полупустынных кормовых угодий невысока – в среднем 2–3 ц/га сухой массы.

На степных пастбищах Нижнего Поволжья, Южного Урала, Западной Сибири и Казахстана производится выпас крупного рогатого скота преимущественно мясо-молочных и мясных пород (красная степная, казахская белоголовая, кал-

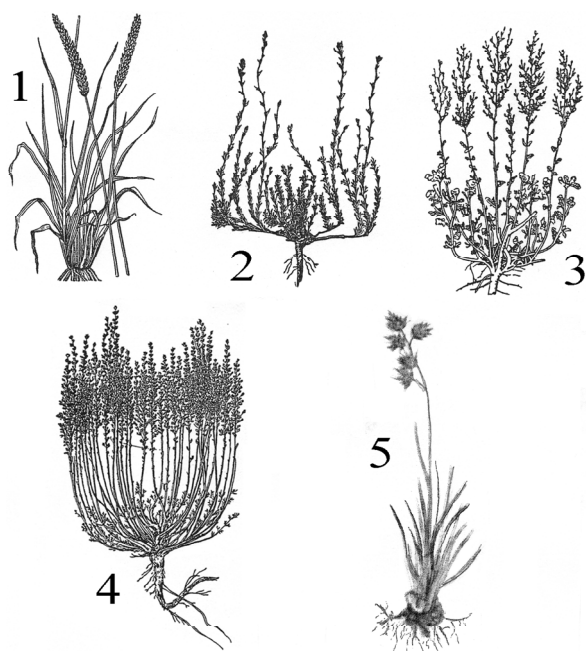


Рис. 28. Кормовые растения полупустынных пастбищ. 1. Эркек, житняк сибирский (*Agorugon fragile*). Используется главным образом на зимних пастбищах для овец, лошадей и верблюдов. Возможно сенокосение до стадии колошения; урожайность 5–9 ц/га сена. 2. Прутняк (*Kochia prostrata*). Одно из лучших круглогодичных кормовых растений. Охотно поедается овцами, верблюдами, лошадьми и крупным рогатым скотом мясных пород. Введен в культуру, используется при создании многолетних (сроком на 5–10 лет) сеяных травостоев. В 100 кг зеленого корма 18 кормовых единиц, 3,2 кг переваримого протеина. 3. Полынь белая (*Artemisia lerchiana*). 4. Полынь черная (*Artemisia pauciflora*). Представляют ценные осенне-зимние пастбищные корма для овец, лошадей и верблюдов. В 100 кг пастбищного корма до 33 кормовых единиц, 3,4 кг переваримого протеина. 5. Мятлик луковичный (*Poa cispa*). Эфемероид, завершает развитие к началу лета. В конце лета – начале осени после дождей вновь вегетирует, образуя сочные листья. Прекрасный весенне-осенний корм для овец

мыцкая, и др.), овец мясо-шерстных и шерстных пород (алтайская, ставропольская, советский меринос) и лошадей.

Полупустынные кормовые угодья используются главным образом для разведения овец мясо-шерстных, шерстных и мясо-сальных пород. На них также содержат лошадей и крупный рогатый скот. Полупустынные пастбища пригодны для зимнего выпаса лошадей и мелкого рогатого скота. При достаточном мощном снежном покрове практикуется тебеневка, когда идущие впереди лошади разрыхляют снег мощными передними конечностями, открывая травостой следующим за ними овцам и козам (выпас вслед).

Среди кормовых растений, составляющих основу травостоя степей и полупустыни, ковыли по

своей питательности приближаются к луговым злакам (см. табл. 27), но все же их грубые шероховатые листья содержат много клетчатки, поэтому поедаются хуже.

В разнотравно-ковыльных степях доминирует ковыль красный (*Stipa zalesskii*). Хорошо поедается весной до колошения лошадьми и овцами, хуже – крупным рогатым скотом. Ковыль тырса (*S. capillata*), обладающий широкой экологической амплитудой и встречающийся от луговых степей до полупустынь, отрастает весной позже других злаков и развивается медленнее. После плодоношения красного ковыля и типчака тырса представляет собой еще достаточно сочный корм. Содержание сахаров в тырсе выше, чем в других травах, поэтому она особенно охотно поедается лошадьми. Но с конца цветения тырса становится опасной для животных. Ее зерновка снабжена острой винтообразно закрученной остью, которая, намокая, раскручивается и ввинчивается в кожу, мышцы, нанося тяжелые и часто непоправимые повреждения (портится шкура, снижается упитанность, повреждаются органы пищеварения).

Типчак, овсяница бороздчатая (*Festuca valesiaca*) – одно из лучших пастбищных степных растений, весной отрастает раньше прочих злаков на 5–10 дней, цветет в мае-июне, после цветения пребывает в состоянии покоя, но даже в сухом состоянии поедается лошадьми. С выпадением осенних дождей прикорневые листья типчака отрастают. Они перезимовывают в зеленом состоянии, являясь одним из основных кормов зимних пастбищ. Типчак засухоустойчив, морозостоек, высокопитателен, прекрасно поедается всеми видами животных. Сено типчака, заготовленное до цветения, – лучшее из всех степных видов сена. О кормовой ценности степных и пустынно-степных злаков можно судить по их химическому составу (табл. 28). По содержанию протеина (включая белок) и жиров они почти не уступают луговым злакам и бобовым.

Значительную роль в составе естественных кормов степей и полупустыни играют полыни (*Artemisia nitrosa*, *A. schrenkiana*, *A. pauciflora*) и маревые (*Kochia prostrata*, *Atriplex cana*, *Camphorosma monspeliaca*), особенно доминанты галофитных сообществ на солонцах. Участие их в травостое увеличивается с севера на юг по мере нарастания засушливости степей. Химический состав полыней и маревых представлен в табл. 29.

По общему содержанию питательных веществ полыни равнозначны злакам. Вышеупомянутые полыни – полукустарнички, у них поедаются только побеги текущего года, которые содержат жира больше, а клетчатки меньше, чем ковыли, что делает фактическую питательную ценность полы-

Таблица 28

Химический состав степных и пустынно-степных злаков перед началом колошения,
% от абс. сухого вещества [24]

Кормовые растения	Зола	Протеин		Жир	Клетчатка	БЭВ*
		сырой	в том числе белок			
Ковыли (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. capillata</i> , <i>S. lessingiana</i>)	8,4	14,1	11,4	3,8	28,3	45,4
Типчак (<i>Festuca valesiaca</i>)	8,0	16,2	14,6	3,3	24,6	47,9
Житняк сибирский – эркек (<i>Agropyron fragile</i>)	7,8	21,6	14,9	3,9	24,7	42,0
Мятлик луковичный (<i>Poa crispa</i>)	9,7	23,5	17,0	3,7	24,5	38,6

* Безазотистые экстрактивные вещества (пояснения см. на с. 98).

Таблица 29

Химический состав полыней и маревых перед началом цветения, % от абс. сухого вещества [24]

Кормовые растения	Зола	Протеин		Жир	Клетчатка	БЭВ*
		сырой	в том числе белок			
Полыни (<i>Artemisia pauciflora</i> , <i>A. nitrosa</i> , <i>A. schrenkiana</i> , <i>A. lerchiana</i>)	10,2	14,6	11,0	5,2	26,6	43,4
Прутьяк (<i>Kochia prostrata</i>)	12,6	16,3	10,5	3,0	25,8	42,3
Кокпек (<i>Atriplex cana</i>)	22,7	12,0	8,5	2,5	16,9	45,9
Камфоросма (<i>Camphorosma monspeliaca</i>)	16,4	15,2	–	2,9	31,4	34,1

* Безазотистые экстрактивные вещества (пояснения см. на с. 98).

ней более высокой. Полыни содержат много каротина; витамина С в них меньше, чем в злаках и бобовых. По содержанию сахаров, от которых зависит охотность поедания растений, полыни превосходят злаки, но фактически их вкус определяется высоким содержанием в них горьких веществ – абсинтиина, артемизина, эфирных масел, в некоторых видах – сантонина и алкалоидов. Горечь полыней значительно уменьшается осенью и зимой, что связано с увеличением осадков и понижением температуры воздуха. В эти сезоны они лучше всего поедаются овцами, несколько хуже – лошадьми и верблюдами. Дойным коровам не рекомендуется скармливать полыни, так как молоко их становится горьким. Крупному рогатому скоту мясных пород полыни не повредят.

