

Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы

Факультет сельскохозяйственных наук

Кафедра биологии, экологии и химии



Т.И.Чехова

ЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Учебное пособие



Костанай, 2024

Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы

Факультет сельскохозяйственных наук

Кафедра биологии, экологии и химии

Т.И.Чехова

ЛАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Учебное пособие

Костанай, 2024

УДК 502.5 (075. 8)

ББК 20.1я73

Ч56

Составитель:

Чехова Татьяна Ивановна, кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора

Рецензенты:

Арсентьева Светлана Владимировна – руководитель отдела природоохранных программ ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования акимата Костанайской области»

Юнусова Гульнара Батырбековна – кандидат технических наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры биологии, экологии и химии Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы

Жарлыгасова Гульмира Дюсенбаевна – кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры биологии, экологии и химии Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы

Чехова Т.И.

Ч56 Ландшафтная экология: учебное пособие – Костанай: КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, 2024. – 84с.

В учебном пособии рассматривается теоретический материал по ландшафтам, их свойствам, причинам, приводящим к нарушениям. Изложены вопросы рекультивации нарушенных ландшафтов. Приведены в конце каждой темы контрольные вопросы.

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины, и предназначено для магистрантов образовательной программы «7M05201- Геоэкология и управление природопользованием», выполнено в рамках реализации задач международного проекта ERASMUS+ № 618715-EPP-1-2020-1-DE-EPPKA2-CBHE-JP «Продвижение циркулярной экономики в странах-партнерах путем разработки и реализации магистерской программы «Управление отходами» (UnWaste).

УДК 502.5 (075. 8)

ББК 20.1я73

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы, 25.09.2024 г., протокол № 5

© КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы

Содержание

Введение.....	4
Тема 1 История возникновения «ландшафтной экологии».....	5
Тема 2 Основные понятия в ландшафтной экологии.....	9
Тема 3 Компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы	18
Тема 4. Морфология ландшафтов.....	27
Тема 5. Свойства ландшафтов.....	32
Тема 6 Функционирование, устойчивость и динамика природных геосистем и ландшафтов.....	37
Тема 7 Изменчивость, устойчивость и динамика ландшафта.....	41
Тема 8 Классификация ландшафтов.....	44
Тема 9 Учение об антропогенном ландшафте.....	47
Тема 10 Рекультивация земель.....	53
Тема 11 Рекультивация земель, нарушенных несанкционированными свалками.....	64
Тема 12 Рекультивация полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).....	67
Тема 13 Рекультивация нарушенных агроэкосистем.....	71
Тема 14 Рекультивация нарушенных земель Северо-Восточного Прикаспия в зоне добычи нефти.....	78
Список использованных источников.....	81

Введение

Ландшафтная экология – междисциплинарная наука, объединяющая новейшие теоретические и практические знания ландшафтоведения, экологии и прикладного ландшафтоведения с целью их использования в различных отраслях хозяйственной деятельности человека.

В связи с тем, что деятельность человека приводит к многочисленным проблемам в облике Земли, необходимо знать и понимать, каким образом, можно восстанавливать нарушенные ландшафты.

Цель курса - формирование системы знаний и практических навыков о пространственной дифференциации и функциональной организации экосистем на основе современных методов исследования, влиянии антропогенной деятельности на ландшафты, приводящие к экологическим проблемам, мероприятиях по восстановлению нарушенных ландшафтов.

Задачи дисциплины:

- 1) изучение характерных черт современных экосистем, в той или иной мере затронутых антропогенным воздействием;
- 2) ознакомление с основными направлениями ландшафтно-экологических исследований;
- 3) изучение этапов восстановления нарушенных ландшафтов.

Объект изучения – ландшафты, предмет изучения – влияние хозяйственной деятельности человека на экологическое состояние природных, антропогенных ландшафтов, мероприятия по восстановлению нарушенных ландшафтов.

Тема 1 История возникновения «ландшафтной экологии»

Карл Тролль в 1939 году сформулировал термин «экология ландшафта» или «ландшафтная экология». Он считал, что мощный импульс развитию науки дало использование аэрофотоснимков. Таким образом, экология ландшафта представляла собой смежную дисциплину на стыке географии и биологии. Тролль определил ландшафтную экологию как науку о природных комплексах, «обусловленных взаимоотношениями между живыми существами и их средой в данной части ландшафта», которая изучает «экотопы» – относительно однородные в своем биолого-экологическом содержании небольшие ландшафтные единицы, аналогичные ландшафтными фациям. Термин этот, однако, поначалу не прижился. Развитие науки в то время чаще всего понимали как углубление специализации, что выразилось в дифференциации наук о природе.



Карл Тролль (*Carl Troll*; 1899 - 1975) - немецкий физико-географ, с 1930 г. профессор колониальной и “заморской” [Überseegeographie] географии Берлинского университета, с 1938 г. профессор географии и директор Географического института Боннского университета (в 1960–1961 гг. ректор университета).

Основатель ландшафтной экологии (Troll, 1939), или геоэкологии (Troll, 1968) как учения о взаимодействии рельефа, климата, растительности и человеческого общества.

В конце 40-х – начале 50-х годов стало развиваться структурно-генетическое направление в науке о ландшафтах, основоположником стал Солнцев Н.А.



Солнцев Николай Адольфович (1902-1991) - физико-географ, ландшафтовед и геоморфолог, один из основоположников регионального ландшафтоведения, организатор науки и педагог. Доктор географических наук (1964), профессор МГУ. Он создал теорию современного ландшафтоведения, сформулировал представление о ландшафте и разработал учение о морфологии ландшафта.

Позже К. Тролль внес изменения в первоначальное определение, ссылаясь на модную тогда концепцию экосистемы А. Тэнсли. В результате этого ландшафтную экологию все чаще трактовали как биологическую

дисциплину (экология, рассматриваемая в масштабе ландшафта), но без учета ее интегрирующего характера в исследованиях ландшафта, и в особенности его динамики.

Возрождение ландшафтной экологии приходится на 70–80-е гг. прошлого века. В 1972 г. в Нидерландах было основано Общество ландшафтной экологии, которое в 1981 г. стало организатором международной конференции «Перспективы ландшафтной экологии». В России к этому времени сформировалась ландшафтно-экологическая школа сибирских географов под руководством В.Б. Сочавы. В Словакии по инициативе М. Ружички прошел цикл научных семинаров, посвященных вопросам ландшафтноэкологических исследований (за 1967–2006 гг. состоялось 14 конференций).

В 1976 г. впервые в мире вышел в свет учебник Г. Лесера под названием «Ландшафтная экология». Вся эта деятельность стала основой для создания международной организации.