Немалую часть площади природных кормовых угодий в подзоне разнотравно-ковыльных степей составляют оставшиеся не распаханными их петрофитные и псаммофитные варианты. Основу кормов каменистых степей мелкоопочных массивов наряду с вышеописанными ковылями часто составляет овсец пустынный (*Helictotrichon desertorum*) – многолетний плотнодерновинный злак, высотой до 60 см, цветет рано, в начале мая, до цветения удовлетворительно поедается мелким рогатым ско-

том и лошадьми, крупным – хуже. После цветения сильно грубеет – многие животные его даже избегают. В сене овсец поедается при раннем скашивании. По сравнению с ковылями и типчаком овсец менее питателен.

Корма псаммофитных степей на супесчаных степных почвах состоят главным образом из ковылей (красного, тырсы) и типчака. Значительная доля кормовой массы приходится здесь на псаммофильное разнотравье, большей частью не имеющее кормовой ценности. Поэтому коэффициент пастбищного использования псаммофитных степей сравнительно невелик – 0,7. Их продуктивность – 4–7 ц/га сухой массы. Однако благодаря лучшим водно-физическим свойствам супесчаных почв степная растительность на них выгорает меньше, чем на почвах суглинистого механического состава. Это позволяет использовать псаммофитные степи для выпаса не только весной, но и летом. Из-за сильной подверженности легких почв дефляции, а растительного покрова – пастбищной дигрессии здесь следует выпасать преимущественно лошадей и крупный рогатый скот, но не овец. По этой же причине при выпасе весной и летом не следует пасти скот еще и осенью. Сенокосение возможно в урожайные годы.

Особенно опасна дефляция почв при неумеренном выпасе в песчаных степях, приуроченных к окраинам островных песчаных боров Северного Казахстана и Алтайского края. Господствующий на древнеэоловых песках ковыль песчаный (*Stipa pennata*) – крупный злак с широкими листьями – поедается только до колошения, цветет рано (во второй половине мая), после чего сильно грубеет. Сено с преобладанием песчаного ковыля оценивается как удовлетворительное. Разнотравье здесь, как и рассмотренное выше на супесчаных почвах, не улучшает качества сена. Продуктивность этих сенокосов достигает 7–9 ц/га. Выпас на песчаных угодьях не рекомендуется. Даже сенокосение в связи с опасностью дефляции почв следует предпринимать с интервалом в 1–2 года.

Большую часть площади кормовых угодий сухостепной подзоны составляют *комплексные степи*. Доля солонцов в них часто превышает 50% площади. Поэтому в кормах комплексных угодий значительную роль играют галофильные растения. Это в первую очередь полыни и маревые. Их питательная ценность и поедаемость охарактеризованы выше (см. табл. 29). Следует отметить, что в разнотравно-ковыльных степях на солонцах обычно преобладает полынь селитряная (*Artemisia nitrosa*), в составе сухих степей – полынь Шренка (*A. schrenkiana*), в полупустыне – полынь черная (*A. pauciflora*). Чем южнее, чем больший объем занимают полыни и маревые, тем более значительна их кормовая роль. Она связана прежде всего с их преимущественной осенне-зимней поедаемостью, когда противостоянию животных низкой температуре помогает обилие в полынных кормах жиров (более 5% абсолютно сухого вещества). Чернополынные полупустыни известны как наживочные осенне-зимние пастбища для мелкого рогатого скота и лошадей, в меньшей мере – для верблюдов, последние менее охотно поедают полыни. Чтобы сохранить эти ценные пастбища, следует учитывать плохую способность черной полыни к отрастанию после стравливания и скашивания. Поэтому производить отчуждение ее биомассы следует не чаще одного раза в год, в период лучшей поедаемости – осенью или зимой.

Особый тип кормовых угодий представлен типчаково-ковыльными *кустарниковыми степями* мелкосопочника. В них ярко выражен ярус из колючего кустарника семейства бобовых караганы (*Caragana pumila*), листья, цветы и молодые побеги которого, содержащие протеин, витамин А и аскорбиновую кислоту, охотно поедаются овцами и козами. Таволга зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia*) в кустарниковых степях менее ценна в кормовом отношении, чем карага-

на, хотя молодые побеги и листья этого вида из семейства розоцветных, богатые протеином, также охотно поедаются мелким рогатым скотом. Большая масса неподаемых деревянистых побегов снижает кормовую ценность кустарниковых степей. Коэффициент их пастбищного использования не превышает 0,5. Продуктивность сильно колеблется по элементам мезорельефа. Южные склоны и каменистые вершины сопок характеризуются крайне изреженной растительностью, продуктивность здесь едва достигает 1–2 ц/га, тогда как склоны северной экспозиции и шлейфы сопок могут давать до 5 ц/га. Мелкосопочные пастбища, как и все сухостепные угодья, можно использовать весной, в первой половине лета и осенью. Кроме того, рельеф позволяет использовать их для выпаса овец и лошадей зимой, особенно участки с комплексной растительностью, богатой полынными. Снег с вершин и наветренных склонов, как правило, сдувается ветрами. Расчлененный рельеф к тому же позволяет укрывать отары и табуны в непогоду.

Кормовая продукция пустынно-степных группировок полупустынной зоны примерно наполовину состоит из дерновинных злаков, среди которых главную роль играет тырси́к (*Stipa sareptana*), ковыль средней величины, его высота 30–45 см, по кормовым качествам он близок тырсе. Кроме тырси́ка существенное значение имеют типчак и тырса. Вторую половину кормовой продукции составляют полыни, прежде всего самая распространенная полынь тонковатая (*Artemisia gracilescens*), которая как большая часть полыней поедается в начале весны, осенью и зимой овцами, лошадьми и верблюдами. По кормовым качествам она близка к полыни черной, тоже служит наживочным кормом. Полынь лессинговидная (*A. sublessingiana*) поедается хуже и только осенью и зимой, кормовые угодья с ее господством менее ценны.

Около 10% кормовой продукции пустынных степей приходится на долю маревых: прутняка (*Kochia prostrata*), кокпека (*Atriplex cana*), камфоросмы (*Camphorosma monspeliaca*), бюргуна (*Anabasis salsa*), тас-бюргуна (*Nanophyton erinaceum*) и др. Отличительной чертой многих видов маревых, обитающих в пустынных степях, является большое содержание в них солей в период вегетации, чем объясняется их практическая неподаемость в это время. С наступлением дождливого периода и заморозков у маревых происходит выщелачивание солей, золь становится в 2–3 раза меньше. С этим периодом (осень, зима, ранняя весна) связана их наилучшая поедаемость, особенно верблюдами, прочие пастбищные животные несколько хуже их поедают. Одно из первых мест среди маревых занимает прутняк,

или изень (*Kochia prostrata*). В нем мало солей, клетчатки и много протеина и белка (см. табл. 29). В середине лета он не выгорает, его плоды особенно богаты жирами (8,2% абс. сухого вещества) и протеином (34,9%). Прутьняк поедается в течение всего года всеми видами выпасаемых животных, в холодное время года служит наживочным кормом. Благодаря высоким кормовым качествам он введен в культуру. Посевной прутьняк используется прежде всего для заготовки сена, отличающегося не менее высоким кормовым достоинством, чем его естественные пастбищные фитоценозы. В целом корма пустынно-степных угодий обладают высокой питательностью и хорошей поедаемостью. Их продуктивность составляет 2–5 ц/га.

Песчаные пустынные степи представляют собой особо ценные для этой зоны сенокосы. При господстве эркека, или житняка сибирского (*Agropyron fragile*), их урожайность не опускается ниже 5 ц/га, в лучшие годы достигая 9 ц/га. Эркек – рыхлодерновинный злак, содержащий более 20% протеина, около 4% жиров и 24% клетчатки (см. табл. 28). Он введен в культуру. Высеваемый в смеси с прутьняком и люцерной посевной житняк сибирский дает прекрасные виды сена. В качестве пастбищ эркековые песчаные пустынные степи можно использовать лишь зимой, когда мерзлый песчаный субстрат сцементирован и поэтому менее подвержен дефляции. Выпасают на них лошадей, мелкий рогатый скот и верблюдов.

III.6.4. Пастбищная дигрессия и опустынивание степных и пустынно-степных земель

В засушливых условиях степей, когда коэффициент атмосферного увлажнения Высоцкого–Иванова снижается от 0,6–0,7 на севере до 0,4–0,5 на юге, а в полупустынной зоне до 0,2–0,3, пастбищная дигрессия очень опасна. Она приводит к флористическому и фитоценологическому обеднению пастбищных угодий, резкому снижению их урожайности, а вслед за этим к полному антропогенному опустыниванию земель и превращению их в антропогенный бедленд (табл. 30).

Рассмотрим процесс дигрессии, его стадийность, на примере степных пастбищ для крупного рогатого скота и лошадей, весенне-раннелетне-осенних, равнинных, суглинистых, богаторазнотравно-красноковыльных (из *Stipa zalesskii*, *S. capillata*, *Peucedanum morisonii*, *Seseli libanotis*, *Medicago romanica* и др.) на черноземах обыкновенных. Их валовая продукция в среднем составляет 7 ц/га сухой массы:

Стадия первая, слабый сбой, характеризуется выпадением стержнекорневого разнотравья, прак-

тически не выносящего выпаса. Это прежде всего крупные травы из семейства зонтичных – горичники (*Peucedanum morisonii*, *P. alsaticum*), порезник промежуточный (*Seseli libanotis*), и ценные кормовые виды из семейства бобовых – люцерна романская (*Medicago romanica*), эспарцет виколистный (*Onobrychis vicifolia*) и др. Красный ковыль (*Stipa zalesskii*) утрачивает доминирующую роль. С одной стороны, он охотно поедается выпасаемыми животными, с другой – при механических повреждениях ослабляется его регенерация, так как почки возобновления находятся над поверхностью почвы. На освобождающихся участках пастбища разрастается присутствующий в растительном покрове коренного типа чрезвычайно выносливый к выпасу типчак (*Festuca valesiaca*). Его почки возобновления расположены глубоко, прикрыты слоем почвы. Выпадающий из травостоя красный ковыль делит господствующую роль с типчаком и другим менее поедаемым ковылем, тырсой (*Stipa capillata*), который также присутствует в травостое коренного типа. Растительность в результате слабого сбоя становится разнотравно-типчакково-ковыльной. Валовая продукция уменьшается в среднем до 6 ц/га.

Стадия вторая, умеренный сбой, сопровождается дальнейшим выпадением охотно поедаемых и слабо противостоящих механическим нагрузкам видов; доминирующая роль переходит к тырсе, типчаку, разрастаясь сохраняет роль содоминанта. В растительном покрове формируется типчакково-тырсовая ассоциация, её продукция снижается до 5 ц/га.

Стадия третья, сильный сбой. Все ковыли выбиты, типчак приобретает доминирующую роль. Постепенно разрастающийся с начала выпаса полынок (*Artemisia austriaca*), слабо поедаемый и хорошо выносящий пастбищные нагрузки, становится содоминантом в полыньково-типчакковой ассоциации. Средняя продукция ее низкорослого травостоя уменьшается до 2 ц/га. Характерно то, что крупный рогатый скот лишается при этом не только разнотравья, бобовых, но и основного корма – ковылей. Разросшийся типчак поедается лошадьми, хотя и не так охотно, как сладкая тырса (богатая сахарами). Но особенно охотно поедается типчак овцами, это их любимый корм. Таким образом, сужается спектр кормовой специфичности, уголье становится пастбищем для овец и лошадей.

Стадия четвертая, очень сильный сбой. Выпадает типчак, абсолютным доминантом становится однолетний полынок, как все полыни он поедается животными лишь осенью после дождей, когда из него вымыт горький артемизин. Из весенне-раннелетне-осеннего пастбища превраща-

Таблица 30

Дигрессия пастбищных ландшафтов
(на примере заволжско-казахстанских степей, полупустыни, северной пустыни)

Коренной тип Стадия сбоя	Для КРС и Л, в-рл-о, степные, равнинные, богаторазнотравно-красноковыльные на черноземах обыкновенных суглинистых; 7–12 ц/га	Для всех видов скота, в-о, сухостепные, равнинные, типчаково-ковыльковые на темно-каштановых суглинистых почвах, 5–8 ц/га	Для мелкого рогатого скота, Л и верблюдов, в-о-з	
			полупустынные, равнинные, полынно-тырсиковые на светло-каштановых суглинистых почвах, 3–8 ц/га	пустынные, равнинные, эфемерово-серополынные на бурых суглинистых почвах, 3–6 ц/га
Слабый сбой	разнотравно-типчаково-ковыльные, 6–10 ц/га	ковыльково-типчаковые, 3–5 ц/га	тырсиково-полынные, 2–4 ц/га	для овец и верблюдов, в-о-з, серополынно-эфемеровые, 2–4 ц/га
Умеренный сбой	типчаково-тырсовые, 5–8 ц/га	для овец и Л, рл-о, полынно-ковыльково-типчаковые, 2–4 ц/га	для овец, о-з, полынно-ковыльково-тырсиково-полынные 1,5–3,0 ц/га	в-о, эбелеково-эфемеровые, 1,0–2,5 ц/га
Сильный сбой	для овец и лошадей, полынно-типчаковые, 2–4 ц/га	для овец, осенние, типчаково-полынные, 1,5–3,0 ц/га	полынно-полынные, 1,0–2,0 ц/га	эфемерово-эбелековые, 0,5–2,0 ц/га
Очень сильный сбой	для овец, осенние, полынные, 0,5–1,5 ц/га	полынные, 0,5–1,0 ц/га	полынные, 0,5–1,0 ц/га	для овец, осенние, эбелековые 0,5–1,0 ц/га

КРС – крупный рогатый скот; Л – лошади; в, рл, о, з – весенние, раннелетние, осенние, зимние.
Урожайность указана в сухой массе.

ется в осеннее, к тому же низкопродуктивное (0,5 ц/га).

Хозяйственно-динамический материал по степным, сухостепным, пустынно-степным угодьям (см табл. 30) наглядно отражает нарастание степени конвергенции их признаков по мере усиления сбоя. Завершение конвергенции ярко выражено на стадии чрезмерного сбоя. Все предыдущие стадии отражают постепенное схождение признаков.

Конвергенция знаменует собой тенденцию *опустынивания* всех рассматриваемых типов природных кормовых угодий засушливых регионов – степного, сухостепного и пустынно-степного, обладающих в коренном состоянии достаточно продуктивным (в среднем 4–8 ц/га сухой массы) травостоем, разнообразным спектром сезонности и кормовой специфичности. В результате дигрессии происходит схождение – конвергенция – качественных и количественных параметров исходно разнообразных природных кормовых угодий. Угодья степного ряда превращаются в полынные осенние или осенне-зимние пастбища с предельно низкой продукцией в 0,5 ц/га.

Их кормовая специфичность ограничивается неприхотливыми животными: мелким рогатым скотом, верблюдами и лишь частично лошадьми. Крупному рогатому скоту, тем более молочных пород, на этих сбоях делать нечего. В пустынной же зоне уже при средней степени сбоя пастбища теряют ценный компонент растительного покрова – доминирующие полыни, продолжая удерживать лишь эфемеры, что позволяет им функционировать хотя бы весной. Но по мере усиления сбоя выпадают из растительного покрова и эфемеры, на пастбище остается лишь эбелек (*Ceratocarpus arenarius*), мелкий травянистый однолетник низкого кормового достоинства, обесценивающий пастбища.

В растительном покрове степных и пустынно-степных пастбищ усиление выпаса стимулирует разрастание полыней, полукустарничков пустынной экологии. В почвах наблюдается связанная с этим дефляционная и эрозионная деструкция гумусо-аккумулятивного горизонта (гор. А) зональных степных почв и рыхлых надсолонцовых горизонтов (гор. А+Е) солонцов. Происходит выход на поверхность подстилающего

иллювиального горизонта (гор. В), более плотно-го, нередко осолонцованного. Пустынные задатки, «скрытые в глубинах» семиаридных геосистем, «выходят на поверхность» – проявляются в *тенденции опустынивания*.

Пастбищная дигрессия (см. табл. 30), доведенная до полынковой стадии во всех степных ландшафтах и эбелековой – в пустынных, не перешла, однако, границ инварианта. Инвариант сохранился, о чем свидетельствует возможность демутации (восстановления) коренных типов на этой стадии достаточно глубокой деструктивной динамики, что подтверждают многолетние полевые наблюдения [19]. Как только демутация становится невозможной, этот пастбищный ландшафт теряет свой инвариант. Таким образом деструктивная пастбищная динамика, выявляя границу инварианта, обнаруживает тем самым *критическую стадию дигрессии*. Определить ее возможно лишь опытным путем, наблюдениями в природе. Критическая стадия дигрессии может рассматриваться как *точка бифуркации* в данном динамическом процессе. В этой стадии система приобретает различные возможности последующих изменений. Одна из них связана с ослаблением нагрузки. При этом условии реализуется процесс демутации, динамизм проявляется как обратимый процесс. Другая возможность реализуется при усилении пастбищной нагрузки, что неизбежно ведет к окончательной деструкции коренного типа.