В 1982 г. в г. Пьештяны в Словакии была основана Международная ассоциация ландшафтной экологии (International Association for Landscape Ecology, IALE), которая развивалась на первых порах очень динамично. Число ее членов быстро увеличивалось, создавались национальные и региональные организации, объединявшие экологов ландшафта, организовывались многочисленные конференции разного масштаба, в ходе которых были представлены сообщения, подготовленные представителями разных научных дисциплин, занимающихся природной системой, а также взаимоотношениями антропогенной деятельности и природы. Привлекательная сила этих встреч заключалась в том, что они давали возможность сопоставить используемые методы и обсудить разнообразные подходы к вопросу. Динамичное развитие ассоциации IALE со временем замедлилось. Многочисленные национальные организации на самом деле так и не начали действовать, а существующие при IALE рабочие группы либо ограничивали, либо временно прекращали свою деятельность. Сначала эколого-ландшафтное движение подверглось формализации. Только в течение последних лет вновь наблюдается некоторое развитие ассоциации, что связано с распространением информации о международном движении ландшафтоведов-экологов из Юго-Восточной Азии, Африки, Южной Америки.

Взгляды, касающиеся места ландшафтной экологии в системе наук, неоднократно менялись. К. Тролл предполагал, что она станет вполне автономной дисциплиной; в этом же духе высказывались основатели IALE. Еще дальше пошла концепция А. Вальсанджакомо: он считал, что в исследованиях системы природа - человек существуют три подхода: биологический, географический и гуманитарный, которые осуществляются соответствующим образом в биоэкологии, геоэкологии и экологии человека. Первая из этих дисциплин изучает живую природу, а ее главная цель - познание процесса эволюции. Объект исследований в принципе не включает

человека, который воспринимается почти исключительно как источник разрушения. Геоэкология в свою очередь изучает ландшафт в целостном аспекте, включая человека и последствия его воздействия на природную среду. В пределах геоэкологии Вальсанджакомо выделяет ландшафтную экологию и палеоэкологию, отмечая, что ландшафтная экология является современной дисциплиной, использующей принципы общей теории систем, начало которой, несомненно, положили географы, но которой занимаются также экологи с биологическим образованием и специалисты по региональному планированию.

Экология человека анализирует общественную деятельность в связи с природными условиями. Автономность ландшафтной экологии отмечается также в польском учебнике ландшафтной экологии А. Рихлинга и Дж. Солона, изданном впервые в 1994 г. Согласно этим авторам, экология ландшафта представляет собой отдельную научную дисциплину, специфика которой заключается в целостном подходе к предмету исследований, т.е. к ландшафту в совокупности с человеком и результатами его деятельности, ландшафт изучается в структурном, функциональном и визуальном аспектах.

Такая установка соответствует концепции П. и Г. Делькуров, которые считают, что основная задача ландшафтной экологии - оценка экологической структуры ландшафта и развития ландшафтных процессов во времени, а также определение экологических последствий преобразования природных ландшафтов (или близких природным) в антропогенные (культурные). Такое утверждение, по-видимому, требует сегодня пересмотра. Все чаще экология ландшафта понимается как исследовательское поле, на котором встречаются специалисты-представители разных научных дисциплин. Под названием ландшафтно-экологических проводятся самые разнообразные исследования, в том числе узкоспециальные, сосредоточенные на отдельных элементах ландшафта. Об этом свидетельствует тематика конгрессов и конференции IALE, а также национальных организаций, объединяющих экологов ландшафта. Тематика таких форумов становится в настоящее время все разнообразнее. Предлагаемые проблемы, особенно в случае крупных конгрессов мирового масштаба, формулируются как достаточно общие, что отражается на значительном многообразии и произвольности тематики заявляемых (и представляемых) выступлений.

Ярким примером вышесказанного был VII мировой конгресс Международной ассоциации ландшафтной экологии, организованный в Вагенингене (Нидерланды) в июле 2007 г. по случаю 25-летия ее основания. В конгрессе с докладом или постером приняли участие свыше 700 человек. Было заслушано 6 пленарных докладов, заказанных оргкомитетом, а остальные выступления распределялись в рамках симпозиумов и открытых сессий по 10 тематическим группам. Деление в итоге оказалось не вполне логичным, наряду с этим участие в работе проходивших параллельно свыше десяти заседаний было достаточно затруднительным. Кроме того,

выступления не всегда соответствовали тематике симпозиума или сессии. На конгрессе были образованы следующие тематические группы:

- ландшафт, землепользование, политика и управление ландшафтом;
- городская среда и транспорт;
- экологические сети, фрагментация и взаимосвязи;
- экогидрология, воды и реки;
- мониторинг и классификация ландшафта;
- культурный ландшафт, формирование ландшафта;
- оценка изменений ландшафта;
- воздействие глобальных изменений;
- концепции планировки и формирования ландшафта;
- леса, растительность и ландшафт.

Как следует из приведенного списка, на конгрессе были представлены сообщения специалистов в разных научных дисциплинах. Тематика докладов далеко не всегда была связана с ландшафтными исследованиями, это подтверждает, что экология ландшафта трактуется как обширное исследовательское поприще, поэтому не следует считать ее наукой с четко определенным предметом и собственной методологией. Итак, еще в 1991 г. подобное мнение высказали Лесер и Родд, которые отмечали, что эколого-ландшафтные исследования проводятся на трех уровнях: непосредственном, когда объект исследований трактуется как интегральная, комплексная система (исследования ведутся в рамках географии и биологии); промежуточном, когда цель исследования заключается в установлении отдельных ландшафтных факторов (исследования в рамках таких специализированных отраслей, как гидрология и климатология) и практическом — имеются в виду прикладные проекты, выполняемые специалистами с разнообразной подготовкой. Подобные выводы следуют из дефиниции ландшафтной экологии, сформулированной на сайте Международной ассоциации ландшафтной экологии (www.landscape-ecology.org). Согласно этому определению, экология ландшафта — это исследования (а не научная дисциплина) пространственных изменений ландшафта, которые ведутся в разных масштабах.

Контрольные вопросы:

1. Кто и в каком году сформулировал термин «ландшафтная экология»?
2. Что представляет собой наука «ландшафтная экология»?
3. Какой вклад в развитие ландшафтной экологии внес Солнцев Н.А.?
4. Когда и где было организовано Общество ландшафтной экологии?

Чем оно занималось?

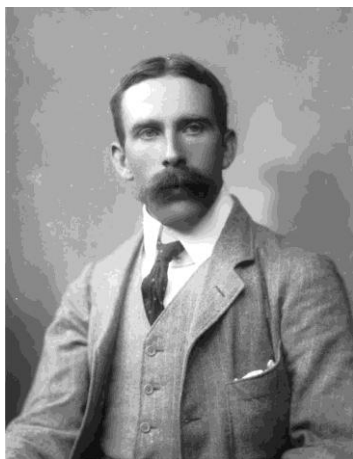
5. Когда сформировалась Международная ассоциация ландшафтной экологии? В чем заключалась ее деятельность?