Выполненный анализ дигрессионного процесса выявил важнейшие *характеристики критической стадии*:

- сужение спектра кормовой специфичности – теряется возможность выпаса крупного рогатого скота, пастбища могут принимать лишь овец и лошадей;
- сокращение сезонного спектра: в связи с преобладанием в растительном покрове осенне-зимних кормовых видов (полыней) весенне-летний сезон оказывается необеспеченным кормами;
- падение продуктивности от 6–10 ц/га при обилии злаков и разнотравья до 0,5–1 ц/га на полынковых сбоях;
- уничтожение гумусо-аккумулятивного горизонта степных почв и надсолонцовых горизонтов (А+Е) солонцов;
- выход на дневную поверхность иллювиального – солонцового горизонта (гор. В_{на}) разрушенного солонца, что глубоко изменяет прочие природно-производствен-

ные признаки; хотя, как показали полевые наблюдения, проводимые в последнее десятилетие на пустынно-степных пастбищах Северного Прикаспия, сохранение иллювиального горизонта солонца оставляет возможность демутации.

При усилении же дигрессии разрушается и иллювиальный горизонт. Например, на солонцах сложного солонцово-пустынно-степного типа пастбищного ландшафта, характерного для прикаспийской полупустыни, иллювиальный горизонт (гор. В_{на}) представлен очень плотным и достаточно мощным (20 см и более) горизонтом большей частью столбчатой структуры [44], *бронирующим слоем* почвы. Одна из функций солонцового горизонта почв состоит в том, что он служит необходимым условием существования сусликов, *системообразующего, обязательного представителя животного мира* данного ландшафта. Этот плотный слой является крышей подземного жилища и фундаментом бутана, холмика-выброса грызунов-землероев. Без него жизнь сусликов невозможна. Без этого же обязательного представителя фауны ландшафта инвариант нарушен, неполон. Ландшафт не может сохраняться, функционировать и развиваться, что показали многолетние исследования зоологов [29]. Если дигрессия заходит настолько далеко, что плотный солонцовый горизонт разрушается механическим давлением пасущихся животных и обнажается находящийся под ним подсолонцовый осолончакованный горизонт (В_{са}), то демутация исходного коренного типа становится невозможной (рис. 29).

Одним из наиболее существенных результатов полевых наблюдений на семиаридных и арид-

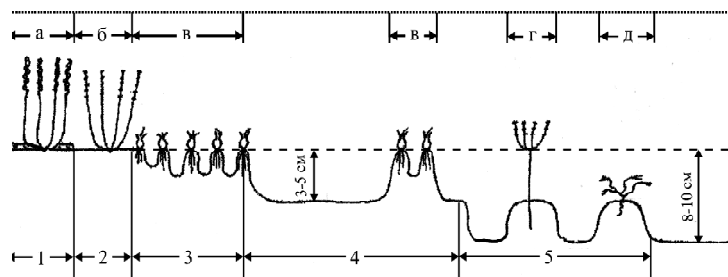


Рис. 29. Стадии пастбищного сбоя и пасторальный нанорельеф стравленного выпасом овец чернополынно-прутнякового кормового угодья на солонце солончаковом в прикаспийской полупустыне. 1 – участок, не затронутый сбоем (со старикой на поверхности почвы); 2 – слабый сбой (поверхность почвы обнажена); 3 – умеренный сбой (кочковатый нанорельеф); 4 – сильный сбой (плешины дефлированной почвы); 5 – чрезмерный сбой (параллельная пасторальная тропинчатость). Растения-доминанты: а – прутняк (*Kochia prostrata*); б – полынь черная (*Artemisia pauciflora*); в – мятлик луковичный (*Poa crispata*); г – полынь черная с обнаженной корневой системой вследствие дефляции почвы; д – эбелек (*Ceratocarpus arenarius*)

Таблица 31

Природно-антропогенная динамика
полупустынного чернопыльино-прутнякового пастбища на солонцах солончаковых
(Северный Прикаспий)

Стадия	Сопряженные процессы	
	Деструкция	Стабилизация
	Критерии стадийности	
1	а) уничтожение горизонта мортмассы (старрики) – обнажение поверхности почвы; б) распыление обнаженной поверхности; в) появление щелеватости; г) обнажение и партикуляция стержнекорневых систем доминирующего вида <i>Kochia prostrata</i> (прутняка) и начало его выпадения.	а) появление <i>Poa crispa</i> (мятлика луковичного) – мелкодерновинного злака – эфемероида, скрепляющего мочковатыми корнями распыляющуюся поверхность; б) появление вдоль щелей пустынного мха <i>Tortula desertorum</i> ; в) относительное увеличение роли содоминанта <i>Artemisia pauciflora</i> (черной полыни).
2	а) разбивание незадернованной почвы выпалом; б) вынос распыленного надсолонцового горизонта почвы струйчатым и плоскостным смывом; в) появление кочковатого биогенного нанорельефа (ядрами кочек служат дернины <i>Poa crispa</i> (мятлика луковичного)); г) выпадение <i>Kochia prostrata</i> .	а) разрастание <i>Poa crispa</i> – накопление старики при его отмирании; б) формирование «панциря» из старики <i>Poa crispa</i> – гидротермического и механического стабилизатора поверхности почвы; в) разрастание черной полыни – доминирование.
3	а) разрушение нанокочковатого рельефа; б) появление фрагментов параллельной тропинчатости; в) появление плешин; г) общее снижение поверхности; д) выпадение черной полыни.	а) периодическое заиливание – образование на обнаженных участках такыровидного слоя, предотвращающего вынос твердого вещества ветром; б) разрастание <i>Ceratocarpus arenarius</i> (рогача песчаного) – тормоза дефляции.
4	разбивание такыровидного слоя плешин, образование чешуйчатой поверхности, распыление ее, дефляция слой за слоем надсолонцового горизонта почвы.	а) выход на дневную поверхность солонцового горизонта почвы – плотного «бронированного» слоя, устойчивого к пастбищным нагрузкам и дефляции; б) пионерное освоение спорыными растениями обнаженного солонцового горизонта почвы – начало демутации.

ных пастбищах стало выявление разнонаправленного характера динамических явлений – *деструкции и стабилизации*, – позволившее, с одной стороны, их дифференцировать, с другой – наблюдать их тесные связи. Сопоставление этих динамических состояний представлено в табл. 31. Подобная разработка весьма желательна в каждом случае исследования ПКУ, подвергающихся пастбищной дигрессии.

Сложное соотношение деструкции и стабилизации, их теснейшая сопряженность в едином процессе позволяют рассматривать *динамизм ПКУ как характерное свойство функционирования пастбищных ландшафтов*. По данным табл. 31, можно сделать вывод, что функционирование имеет динамический характер, а динамика возникает в процессе функционирования. Стабилизирующие признаки формируются сопряженно с деструктивными, показанными в параллельных

графах анализируемой таблицы. Роль человека, управляющего природно-хозяйственной системой, состоит в том, чтобы научиться выявлять их и адекватно реагировать, оптимизируя процесс функционирования.

Важнейшую роль в функционировании ПКУ играют динамические погодно-климатические условия. При разных климатических ситуациях дигрессия и опустынивание пастбищных экосистем могут либо усиливаться (например, в засушливые периоды), либо затухать (при увеличении атмосферного увлажнения).

Анализ обратных (положительных и отрицательных) связей способствовал выявлению одной из важнейших характеристик категории устойчивости – способности системы использовать свои зачастую латентные, скрытые для человека ресурсы в процессе противостояния его деструктивным воздействиям. В этом как раз и проявля-

ется «мудрость» природы, ее естественный контроль за деятельностью человека. Хотя, формируя природно-антропогенную систему, человек «добровольно» принимает ряд необходимых условий, среди которых: обязательность оптимального использования природной подсистемы, но зачастую нарушает их.

Дигрессия степных и пустынно-степных пастбищ с почвами легкого механического состава существенно отличается от рассмотренной выше дигрессии суглинистых угодий. Пастбищное природопользование здесь предельно ограничено, что было отмечено при рассмотрении кормовой специфичности и сезонности ПКУ. Вопросы регуляции выпаса на этих угодьях привлекли особое внимание научного сообщества во второй половине XX в., когда стало ясно, что их использование очень часто ведет к опустыниванию земель. Знаменитые песчаные пустыни планеты в Африке – Сахара, в юго-западной Азии на Аравийском полуострове – Руб-Эль-Хали, в Центральной Азии – Каракумы, Кызылкумы и др. в значительной степени порождены многовековым нерегулируемым выпасом. Известный эколог Ж. Дорст справедливо заметил по этому поводу: кочевник не столько сын пустыни, сколько ее отец.

На юго-востоке европейской части России, в Калмыкии в качестве зимних пастбищ для овец и лошадей используется полынно-житняковая песчано-супесчаная полупустыня. Это знаменитые Черные земли, названные так потому, что зимой они остаются почти без снега, позволяя содержать скот на подножном корме. Травостой, резервируемый здесь летом, стравливается зимой. В случае установления снежного покрова организуется один из видов тебеневки – описанный выше «выпас вслед».

Летними выпасами для здешних отар мелкого рогатого скота издавна служили субальпийские луга Восточного Кавказа. В совокупности с зимними черноземельскими они формировали крупный регион отгонного животноводства. Попытка искусственного обводнения Черных земель, предпринятая в 60-е годы XX в. с целью организации круглогодичного выпаса скота в псаммофитной пустынной степи, послужила мощным толчком деградации и опустынивания пастбищ. Дигрессия привела к уничтожению травостоев и дефляции легких почв. На месте пустынно-степных пастбищ появились очаги антропогенной песчаной пустыни, площадь которых год от года разрасталась.

К 80-м годам прошлого века Черные земли оказались на грани экологической катастрофы. Пришлось резко сокращать поголовье выпасаемого скота, вводить щадящие пастбищеобороты. В степных и пустынно-степных ландшафтах с почвами легкого механического состава

даже зимний выпас при недостаточной регуляции нагрузок ведет к дигрессии: выпадению ценных кормовых видов коренных травостоев и разрастанию непоедаемых – молочая сегиерова (*Euphorbia seguieriana*), песчаной полыни (*Artemisia tschervieniana*), создающих большую, но низко продуктивную биомассу. Усиление нагрузки ведет к дефляции, перевеванию песков и формированию эолового бугристого или барханно-бугристого рельефа. Ослабление выпаса в песчаных массивах, переживших критическую стадию дигрессии, практически ничего не дает. Они попадают в разряд бедлендов. Улучшить их можно только путем сложных и дорогостоящих мероприятий.

При ослаблении выпаса в полупустынных псаммофитных геосистемах, сохраняющих основные признаки коренного типа (инвариант) все же возможна демутиация кормовых угодий. На первых стадиях зарастания песков наблюдаются единичные экземпляры пионеров-песколобов, таких как колосняк (*Leymus racemosus*), селин (*Stipagrostis pennata*), джужун (*Calligonum aphyllum*). Закрепляя рыхлый субстрат, они способствуют укоренению видов, характерных для господствующих прежде травостоев из эркека (*Agropyron fragile*), ценного кормового злака.

В годы с достаточным атмосферным увлажнением несбитые выпасом псаммофитные степные и пустынно-степные угодья могут формировать мощные травостой (из *Stipa pennata*, *S. capillata*, *Agropyron fragile*, *Festuca beckeri*), пригодные для сенокосения. Их продуктивность составляет 6–8 ц/га сена. К сожалению, подобные благоприятные погодные условия в евразийских степях складываются далеко не ежегодно.

III.6.5. Горные пастбищные ландшафты

Большую роль в скотоводстве играют разнообразные *горные пастбища*, прежде всего степного, лесного и субальпийского лугового высотных поясов. Особенно ценны для отгонного животноводства летние субальпийские луговые пастбища. В горах Кавказа, Алтая субальпийские луга с их богатыми разнотравно-злаковыми травостоями используются не только как пастбища, но и как медоносные угодья. Кроме того, на них широко практикуется ручное сенокосение. При нерегулируемом выпасе овец луга теряют разнотравье, превращаются в практически одновидовые кочковатые с господством крупнодернистой овсяницы кавказской (*Festuca caucasica*) или на Алтае физиономически ей подобной кобрезии (*Kobresia myosuroides*), вида из семейства осоковых. На алтайских субальпийских лугах, в меньшей степени на кавказских, нередко по мере вы-

падения поедаемых видов разнотравья разрастается крупный вид из семейства лилейных, ядовитая для скота чемерица Лобеля (*Veratrum lobelianum*), заполняющая огромные площади этих прежде ценнейших природных угодий и снижающая их продуктивность до нуля. Подкашивание чемерицы в фазе разворачивания листьев в течение 3–4 лет приводило к выпадению ее из травостоев этих ценнейших лугов. Способ достаточно экологичный, в противоположность быстросрому способу с применением гербицидов.

Знамениты лесные пастбища Горного Алтая – *парковые лиственничники*, сформировавшиеся под влиянием пасущихся диких животных, маралов. Человек с давних времен, используя панты маралов для получения ценного лекарственного сырья пантокрин, дорожит этими угодьями, стараясь оберегать их от выпаса домашнего скота. Однако, дигрессия наблюдается и здесь. Особенно она усилилась в последние десятилетия в связи с приватизацией этих пастбищных ландшафтов, включающих не только фитоценоз, но и природную зоологическую составляющую (население маралов). Эти естественные пастбищные ландшафты при приватизации перегораживаются изгородями в стремлении закрепить диких животных за конкретными владельцами. Справиться путем перегородок с этими мигрирующими крупными животными практически невозможно. Но не надолго удастся «хозяину» их задерживать в своих загонах. Поэтому перевыпас все же происходит. Разнотравно-злаковый травостой с доминированием ежи сборной (*Dactylis glomerata*), любимого корма маралов, при усилении естественных нагрузок превращается в ирисово-осоковый, состоящий из непоедаемых осок, ирисов, огонька из семейства лютиковых.

III.7. Природно-кормовой потенциал (ПКП) пастбищных регионов

Завершает ряд рассмотренных моделей пастбищных ландшафтов модель природно-кормового потенциала. Динамическая классификация типов природно-кормовых угодий, количественная обработка карты ПКУ позволяют перейти к исчислению ПКП – кормовых возможностей ландшафта. Их знание в первую очередь необходимо для использования земель приоритетного пастбищного природопользования. Показательны в этом отношении пастбищные районы юго-востока европейской части России и Казахстана. Только высокая степень *экологичности* по сравнению с земледелием и глубокие связи с древнейшими кочевыми традициями не позволили вытеснить пастбищное животновод-

ство из этих засушливых регионов в эпоху массовой распашки целинных земель.

Более того, в последнее время из-за низкой продуктивности сухостепного и пустынно-степного земледелия здесь происходит частичная выбраковка пахотных земель и перевод их под залежь. Они могут быть использованы для создания искусственных, сеяных пастбищ, способных возместить недостаток естественных кормов. Необходимо определять не только общий объем ПКП, обусловленный оптимальным использованием, но и особенности его пространственно-временной структуры. При этом учитываются площади, выбывающие из пастбищеоборота в засушливые периоды. Они должны компенсироваться путем полевого кормодобывания. Определение ПКП выполняется путем ряда последовательных операций, рассмотренных ниже.

III.7.1. Система исчисления ПКП

Все показатели природно-кормового потенциала непременно должны быть выражены количественно: площадь типов угодий, их урожайность, сезонная организация площадей в системе пастбище-сенокосооборота, емкость природных пастбищ (оптимальное поголовье скота). Последний показатель играет решающую роль в вопросе о размерах необходимых площадей сеяных кормовых угодий, которыми можно возместить естественный недостаток пастбищ в засушливый период.

Определение всего ряда параметров указанных показателей представляет собой по существу несложную, хотя и объемную работу. При этом карта природных кормовых угодий, являясь пространственной моделью ПКП, используется как источник разнообразной площадной информации.

Полученная информация позволяет многогранно оценить разнообразие пространственно-временной структуры ПКП. Для определения оптимальной пастбищной нагрузки предложена следующая формула:

$$H_0 = K_{\text{опт}} \cdot \frac{Y}{k \cdot D}, \quad (1)$$

где H_0 – оптимальная пастбищная нагрузка; количество голов выпасаемого скота на гектар кормового угодья (гол/га/дни); $K_{\text{опт}}$ – коэффициент оптимального пастбищного использования, % или доли единицы; Y – урожайность кормового угодья (кормовая продукция), корм. ед./га; k – дневная биологическая кормовая норма для одного выпасаемого животного, корм. ед./гол.; D – продолжительность выпаса, дни.