Тема 2 Основные понятия в ландшафтной экологии

Формирование ландшафтной экологии связано с целесообразностью объединить изучение пространственного взаимодействия природных явлений с исследованием «вертикальных» взаимоотношений между ними в границах определенного природного комплекса (экосистемы, ландшафта). Интересы ландшафтной экологии сосредоточены на анализе структуры и функционирования ландшафтов, взаимоотношения их составных биотических и косных компонентов, а также на воздействии общества на природную составляющую. Следовательно, ландшафтная экология – это экология природно-антропогенных систем. Ландшафтная экология выработала свою научную терминологию.

2.1 Экосистема

Экосистема, или экологическая система - биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними. Одно из основных понятий экологии. Термин был предложен в 1935 году английским ученым Артуром Тенсли.



Артур Тенсли (Arthur Tansley) (1871 - 1955) - британский ботаник, считается одним из первых в мире экологов. В 1935 году в своем труде «Правильное и неправильное использование ботанических терминов» ввел термин экосистема. Это увековечило его имя в науке.

Экосистема представляет собой природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, которые связаны между собой вещественным и энергетическим обменом. В географической науке термин «природный комплекс» используется для обозначения любых взаимосвязанных компонентов и явлений природы. Это довольно широкое понятие не указывает на полноту охвата составляющих его компонентов и применяется в равной степени для обозначения сообществ организмов, сочетаний элементов рельефа, почв, атмосферных явлений и т. д. Природный комплекс, характеризующийся закономерным сочетанием элементов природы на определенной территории, имеющий более или менее четкие рубежи, именуется уже природно-территориальным.

Экосистема также имеет закономерное сочетание биотических и косных компонентов природы на определенной территории, но не является синонимом природного или природно-территориального комплекса. Она – одна из разновидностей огромного разнообразия природных систем. Основное значение в ее образовании и функционировании принадлежит

организму или сообществам организмов. Структура экосистемы представлена на Рисунке 1.

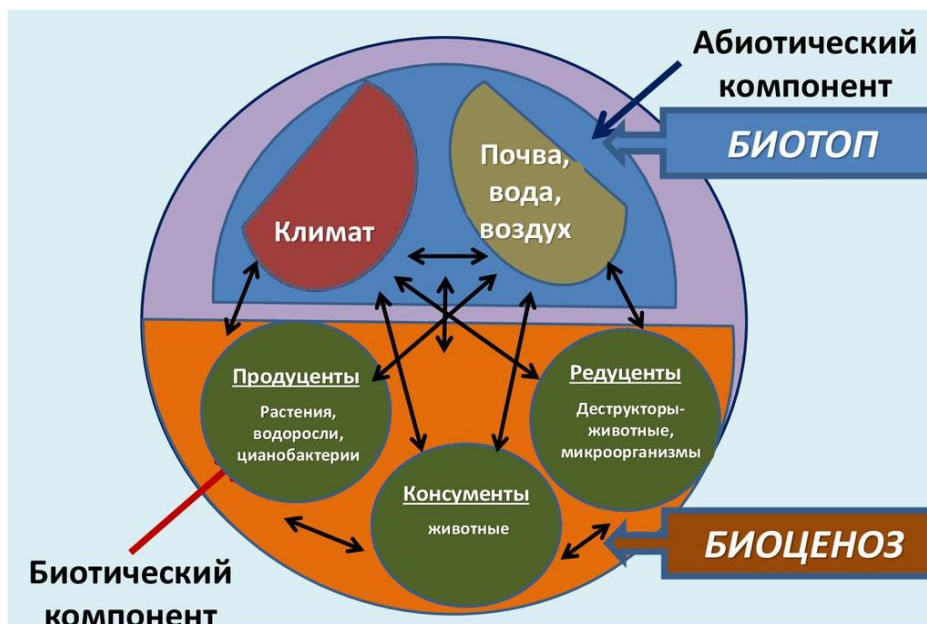


Рисунок 1 – Структура экосистемы

2.2 Геосистема

Геосистема (географическая система) – особый класс управляемых систем; земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом.



Термин «геосистема» ввел Сочава В.Б. в 1963 году. Первоначально этот термин использовался только для обозначения природных территориальных систем, в настоящее время он применяется для обозначения социально-экономических и природно-общественных пространственных систем (рис.2).

Виктор Борисович Сочава (1905 – 1978) – геоботаник и ландшафтовед, академик АН СССР (1968), создатель Сибирской географической школы и нового направления в науке - учение о геосистемах.



Рисунок 2 – Геосистема по В.Б.Сочаве (1978 год)

Компонентами геосистем являются крупные постоянные составные части их вертикального строения или входящие в них фрагменты отдельных сфер географической оболочки: литосферы, гидросферы и биосферы. Взаимодействие и развитие геосфер усложняет свойства геосистем. В связи с этим при их анализе возникает необходимость расчленения компонентов на элементы. Элементы геосистем – простейшие частицы компонентов, из комбинации которых складывается многообразие объектов реального мира. Элементы, как правило, характеризуют отдельные свойства или состояния компонентов.

Сочава В.Б. выделил три главных уровня геосистемы (рис.3): планетарный, региональный и локальный (типологический).

Планетарный представлен на нашей планете в единственном числе: это географическая (ландшафтная) оболочка.

Региональные геосистемы – крупнейшие структурные части географической оболочки: физико-географические (ландшафтные) зоны, страны, провинции, собственно ландшафты.

Геосистемы локального уровня – относительно простые образования, так называемые урочища и фации – предельные единицы ландшафтно-географической дифференциации, которые характеризуются признаком неделимости по всем основным компонентам.

ГЕОСИСТЕМНЫЕ УРОВНИ	ПЛАНЕТАРНЫЙ	ЛАНДШАФТНАЯ ОБОЛОЧКА ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСА КОНТИНЕНТЫ, ОКЕАНЫ СУБКОНТИНЕНТЫ
	РЕГИОНАЛЬНЫЙ	ЛАНДШАФТНЫЕ СТРАНЫ ЛАНДШАФТНЫЕ (ЗОНАЛЬНЫЕ) ОБЛАСТИ ЛАНДШАФТНЫЕ ПРОВИНЦИИ ЛАНДШАФТЫ
	ЛОКАЛЬНЫЙ	МЕСТНОСТИ УРОЧИЩА ПОДУРОЧИЩА ФАЦИИ

Рисунок 3 – Иерархия природных геосистем

Основные положения концепции геосистемы:

- 1) геосистема – это материальный объект, ее составляют природные элементы, антропогенные рассматриваются как внешние;
- 2) геосистемой является как элементарная ландшафтная единица (фация), так и геосфера в целом;
- 3) геосистема выделяется как объект пространства (территории), т.е. это территориальное образование, в границах которого компоненты характеризуются характером связей;
- 4) геосистема категория динамическая.

Среди геосистем выделяют разные модели: природную, природно-техническую, интегральную (рис. 4).

Природная геосистема рассматривается как сравнительно простая географическая модель, саморегулирующаяся система. Ее целостность поддерживается взаимосвязью природных компонентов.

В природно-технических системах техника и природа представлены как элементы одной системы. Представление о геосистеме как системе самоуправляемой относительно быстро меняется на представление о ней как системе управляемой

Геосистема, включающая в качестве своих элементов население и орган управления, который принимает и контролирует решения, называется *интегральной*. Для рационального природопользования это очень важно, так

как ставится задача выработки системы мер по сохранению целостности геосистемы.

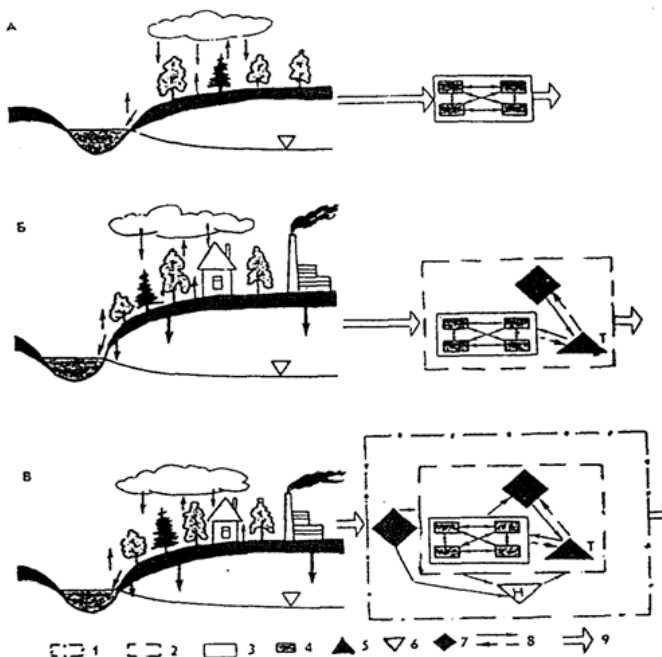


Рисунок 4 – Модели разных видов геосистем:
природной (А), природно-технической (Б), интегральной (В)

1 – граница интегральной геосистемы; 2 – граница природно-технической геосистемы; 3 – границы природной геосистемы; 4 – природные компоненты, элементы; 5 – технические элементы, подсистемы; 6 – население, чел.; 7 – орган управления; 8 – связи между компонентами, элементами, подсистемами; 9 – связи на входе и выходе систем

2.3 Экосистемы и геосистемы

Термины «экосистема» и «геосистема» обозначают объективно существующие природные комплексы, состоящие из взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. Гео- и экосистемы содержат одинаковый набор природных компонентов, обладающих общими свойствами и механизмами функционирования.

Различия же связаны с направленностью изучаемых связей и характером пространственных границ. Выделяют два принципиальных отличия между этими понятиями:

1) В экосистеме анализ связей имеет биоцентрический аспект: т.е. главными являются живые компоненты и рассматриваются влияние всех природных факторов на них, при этом особое внимание уделяется трофическим (пищевым) связям.

При изучении геосистем такого акцента не делается: все компоненты и связи между ними рассматриваются как равнозначные; одинаковое внимание уделяется прямым и обратным связям.

2) Понятие экосистемы (в классическом понимании) неограниченно пространственными рамками, т.е. это безразмерное понятие – оно в равной мере распространяется и на каплю воды, и на биосферу в целом.

Геосистемы всегда имеют пространственные (горизонтальные) границы.

2.4 Природно-территориальный комплекс

Природно-территориальный комплекс (ПТК) – сочетание природных компонентов, образующих целую систему различных уровней от географической оболочки до фаций. Обычно ПТК включает участок земной коры с присущим ему рельефом, поверхностными и подземными водами, приземный слой атмосферы, почвы, сообщества организмов (рис. 5). К «особым» самостоятельным компонентам относятся рельеф и климат, так как они играют «важную роль в формировании и функционировании ПТК» [Исаченко, 1991].

Теорию природно-территориального комплекса развивали следующие ученые: В.В. Докучаев (1846—1903), Л.С. Берг (1876—1950), Д.Л. Арманд (1905—1976), Ф.Н. Мильков (1918—1996), и др.

Природно-территориальные комплексы разделяют на полные (из 6 компонентов) и неполные (из меньшего количества компонентов (в пределах одной сферы – водный биоценоз)).



Рисунок 5 – Природно-территориальный комплекс

2.5 Ландшафты

Ландшафт – одно из основных понятий ландшафтной экологии. Термин был введен знаменитым немецким ученым Александром Гумбольдтом, используя слово из немецкого языка – «die Landschaft». С давних времен это слово означало «вид земли», «вид местности», а также «большой, обозримый простым глазом участок поверхности, отличающийся от соседних участков

характерными индивидуальными чертами». В переводе с немецкого «Land» – «земля», schaft – «взаимосвязь», «взаимозависимость». Сам А. Гумбольдт понимал под ландшафтом «визуально воспринимаемую и эстетически оцениваемую красоту окружающего». В русском языке ближе всего к термину «ландшафт» стоит слово «местность» – территория, имеющая единый облик, образ. Научных определений понятия «ландшафт» очень много, и это говорит о том, что сущность ландшафта весьма сложна.



Барон Фридрих Вильгельм Генрих Александр фон Гумбольдт (1769-1859) — немецкий географ, натуралист и путешественник, один из основателей географии как самостоятельной науки; он создал такие научные дисциплины как физическая география, ландшафтоведение, экологическая география растений. Уделял большое внимание изучению климата, разработал метод изотерм, составил карту их распределения и фактически дал обоснование климатологии как науки.

В настоящее время наиболее распространено представление о ландшафте как о природном территориальном комплексе региональной размерности. Он, в свою очередь, состоит из более мелких парагенетически и функционально сопряженных природных территориальных комплексов - морфологических единиц ландшафта.

По мнению Н.А. Солнцева, «Ландшафт - это генетически однородный природный территориальный комплекс, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственного только данному ландшафту набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся основных и второстепенных урочищ».

По А.Г. Исаченко, «Ландшафт кратко можно определить как генетически единую геосистему, однородную по зональным и аazonальным признакам и заключающую в себе специфический набор сопряженных локальных геосистем».

Согласно В.А. Николаеву, Ландшафт - природная геосистема регионального значения, «состоящая из связанных генетически и функционально локальных геосистем, приуроченных к определенному типу рельефа, одной морфоструктуре, и отличающаяся местным климатом».

В общем, ландшафт – конкретная территория, однородная по своему происхождению и истории развития, неделимая по зональным и аazonальным признакам, обладающая единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов, а также характерным набором простых геокомплексов: фаций, урочищ.

Ландшафты, в зависимости от характера распространения, подразделяются на несколько групп: типичные, интразональные, экстразональные, аazonальные. Типичные для определенной зоны ландшафты называют зональными. Например, для лесной зоны – различные лесные ландшафты. Интразональные ландшафты не являются типичными для природной зоны, но территориально они включены в нее. Это верховые сфагновые болота, тугайные заросли в поймах рек, такыры и другие. Экстразональные ландшафты – участки типичных ландшафтов обычно соседних зон. Например, участок степи среди лесных ландшафтов или участок леса среди степи. Аazonальные ландшафты не связаны с определенной природной зоной. Они встречаются в разных зонах. Например, пойменные, заливные и суходольные луга, низинные болота.