В формуле учитываются такие очевидные параметры, как урожайность Y , дневная биологи-

ческая кормовая норма для одного выпасаемого животного k , необходимая для данного хозяйства продолжительность выпаса D . Эта формула включает и коэффициент оптимального пастбищного использования K_{opt} , отражающий возможную долю изъятия биомассы, благодаря чему сохраняется не только устойчивость угодья, но и способность его к скорейшему повторному использованию после отрастания трав. Введение этого коэффициента в исходную формулу придает экологический характер всем последующим расчетам и алгоритму в целом. Коэффициент основан на учете биоклиматических особенностей пастбищных ландшафтов и способности к механическому сопротивлению их субстрата пастбищному воздействию, вытаптыванию. Очевидно, что подобный коэффициент не может иметь единого, неизменно-го значения для всех типов угодий. Он разнообразен, как разнообразна их природа, сезонные и хозяйственные состояния. Данный коэффициент – категория пространственно-временная, динамическая, ландшафтно-экологическая. Однако среди прочих параметров формулы коэффициент оптимального пастбищного использования наименее обеспечен информацией.

Его практическое применение пока опирается на довольно обобщенные рекомендации, которые мы находим в трудах крупнейшего российского пастбищеведа И. В. Ларина [28]. Им предложены значения коэффициента оптимального пастбищного использования на зональном и подзональном уровнях. Возможная доля отчуждения наземной фитомассы (от валовой), по И. В. Ларину, для тундры и лесотундры составляет 0,25–0,33; лугов лесной зоны – 0,60–0,75; луговых степей лесостепной зоны – 0,55–0,60; степей и опустыненных степей – 0,50–0,55; пустыни – 0,40–0,50. Аналогичный подход к использованию луговых угодий имеется в работах немецких и американских луговедов [4, 13]. Их принцип: «брать половину – оставлять половину». Он основан на биологическом свойстве злаков относительно быстро восстанавливать биомассу при изъятии не более половины ее объема. Как видно, коэффициенты оптимального пастбищного использования, предложенные И. В. Лариным, отчасти завышены по сравнению с рекомендуемыми зарубежными специалистами. Особенно это касается зоны тундры и лесотундры.

Известный американский эколог Ю. Одум [35], основываясь на полевом многолетнем эксперименте американских геоботаников, предлагает значительно дифференцировать экологически допустимую долю изъятия кормовой продукции коренных и деградированных угодий. На довольно сбитых пастбищах он предлагает использовать примерно треть объема биомассы

($K_{opt} = 0,37$), а не просто предоставлять им абсолютный отдых; на коренных – 0,46. Эти даже немногочисленные данные известных ученых-луговедов и экологов дают очень много. Пользуясь ими и корректируя их применительно к конкретным ПКУ, квалифицированный пастбищевед (геоботаник-ландшафтовед) может устанавливать значения коэффициента для разнообразных типов угодий изучаемого региона.

Определенная по формуле (1) оптимальная пастбищная нагрузка позволяет установить пастбищную норму P как обратную ей величину

$$P = \frac{1}{H_o}, \quad (2)$$

где P – количество гектаров, необходимых для выпаса одной головы скота в течение определенного времени (га/чел./дни). Кроме того, следует иметь в виду суточное значение пастбищной нормы (P/D).

В качестве примера произведем расчет оптимальной пастбищной нагрузки (формула 1) и пастбищной нормы (формула 2) для типчаково-ковыльных суглинистых пастбищ сухих степей российского Заволжья и Северного Казахстана, которые пригодны для выпаса крупного и мелкого рогатого скота в весенне-раннелетнее и осеннее время. Начинаем с определения кормовой продуктивности пастбищ. Валовая продукция типчаково-ковыльного сухостепного травостоя в средние по засушливости годы составляет 3,0 ц/га сухой массы. Доля этого корма, поедаемая при выпасе, равна 0,7 валовой, т. е. 2,1 ц/га. При этом питательность 100 кг его сухой массы исчисляется в 53 кормовых единицы. Отсюда, с одного гектара данного пастбища получаем 111,3 корм. ед. Коэффициент оптимального пастбищного использования заимствуем у Ю. Одума [35]. Для подобных пастбищ им рекомендован коэффициент в размере 0,46.

Оптимальную пастбищную нагрузку и пастбищную норму рассчитываем применительно к нуждам выпаса грубошерстных овец. Их суточная биологическая кормовая норма на одну голову составляет 1,05 к. ед. Продолжительность раннелетнего выпаса овец принимаем за 30 дней. Итак, все необходимые параметры подобраны, согласно формуле (1) получаем:

$$H_o = 0,46 \frac{111,3 \text{корм.ед./га}}{1,05 \text{корм.ед./гол.} \cdot 30 \text{дней}} = 1,62 \text{голов/га.}$$

Как видно, в типчаково-ковыльной сухой степи в раннелетний сезон выпаса, продолжительностью 30 дней, пастбищная нагрузка не должна превышать 1,62 голов овец на гектар.

Что касается пастбищной нормы для одной овцы на тех же кормовых угодьях в течение 30 дней, то, согласно формуле 2, она будет составлять 0,62 га/гол., а суточная норма – 0,02 га/гол. Отсюда для выпаса отары грубошерстных овец в 200 голов в течение 30 дней в начале лета необходимо располагать, как минимум, 124 га нестравленного типчаково-ковыльного сухостепного пастбища, а на одни сутки – 4,13 га.

Переход от физической величины пастбищной нормы, определенной по формуле (2), к ее вычислению в пастбищеобороте Π_n является важнейшим моментом в процессе выявления структуры и объема ПКП. Для этого нужно знание продолжительности восстановления угодья B после умеренного выпаса и продолжительности однократного использования загона-участка d . Оба показателя изменчивы от сезона к сезону в различных зонально-климатических условиях. Их параметры можно найти в справочниках по сенокосам и пастбищам. По этим показателям определяются сезонные пастбищные нормы. В данном расчете используется суточное значение физической величины пастбищной нормы.

В нашей стране в середине XX в. были приняты следующие правила организации степных пастбищеоборотов: 1) участковый (или загонный) выпас, при стравливании одного участка (загона) в течение 3–6 дней, в зависимости от погодных условий, определяющих состояние почвенно-растительного покрова в те или иные сезоны выпаса; 2) неоднократное использование одного участка в течение годовичного цикла пастбищеоборота; 3) предоставление необходимого времени для отрастания отавы перед повторным выпасом (20–25 дней); 4) одnorазовый годовичный отдых каждого участка за 4–7-летнюю ротацию с целью обсеменения травостоя, ведущего к его омоложению, усилению мощности его подземных органов, способствующего повышению устойчивости растительного покрова к пастбищным нагрузкам; 5) сенокосное использование пастбища один раз за многолетнюю ротацию, с целью борьбы с сорняками (сенокосение производится до созревания семян сорняков).

Учет изложенных требований позволил разработать формулу определения пастбищных норм в системе пастбищеоборота:

$$\Pi_n = \frac{n\delta(B/\delta + 1)}{u}, \quad (3)$$

где Π_n – пастбищная норма в системе пастбищеоборота; n – суточная пастбищная норма (в га на 1 голову скота в сутки); δ – продолжительность выпаса на одном участке (дни); B – время восстановления угодья после выпаса до момента возможного повторного использования (дни); u –

возможное количество стравливания одного участка за один сезон. Следует пояснить некоторые блоки формулы (3): B/δ – количество участков, необходимое для выпаса, пока отдыхает первый уже стравленный участок до начала его возможного повторного использования; $(B/\delta + 1)$ – общее количество выпасных участков, достаточное для двукратного использования в цикле пастбищеоборота;

Последний параметр отражает более всего сущность и преимущества пастбищеоборота. Величина этого параметра зависит от продолжительности сезона, биологических особенностей травостоя каждого типа угодий и механического состава почв, что в значительной степени определяется природными условиями каждого исследуемого региона.

Определенные по формуле (3) пастбищные нормы для каждого сезона затем суммируются. Например:

$$\Pi_n^e + \Pi_n^l + \Pi_n^o + \dots = \Pi_n^{cy}, \quad (4)$$

нормы соответственно весеннего, раннелетнего и осеннего сезонов использования; Π_n^{cy} – пастбищная норма годового цикла пастбищеоборота.

Знание величины пастбищной нормы на весь годичный цикл пастбищеоборота и площади Γ исследуемого типа пастбища позволяет определить допустимую численность поголовья, емкость E типа:

$$E = \frac{\Gamma}{\Pi_n^{cy}}. \quad (5)$$

Очевидно, что допустимая емкость может рассматриваться в качестве *меры устойчивости* ПКУ. Мету антропогенного воздействия, соответствующего устойчивости, рационально идентифицировать как *емкость* пастбищной экосистемы [18]. Таким образом, самоконтроль за устойчивостью как выражение самоорганизации со стороны системы в данном случае проявляется в процессе функционирования. Величина емкости в отличие от величины пастбищной нормы в системе пастбищеоборота растёт с увеличением кратности использования u .