В ландшафтоведении ландшафт – основная единица в иерархии геосистем. Ландшафт занимает особое место, так как расположен на стыке региональных и локальных геосистем. Он в равной мере несет на себе черты природной зональности и местные особенности геологогеоморфологического строения. Ландшафт представляет собой предельную, наинизшую ступень в системе региональной дифференциации эпигеосферы. Объединение ландшафтов образует региональные единства более высоких рангов: ландшафтный округ, провинция, область, страна, зона.

Зональная и аazonальная однородность ландшафта проявляется в единстве геологического фундамента, типе рельефа и климата. Эта однородность и определяет генетическое единство ландшафта. В соответствии с региональной трактовкой ландшафт понимают как конкретный индивидуальный и неповторимый природно-территориальный комплекс, имеющий географическое название и точное положение на карте. Также ландшафт – основная ступень в иерархии локальных геосистем со строго ограниченным набором простых природных территориальных комплексов (фаций, подурочищ, урочищ и местностей), рассматриваемых как морфологические части ландшафта.

Таким образом, с одной стороны, ландшафт в результате развития и дифференциации географической оболочки одновременно является элементом более сложных региональных единств высших структурных подразделений. С другой стороны, представляет собой специфическое территориальное сочетание локальных особенностей природы. Единство этих двух подходов к ландшафту позволило решить проблему однородности и разнородности ландшафта.

Ландшафт также определяется как генетически единая геосистема, однородная по зональным и аazonальным признакам и включающая в себя специфический набор сопряженных локальных геосистем. Для обособления самостоятельного ландшафта необходимо рассматривать следующие диагностические признаки:

- территория, на которой формируется ландшафт, должна иметь однородный геологический фундамент;

- после образования геологического фундамента последующее развитие ландшафта на его пространстве должно быть однородным, как и состав горных пород;

- местный климат на всем пространстве ландшафта должен быть единым;

- генетический тип рельефа должен сохраняться один.

Площади ландшафтов могут существенно варьироваться. Например, на равнинах их вариации от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных километров.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой экосистема?
2. Кто ввел термин «геосистема» и в каком году.
3. Дайте определение «геосистемы».
4. Какие компоненты входят в состав геосистемы?
5. Назовите три главных уровня геосистемы.
6. Перечислите основные положения концепции геосистемы.
7. Какие модели выделяют среди геосистем?
8. Что общего между экосистемой и геосистемой и в чем разница?
9. Дайте разные определения «ландшафта».

Тема 3 Компоненты ландшафта и ландшафтообразующие факторы

3.1 Компоненты ландшафта

Компонентами ландшафта являются фрагменты отдельных сфер географической оболочки: литосферы, атмосферы, гидросферы и биоты. Компоненты могут быть природными (воздух, воды поверхностные и подземные, горные породы и минералы, почва, живое вещество) и антропогенными (сооружения, плантации, сельскохозяйственные угодья и т.д.)

К основным природным географическим компонентам относятся: массы твердой земной коры (литосферы); массы поверхностных и подземных вод (гидросфера), находящиеся в ландшафтах в трех фазовых состояниях (жидком, твердом и парообразном); воздушные массы нижних слоев атмосферы (тропосферы); растительность, животные, микроорганизмы, органо-минеральное тело – почва.

Все природные компоненты по их происхождению, свойствам и функциям в ландшафтах объединяются в три подсистемы:

1. Геома – включает в себя литогенную основу (горные породы, рельеф), воздух нижней части атмосферы, воды.
2. Биота – растительность и животный мир
3. Биокосная подсистема – почвы.

Большинство ландшафтов, как и почвы, относятся к биокосным геосистемам, так как в них живое и неживое вещество, взаимно проникая и взаимодействуя друг с другом, определяют взаимообусловленность некоторых свойств этих компонентов и ландшафтных комплексов в целом. Тесная взаимосвязь географических компонентов прослеживается и в пространстве, и во времени. Если один компонент геосистемы изменится, то и другие компоненты обязательно перестроятся и придут в соответствие друг с другом. Например, при изменении климата будут изменения в гидросфере, биоте, почвах, рельефе. Поскольку каждому компоненту в ответной реакции свойственна определенная инертность, то скорость их перестройки будет разной.

Компоненты ландшафта разделяются на три группы с учетом их функций в геосистеме:

1. Инертные – минеральная часть и рельеф (фиксированная основа геосистемы).
2. Мобильные – воздушные и водные массы (выполняют транзитные и обменные функции).
3. Активные – биота (фактор саморегуляции, восстановления, стабилизации геосистемы).

Биота – наиболее активный компонент геосистемы. Живое вещество – важный ландшафтообразующий фактор, так как биологический круговорот преобразует атмосферу, гидросферу и литосферу. Современная воздушная оболочка, толща осадочных пород, газовый и ионный состав вод, почва

формируются при участии биоты. Природные компоненты обладают множеством самых разнообразных свойств, но они имеют далеко не одинаковое значение для организации и развития территориальных геосистем.

Наиболее активные и важные для выделения конкретного уровня организации ПТК свойства компонентов называются природными факторами ландшафтообразования. Среди факторов выделяют ведущие или главные для определенного уровня организации геосистем, и второстепенные, определяющие специфику геосистем других уровней. Именно они являются одними из основных причин, движущих сил, определяющих результаты и типы взаимодействия между природными компонентами, а также структурно-функциональные особенности ландшафтов (тип рельефа, климат, тип растительности и т. д.). Ландшафтообразующий фактор и компонент ландшафта являются разными понятиями.

3.2 Ландшафтообразующие факторы

Фактор – это движущая сила какого-либо процесса или явления, определяющая его характер или отдельные черты. Ландшафт подвержен воздействию многих факторов. Выделяют две категории факторов: внутренние и внешние.

К внутренним относятся факторы, действующие внутри ландшафтной оболочки, которые определяют обособление одного ландшафта от другого (рельеф, геологическое строение, климат местности, гидроморфизм территории).

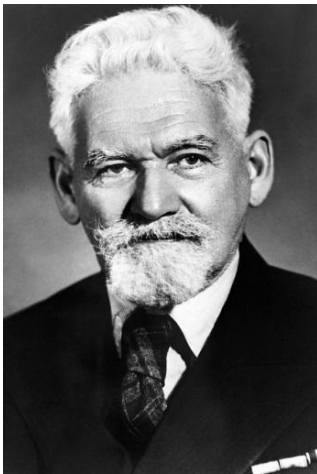
К внешним факторам относятся макроклимат, глубинные тектонические структуры и тектонические движения земной коры, - вещественно-энергетические влияния смежных или отдаленных природных геосистем. Например, селевые потоки, пыльные бури, абразионно-аккумулятивная деятельность моря на побережье и т.д

Географическое положение геосистемы – особый внешний фактор, позиционный. Характеристика любого ландшафта обязательно начинается с оценки его географического положения, его позиции в системе ландшафтно-географических единиц.