Знание емкости и пастбищной нормы на одно животное для каждого сезона дает возможность определить *площадь, необходимую для содержания исчисленного поголовья в каждом сезоне* (Γ^e , Γ^l , Γ^o и т. п., где индексы B , L , O означают сезон выпаса – весну, лето, осень). Например, площадь для выпаса весной:

$$\Gamma^e = E \cdot \Pi_n^e. \quad (6)$$

Весь набор площадей, определенных для каждого сезона по формуле (6), отражает сезонную пространственно-временную структуру природ-

но-кормового потенциала в годовом цикле пастбищеоборота. Знание пространственно-временной структуры позволяет выявить недостающие для содержания исчисленного поголовья E площади. Они определяются при сравнении необходимых площадей, вычисленных по формуле (6), с имеющимися в исследуемом регионе площадями. Преодоление недостатка пастбищ возможно путем традиционного отгона или создания сеяных угодий на выявленных площадях пашен в процессе определения ПКП вышеозначенным методом.

Завершающим этапом рассматриваемого алгоритма является исчисление сенокосной емкости. Ее величина определяет численность поголовья скота, которое можно прокормить в течение стойлового периода. Определение проводится так же, как и для пастбищного фонда, – дифференцированно, по типам сенокосов. Основными параметрами, определяющими сенокосную емкость E_c , являются – урожайность сенокосов $У$, их площади $Г$, дневная кормовая норма на одну голову скота $к$ и продолжительность стойлового периода $С$:

$$E_c = \frac{У \cdot Г}{к \cdot С}. \quad (7)$$

В семиаридных и аридных регионах, нередко испытывающих недостаток природных сенокосов, сенокосная емкость, как правило, оказывается меньше пастбищной емкости. То есть имеющиеся сенокосы в исследуемом аридном регионе не могут дать столько стойловых кормов, которые нужны для содержания стада, обеспечиваемого его пастбищами. Знание этой разницы, полученное в процессе выявления природно-кормового потенциала, позволяет рассчитать недостающие объемы стойловых кормов и соответственно с ними определить площади недостающих сенокосов, принимая во внимание возможную урожайность кормовых культур на пахотных землях региона. Эти площади могут быть созданы в пахотном фонде, пригодном для возделывания кормовых культур. Предлагаемая методика была апробирована на примере Шидертинского природно-кормового района Павлодарской области Казахстана (табл. 32, 33) [17, 18].

Исчисление ПКП, согласно предложенному алгоритму, нуждается в применении компьютерных технологий. Особенно в связи с чрезвычайной дифференциацией расчетов не только на уровне типов ПКУ, но и их дигрессионных стадий, разногодичных и сезонных состояний, для отдельных видов скота, их разных возрастных групп и т. п. Компьютерные технологии помогают успешно справляться с обширными массивами данных, которые обычно задействуются в процессе

определения объема и структуры ПКП, а также восстановления необходимого баланса пастбищных и пахотных земель в кормодобывании и кормопроизводстве.

Представленный выше процесс исчисления природно-кормового потенциала пастбищных ландшафтов необходим в качестве основы программного обеспечения земельных информационных систем в пастбищных регионах. Алгоритм, позволяющий установить баланс кормового потенциала с привлечением в животноводческий фонд пахотных земель, здесь особенно нужен. Региональные службы пастбищ вряд ли могут быть эффективными без оснащения их земельными информационными системами.

III.7.2. Соотношение пахотных и пастбищных земель

Предлагаемый алгоритм, применяемый дифференцированно в разных регионах, может использоваться и при решении ряда задач многоаспектной проблемы соотношения пахотных и пастбищных земель (СППЗ). При этом приходится сталкиваться с необходимостью изыскания дополнительных площадей в пахотном фонде для окончательного сбалансирования как пастбищных, так и сенокосных кормов, о чем свидетельствуют данные табл. 32 и 33. Именно таким образом, на региональном уровне, следует решать проблему СППЗ. Наблюдаемый в настоящее время процесс возвращения выбракованных сельскохозяйственных площадей в когда-то «обескровленный» пастбищный фонд позволяет наметить одно из стратегических направлений решения проблемы СППЗ. Таким направлением можно считать установление баланса пахотных и пастбищных земель в животноводческих регионах.

Окончательное решение проблемы СППЗ, вероятно, возможно при исчислении пространственно-временной структуры природно-кормового потенциала в сочетании с определением пахотного потенциала региона. В этом плане существенным вкладом в решение данной комплексной проблемы могут стать разработанный недавно почвенно-экологический индекс земель [12], а также бонитировка и экономическая оценка пахотных угодий с учетом современных требований рыночной экономики. Они позволят формализовать решение проблемы СППЗ, обосновать изъятие из сельскохозяйственного производства нерентабельных земель и передачу их в сферу пастбищного использования.

Обострившаяся в последние годы необходимость учета глобально распространяющихся инфекций, грозящих здоровью человека, домашних и диких животных, заставляет сосредоточить внимание на проблемах экологической оптимизации

Таблица 32

Пастбищный потенциал Шидертинского природно-кормового района
(Северный Казахстан, Павлодарская область)

Типы угодий*	Сезоны	Пастбищные площади, тыс. га		Емкость, тыс. голов	
		для овец	для КРС	овец	КРС
Сухостепные и солонцово- сухостепные ПКУ (типы А, Б)	в	218,8	164,1	270,2	36,0
	рл	172,1	133,8	270,2	36,0
	о	290,1	383,2	270,2 (+24,8)	36,0
	всего в-рл-о	681,0	681,1	270,2 (+24,8)	36,0
Пойменные луга (отава)	июль- август	17,0	17,0	188,9	31,5
Сеяные травы (отава)		8,8	3,4	81,4	4,5
Всего (отава-сенокосов)		25,8	20,4	270,3	36,0

*Тип А – сухостепные равнинные типчаково-ковыльные (с тырсой, красным ковылем) на темно-каштановых суглинистых почвах; тип Б – типчаково-ковыльные в комплексе с галофитными полынными сообществами на солончаках. В скобках со знаком + указано поголовье овец, которое может быть прокормлено дополнительно на пастбищах района в осенний сезон.

Таблица 33

Сенокосный потенциал Шидертинского природно-кормового района (Северный Казахстан,
Павлодарская область)

Типы ПКУ* (сроки сенокоса)	Площади сенокосов в системе пастбище-сено- косооборота (тыс.га) при содержании		Кормовая продукция сенокосов, кормовых единиц		Поголовье на 150 дней стойлового периода, тыс. голов	
	овец	КРС	для овец	для КРС	овец	КРС
В (1-й урожай, конец мая– начало июня)	17,00	17,00	5 140 800	5 140 800	32,64	5,27
А _о (1-й урожай, начало мая)	128,84	129,82	10 227 499	10 304 985	64,94	10,57
А _{рл} (отава пастбища, середина сентября)	53,45	53,06	4 243 304	4 211 752	24,71	3,96
А _в (отмершая отава пастбища, октябрь)	68,54	67,95	2 897 957	2 873 210	18,40	2,95
Б _о (1-й урожай, конец мая– начало июня)	68,59	111,53	8 325 302	13 537 725	52,86	13,88
Б _{рл} (отава пастбища, середина сентября)	52,60	34,92	3 216 607	2 135 185	20,42	2,19
Б _в (отмершая отава пастбища, октябрь)	66,59	41,33	2 815 601	1 747 703	17,88	1,79
Всего по ПКУ	455,61	455,61	36 867 070	39 951 360	231,85	40,61
Люцерно-житняковая травосмесь (1 укос, май)	8,79	3,41	3 495 365	1 358 399	22,19	1,39
Люцерно-житняковый травостой (отава, пастбища, сентябрь)	8,79	3,41	3 805 756	1 479 026	24,16	1,52
Всего по культурным сенокосам	8,79	3,41	7 301 121	2 837 425	46,35	2,91
Итого по природным и культурным угодьям	464,40	459,02	44 168 191	42 788 785	278,20	43,52

* А, Б – типы сухостепных ПКУ. В – пырейные, костровые, вейниковые, разнотравно-злаковые сенокосы в поймах рек. Указания на использование данных площадей в соответствующие сезоны пастбищеоборота: о – осенью, рл – ранним летом, в – весной.

СППЗ. Они не могут быть решены без знания хозяйственной емкости ландшафта. Емкость – мера его устойчивости. Знание величины емкости – конструктивная основа непрерывности природопользования, природоохранных мероприятий, устойчивого социально-экономического развития. Более того, знание емкости пастбищ и величины сенокосного потенциала позволяет выявить недостающие объемы кормов в засушливый и стойловый периоды. Это дает основания для изыскания их в пахотном хозяйстве. Экологически ориентированную цифровую информацию, полученную с помощью картографической и математической моделей ПКУ, следует считать основой для ландшафтного планирования пастбищных регионов.

Пастбищные угодья всегда были и остаются в числе самых ценных ресурсообразующих земель. Умелое, научно обоснованное управление их эксплуатацией, уход и охрана, природно-хозяйственная оптимизация – вот те главные вопросы, на которые должны дать аргументированные ответы исследователи пастбищных ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Б. А., Алексеева Н. Н., Аршинова М. А., Калуцкова Н. Н., Климанова О. А., Ковалева Т. А., Кондратьева Т. И., Макунина Г. С., Романова Э. П. Пастбищные ландшафтно-геоэкологические системы мира // География, общество, окружающая среда. Т.2. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 409–428.
2. Андреев В. Н. Пастбищное хозяйство в северном оленеводстве // Пастбища и сенокосы СССР. М.: Колос, 1974. С. 461–471.
3. Андрианов Б. В. Неоседлое население мира. М.: Наука, 1985. 280 с.
4. Арчер С., Банч К. Луга и пастбища Америки. М.: Изд-во иностр. лит., 1965. 364 с.
5. Библия. Издание миссионерского общества «Новая жизнь – Советский Союз». 1991 // Первая книга. Бытие. С. 1–57.
6. Виноградов Б. В. Дистанционная индикация и картирование пастбищ // Исследование Земли из космоса. 1981. №3. С. 35–45.
7. Высоцкий Г. Н. Ергеня. Культурно-фитологический очерк // Пг., 1915. Отд. отг. из «Тр. Бюро по прикладной ботанике». Т. 8, № 10–11. С. 1113–1443.
8. Горяинова И. Н., Микляева И. М., Швергунова Л. В. География природных кормовых угодий России // География, общество, окружающая среда. Т. 3. М.: Городец, 2004. С. 511–526.
9. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации в 2004 г.» М.: М-во природных ресурсов РФ, 2005. С. 35–37.
10. Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли. СПб.: Азбука-классика, 2002. 607 с.
11. Использование и улучшение сенокосов и пастбищ // Сб. переводов из иностранной периодической литературы. М.: Изд-во иностр. лит., 1956. 475 с.
12. Карманов И. И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельско-хозяйственных культур. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 114 с.
13. Клапп Э. Сенокосы и пастбища. М.: Сельхозгиз, 1961. 615 с.
14. Ковальченко И. Д. Методы исторического исследования. М.: Наука, 2003. 485 с.
15. Копыл И. В. Естественные кормовые угодья (карта) // Атлас Северного Казахстана. М.: ГУГК, 1970. С. 58, 59.
16. Копыл И. В. Естественные кормовые угодья (карта) // Алтайский край. Атлас. Т. 1. М.; Барнаул: ГУГК, 1978. С. 124, 125.
17. Копыл И. В. Пастбищные ландшафты: геоэкологическая концепция // Агрولандшафтные исследования: методология, методика, региональные проблемы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 82–119.
18. Копыл И. В. Пастбищные ландшафты: устойчивость и управление // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1992. № 2. С. 35–43.
19. Копыл И. В. Динамика пастбищных ландшафтов и тенденции опустынивания в прикаспийской полупустыне // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2002. № 2. С. 34–39.
20. Копыл И. В. Пастбищные ландшафты: от истории проблемы к современной концепции // Проблемы региональной экологии. 2004. № 1. С. 62–71.
21. Копыл И. В. Пастбищные ландшафты: типология, классификация, картографирование (системность, динамические аспекты) // Проблемы региональной экологии. 2007. №1. С. 6–14.
22. Копыл И. В., Котова Т. В., Огуреева Г. Н. Растительность // Исследование природной среды космическими средствами. Т. 4. М.: ВИНТИ, 1975. С. 37–46.
23. Копыл И. В., Николаев В. А. Физико-географическое районирование Прикаспийской низменности по материалам космической съемки // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1984. №1. С. 65–70.
24. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. Под ред. И. В. Ларина. Т. 1–3. М.; Л.: Сельхозгиз, 1950, 1951, 1956. 688 с., 948 с., 879 с.
25. Космические методы геоэкологии. Атлас / Под ред. Кравцовой В. И. М.: Географический ф-т МГУ, 1998. Листы 52–59.

26. *Крючков В. Г.* Техничко-экологические основы сельскохозяйственного производства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 105 с.
27. *Ларин И. В.* Опыт определения по растительному покрову почв, материнских пород, рельефа сельскохозяйственных угодий и других элементов ландшафтов средней части Уральской губернии. Кзыл-Орда, 1926. 44 с.
28. *Ларин И. В.* Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. Л.: Колос, 1964. 515 с.
29. *Линдеман Г. В., Абатуров Б. Д., Быков А. В., Лопушков В. А.* Динамика населения позвоночных животных заволжской полупустыни. М.: Наука, 2005. С. 57–73.
30. *Люкшиндерль Л.* Спасите Альпы. М.: Прогресс, 1987. 168 с.
31. *Маркс К., Энгельс Ф.* Избранные произведения. М.: Политиздат, 1983. Т. 1.
32. *Мильков Ф. Н.* Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 224 с.
33. *Николаев В. А., Копыл И. В.* Агрландшафтное дешифрирование космических снимков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1985. №2. С. 34–41.
34. *Николаев В. А., Копыл И. В.* Ландшафтная экология сельскохозяйственных земель // География, общество и окружающая среда. Т. 2. Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 257–268.
35. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
36. *Оуэн О.* Охрана природных ресурсов. М.: Колос, 1977. 415 с.
37. *Пачоский К. И.* Описание растительности Херсонской губернии. Т. 2. Степи. Херсон, 1917. 366 с.
38. Природные кормовые угодья Российской Федерации и сопредельных государств: Карта для высших учебных заведений. Федеральная служба геодезии и картографии России. 2001.
39. *Работнов Т. А.* Луговое хозяйство. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. 350 с.
40. *Ракитников А. Н.* География сельского хозяйства. М.: Мысль, 1970. 344 с.
41. *Раменский Л. Г.* О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника. 1935. № 4. С. 2542.
42. *Раменский Л. Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
43. *Раменский Л. Г.* Вопросы классификации, типировки и характеристики пастбищ и сенокосов при их паспортизации // Ботанич. журнал. 1950. № 3. С. 254–262.
44. *Роде А. А., Польский М. Н.* Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический состав и физические свойства // Тр. Ин-та почвовед. АН СССР. 1961. Т. 56. С. 3–214.
45. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 3. М.: Советская энциклопедия, 1973.
46. *Соболев Л. Н.* Кормовые ресурсы Казахстана. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 220 с.
47. *Сочава В. Б.* Пастбищные системы в оленеводстве // Северное оленеводство. 1933. № 20–21. С. 6–9.
48. *Сочава В. Б.* Геоботанические исследования при внутрихозяйственном устройстве оленеводческих совхозов и колхозов. Л.: Ин-т оленеводства ВАСХНИЛ, 1934. 64 с.
49. *Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
50. *Сукачев В. Н.* Программа для ботанико-географических исследований. Леса, луга и болота. Псков, 1909. 55 с.
51. *Хакен Г.* Синергетика. М.: Мир, 1985. 419 с.
52. *Цаценкин И. А.* Геоботаническое изучение пастбищ и сенокосов СССР, их классификация // Пастбища и сенокосы СССР. М.: Колос, 1974. С. 33–48.
53. *Швергунова Л. В., Михайлова Г. А., Горяинова И. Н.* Опыт мелкомасштабного картографирования природных кормовых угодий с учетом их динамики // Значение биogeографии для мелиорации. М., 1979. С. 75–88.
54. *Шенников А. П.* Луговое хозяйство. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1941. 510 с.
55. *Шнирельман В. А.* Возникновение производящего хозяйства. М.: Наука, 1989. 444 с.
56. FAOSTAT. FAOSTAT Statistics DATABASE. FAO, Rome, Italy. 2003. Доступно по: [http // www.fao.org](http://www.fao.org).
57. *Russel D. B., Ison R. L.* The research-development relationship in rangelands: an opportunity for contextual science: Act. 4 Congr. int. terres pacours, Montpellier, 22–26 avg., 1991. V. 3. Montpellier, 1991.