3.3 Границы ландшафта

Граница между геосистемами (ландшафтами)– это полоса различной ширины, в пределах которой отмечаются количественные изменения, приводящие к качественно иным явлениям.

Ландшафтоведы считают, что геосистемы (ландшафты) любого ранга имеют объективно существующие границы.



Так Л.С. Берг говорил, что границы ландшафта объективны, они существуют в природе и не должны проводиться произвольно, или субъективно.

Лев Семёнович Берг (1876-1950) — советский учёный - географ (физико-географ, климатолог, геоморфолог, палеогеограф), профессор, президент, академик АН СССР, лауреат Сталинской премии. Берг разработал учение о ландшафтах и развил учение В.В. Докучаева о природных зонах, изложенное в трудах: «Ландшафтно-географические зоны СССР».

Однако на практике исследователи нередко сталкиваются с трудностями по выявлению пространственных рубежей. На карте в масштабе все границы изображены тонкими линиями, но в реальности геосистемы отделены друг от друга переходными пограничными полосами. И все зависит от ширины этой полосы и от высоты, с которой на нее смотрят.

Границы геокомплексов можно разделить на несколько видов: по форме проведения (рис. 6), по функциональным признакам (рис. 7), по выраженности (рис. 8)

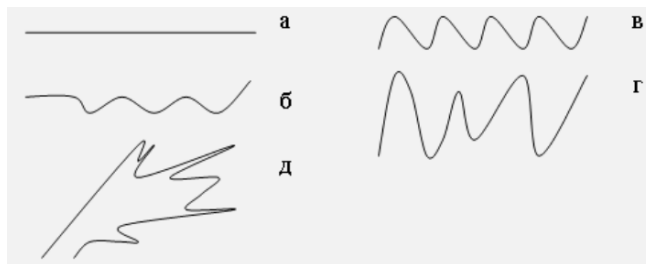


Рисунок 6 - Виды границ по форме проведения
а – прямые, б – волнистые, в – зубчатые, г – пальчатые или затечные,
д – дендритные

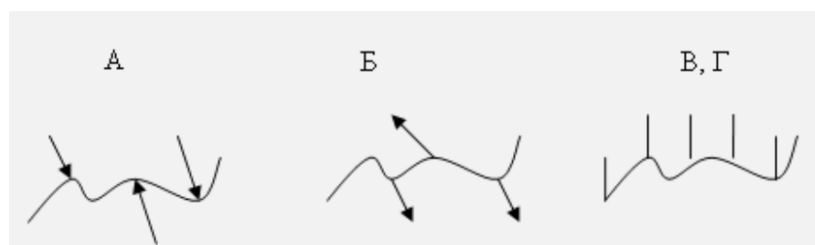


Рисунок 7 - Виды границ по функциональным признакам (по Б.Б. Родоману):
А – конвергентные, Б – дивергентные, В, Г – градиентные и процессные

Конвергентные границы располагаются там, где сходятся потоки, происходит их конвергенция. К ним относятся ложбины, осевые зоны минимумов атмосферного давления и др.

Дивергентные – границы, разделяющие потоки воды, воздуха, минерального вещества и направляющие их в разные стороны. Они соответствуют водораздельным гребням, осевым зонам максимумов атмосферного давления, другим образованиям.

Градиентные (пороговые) границы соответствуют зонам наибольшего изменения параметров, т.е. наибольшему градиенту. Как градиентные можно рассматривать границы между лесной и травянистой растительностью, береговую линию и т.д.

Процессные границы фиксируют смену процесса, например переход от зоны преимущественно плоскостного смыва к зоне линейной эрозии.

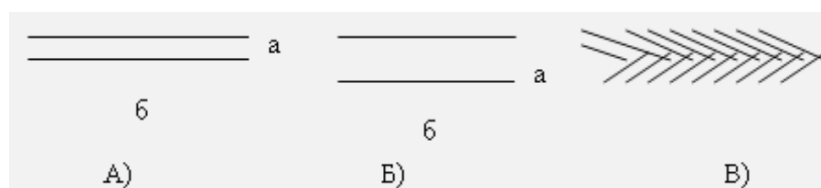


Рисунок 8 - Виды границ по выраженности:

А) резкие или четкие границы – ширина переходной полосы (а) много меньше протяженности ландшафта (б);

Б) постепенные – ширина (а) соизмерима с протяженностью ландшафта (б);

В) переходные – полоса с постепенным переходом от одного ПТК к другому, когда точно не установлено местоположение границ

Характер горизонтальных границ, степень их выраженности зависит и от времени обособления природного комплекса. Как правило, чем меньше возраст территории, тем четче и резче границы.

Ландшафт – трехмерный объект, у него должны быть внешние (верхняя и нижняя) границы в литосфере и тропосфере. Каждой таксономической единице геосистемы соответствует определенный слой в географической оболочке: чем выше ранг геосистемы, тем больше ее вертикальная мощность.

По В.Б. Сочаве, вертикальная мощность:

- лесной фации 20–50 м,
- ландшафта – 1,5–2 км,
- ландшафтной провинции – 3–5 км,
- широтной зоны – 8–17 км.

Верхняя граница ландшафта, расположенная в тропосфере, – неопределенная. К ландшафту относят нижний слой тропосферы мощностью до 50 м (по верхушкам древесных растений). Выше внешние границы становятся расплывчатыми, хотя прослеживается движение воздуха, перенос пыльцы, спор, полеты насекомых и пернатых. Пределы ландшафта в атмосфере находятся там, где его влияние на атмосферные процессы исчезает.

При определении нижней границы могут наблюдаться так называемые «простые» и «сложные» случаи (рис.9, 10).

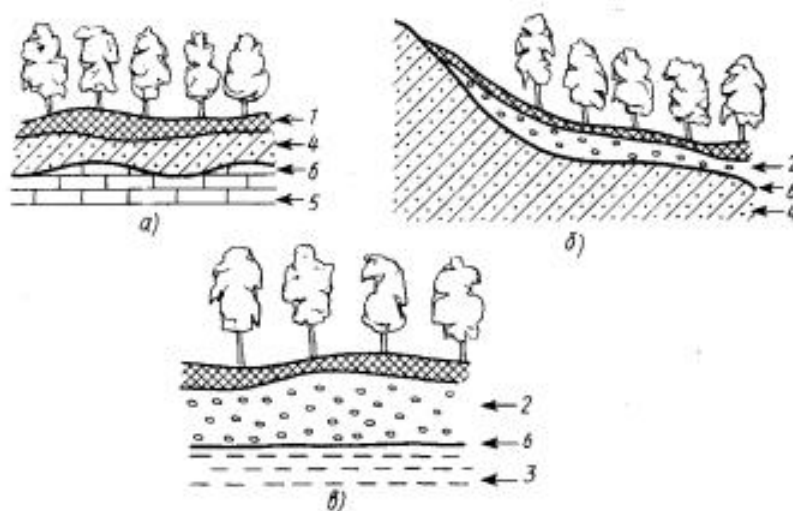


Рисунок 9 - Различные примеры положения нижней границы природно-территориальных комплексов («простые случаи») (по Н.Л. Беручашвили, 1990)

- а) по контакту двух различных пород
 - б) по контакту коренной породы с аллювиальными, пролювиальными и др аккумулятивными породами
 - в) по уровню грунтовых вод
- 1- почва; 2-аккумулятивные отложения; 2- грунтовые воды 4- песчаники 5- известняки 6- нижняя граница фации

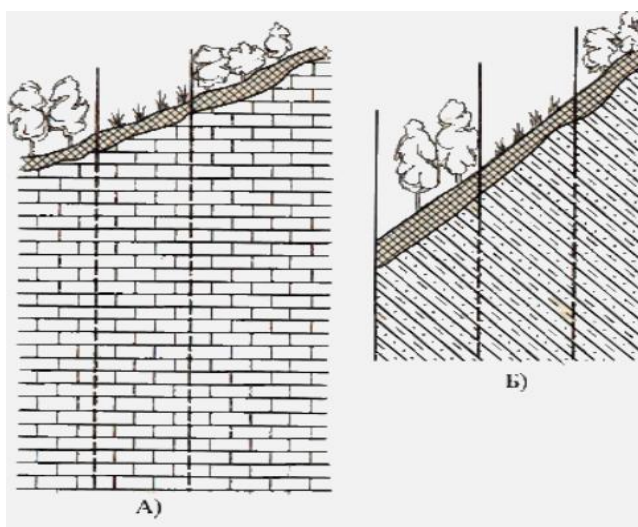


Рисунок 10 - Нижние границы ПТК («сложные случаи») (по Н.Л. Беручашвили, 1990)

- А) мощность подстилающих горных пород очень велика; Б) фация подстилается не одной горной породой, а их чередованием (глинистых сланцов и песчаников)

Также для выявления местонахождения нижней границы пользуются климатическим показателем – годовым колебанием температуры почвогрунтов (до глубины 20-30 м). Именно до этого слоя прослеживается действие солнечной радиации за годичный промежуток времени. Поэтому деятельный слой (горные породы и почвы, находящиеся выше слоя постоянных температур) влияет на микроклиматические процессы, протекающие в надземной части геосистемы.

Экотон – граница (переходная полоса) между смежными ландшафтными комплексами, характеризующаяся повышенной интенсивностью обмена между ними веществом и энергией, разнообразием экологических условий и, как следствие, высокой концентрацией органической жизни. В.Б. Сочава называет экотон буферное сообщество с характерной расплывчатостью границ. По Одуму (1975 г): «Экотон представляет собой переход между двумя и более различными группировками (физиономично заметными), например, между лесом и лугом или между мягким и твердым грунтом морских биоценозов. Это пограничная зона, или зона напряжения, которая может иметь значительную линейную протяженность, но всегда бывает узкой от территорий самих соседних группировок».

Соприкасаясь своими краями, соседние области как бы смешиваются в пределах пограничной полосы, и она приобретает промежуточные, переходные свойства. Например, топкая жижа на берегу озера – это и вода, и земля; редко стоящие деревья на опушке – что-то среднее между лесом и лугом.

Экотону присущ высокий уровень биологического разнообразия, особенно если он занимает значительные площади и достаточно стабилен в течение длительных промежутков времени, объясняют это так называемым *явлением экотонного эффекта* - повышением видовой насыщенности в результате пересечения экологических амплитуд видов различных экологических и систематических групп. Наиболее отчетливо экотонный эффект проявляется между экологически контрастными заселениями: чем различнее условия заселений фитоценозов, тем более разнятся композиции видов экотона.

3.4 Типы связей в ландшафте

Между компонентами ландшафта возникают связи разного характера: вещественные, энергетические, информационные связи между его компонентами и морфологическими частями. Изменение любого компонента приводит к изменению и других компонентов и всего ландшафта в целом.

Выделяются радиальные (вертикальные) и латеральные (горизонтальные) виды ландшафтных связей (рис. 11).

Связи радиальные (**вертикальные**) - это связи между компонентами ландшафта: почвой, климатом, живыми организмами, горными породами, водами). Их изучение необходимо для прогноза изменений компонентов (например, по изменению режима увлажнения дать прогноз об изменении

растительности или наоборот); для регулирования воздействия одного компонента на другой для улучшения его состояния (например, регулирование режимов почв (водного, теплового, воздушного) для улучшения биопродуктивности).

Радиальными (горизонтальными) являются межгеосистемными, межландшафтными. Они организуют горизонтальную ландшафтную структуру, соединяя природные геосистемы в ландшафтный континуум (непрерывное единство). Эти связи проявляются во влиянии одного ландшафта на другой, в формировании океанических и континентальных типов ландшафтов.



Рисунок 11 - Виды ландшафтных связей
а - радиальные б - латеральные

Вещественно-энергетические ландшафтные связи включают: атмосферную циркуляцию воздушных масс; воздушный перенос тепла, влаги, пыли, солей, загрязняющих веществ и др.; водные режимы геосистем (поступление, перемещение и режим влаги); поверхностный и грунтовый сток (жидкий, твердый, ионный); эрозионно-денудационные процессы и аккумуляцию осадков; биологический (биогеохимический) круговорот; трофические цепи в биоте.

В информационных ландшафтных связях различают структурную и трансляционную информации. Структурная информация геосистемы — мера сложности ее пространственной и временной организации, упорядоченного структурного и функционального разнообразия в пространстве и времени. Трансляционная информация или информационная связь — передача структурного и функционального пространственного и временного разнообразия от одного природного компонента ландшафта к другим компонентам. Разнообразие рельефа и геологического строения отпечатывается в разнообразии почвенного и растительного покрова, микроклимата, водных режимов и в целом ландшафта.

Различают связи прямые, направленные от более «активного» объекта или явления к другому, более «пассивному», объекту или явлению (таковы, например, связи, возникающие при воздействии какого-либо сооружения на грунтовые воды), и связи обратные, возникающие как ответная реакция «пассивного» объекта и влияющие на состояние «активного» объекта.

Межкомпонентные связи в ландшафте не являются абсолютно жесткими. Они носят вероятностный характер. Природные компоненты обладают некоторой степенью свободы в своем поведении. Благодаря этому, ландшафт может более или менее пластично реагировать на возмущающие импульсы внешней среды.

Все связи в ландшафте по воздействию разделяют на прямые и обратные.

Прямая связь – вещественно-энергетическое и информационное воздействие:

- а) одного природного компонента ландшафта на другие;
- б) одной природной геосистемы на другие, смежные с ней;
- в) внешней среды на ландшафтную оболочку и ее структурные части;
- г) антропогенного фактора на ландшафтную среду.

Обратная связь – способность системы воздействовать на приходящий извне импульс. Обратная связь бывает положительной и отрицательной. При положительной связи процесс, вызванный действием того или иного фактора, сам себя усиливает. Например, образование лавин, камнепадов, селей в начальной стадии.

При отрицательной обратной связи начавшийся процесс сам себя гасит. Отрицательные обратные связи появляются в том случае, когда реакция ПТК (ландшафта) направлена на погашение внешнего импульса и восстановление равновесия. Такие связи в ландшафте преобладают. Отрицательные обратные связи восстанавливают или разрушают ПТК (ландшафта).

Контрольные вопросы:

1. Какие компоненты входят в состав ландшафта?
2. Перечислите три подсистемы, в которые объединяются компоненты ландшафта по свойствам, происхождению, функциям.
3. Какие три группы компонентов ландшафта выделяют с учетом их функций?
4. Какой компонент ландшафта является самым активным?
5. На какие виды подразделяются границы геокомплексов?
6. Где располагается верхняя граница ландшафтов?
7. Каким показателем пользуются для выявления местонахождения нижней границы ландшафта?
8. Что такое экотон?
9. Чем объясняется высокий уровень биологического разнообразия в экотоне?
10. Какие связи возникают между компонентами ландшафта?
11. Для чего необходимо изучения вертикальных связей между компонентами ландшафта?
12. В чем проявляются горизонтальные связи?
13. Что включают вещественно-энергетические связи в ландшафте?

14. Какие типы информации выделяют в информационных ландшафтных связях?
15. Приведите примеры прямых и обратных связей в ландшафтах.
16. Что происходит при обратной отрицательной связи в ландшафтах?

Тема 4 Морфология ландшафтов

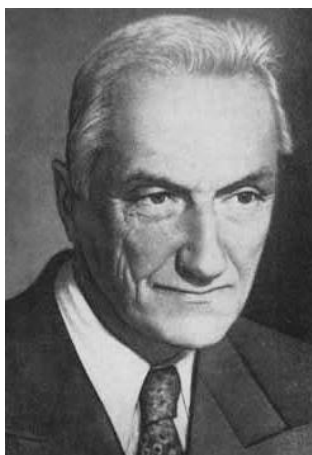
Морфология ландшафта - раздел ландшафтоведения, изучающий закономерности внутреннего территориального состава ландшафта, представляющего его морфологические составные части.

Ландшафт - сложная индивидуальная территориальная единица, исторически сложившаяся система более мелких природных комплексов – фаций, подурочищ, урочищ, местностей.

4.1 Фация

Элементарной единицей морфологической структуры ландшафта принято считать фацию (от лат. *fadeo* – «наружность», «форма» или *facies* – «лицо», «облик»).

Термин фация был введен Л. Г. Раменским в 30-е годы. Он рассматривал фацию как мельчайшую единицу ландшафта, вся территория которой характеризуется однотипным происхождением и экологическим режимом и одинаковой биотой.



Леонтий Григорьевич Раменский (1884—1953) – советский ученый – ботаник, геоботаник, эколог, географ, доктор биологических наук. Является одним из разработчиков учения о морфологии ландшафта.

Фация - единственная природная геосистема, отличающаяся полной гомогенностью. На всей занимаемой ею площади вертикальная структура геогоризонтов одинакова. По Н. А. Солнцеву, в пределах фации сохраняется одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, и один биоценоз.

Полная природная однородность сохраняется на местности лишь на очень небольших участках. Поэтому размеры фаций невелики. В равнинных условиях их площадь колеблется от 10-20 м² до 1-3 км². В горах она еще меньше. Фации приурочены к нано- и микроформам рельефа.

В пределах фации можно выделить болотные кочки, нору землероя, понижение на месте корней упавшего дерева и пр. Эти образования Б. Б. Полыновым названы «пределными структурными элементами ландшафта» или «детальными ландшафта». Сейчас их называют парцеллами. При отнесении какого-либо участка земной поверхности к фации необходимо учитывать возможность (хотя бы мысленную) распространения его в другом месте на значительной территории.



Борис Борисович Полюнов (1877-1952) – советский ученый в почвоведении, геологии, географии, профессор, академик АН СССР.

Основные научные труды были посвящены вопросам происхождения почв и формирования коры выветривания, значению организмов в почвообразовании и выветривании, классификации и геохимической характеристике ландшафтов.

Например, небольшие пятна солонцов, слабозадернованных выходов мела на склонах, лисохвостовых лугов на зернистых наносах среднего уровня поймы, имеющие размеры 10 м^2 , относятся к фациям, поскольку известны места, где их отдельные ареалы занимают по площади десятки и даже сотни гектаров. А вот примерно таких же размеров сурчины, понижения на месте ветровалов могут рассматриваться только в качестве деталей фаций, так как их нельзя представить себе увеличенными в десятки и сотни раз.

В качестве другого критерия отделения фации от своей детали необходимо использовать представление о системоформирующей роли географической формы движения материи. Действительно, обособление заочкаренного дна водораздельной заболоченной западины связано с одновременным проявлением и географического, и биологического круговорота вещества и энергии (ландшафтный уровень организации приповерхностной комплексной оболочки Земли). Образование же отдельной кочки вызвано сугубо биологическими процессами. Поэтому заочкаренное дно западины - фация, а кочка - всего лишь деталь этой фации.

Ландшафтная фация неоднородна и в вертикальном разрезе. Она состоит из современной коры выветривания, почвенно-растительного покрова с населяющим его животным миром, грунтовых и поверхностных вод, приземного слоя воздуха, находящегося под непосредственным воздействием подстилающей поверхности. Подобные слои называются биогеоценоотическими горизонтами, ярусами, и в достаточно сложном комплексе их может быть не менее пяти. Так, в наземных фациях выделяются следующие ярусы: воздушный, напочвенный, почвенный, подпочвенный.

Общая мощность фаций колеблется от 30 - 60 до 150 - 200 м.

Ландшафтные фации имеют две характерные черты:

1. В их пределах на общем фоне вертикального разреза приповерхностной комплексной оболочки Земли происходит основной процесс поглощения энергии солнечных лучей и формирование энергетической базы географического и биологического круговоротов вещества.

2. В горизонтальном плане фации наименее (по сравнению с более сложными комплексами) обособлены функционально и наиболее пронизаны транзитными и обменными потоками. Поэтому они являются самыми динамичными и изменчивыми комплексами.

Фации, связанные друг с другом горизонтальными вещественно-энергетическими потоками, образуют объемлющие геосистемы.

Фации являются элементами урочищ и подурочищ.

4.2 Подурочище и урочище

Подурочище - единица факультативная. Подурочища выделяются чаще всего в районах с расчлененным рельефом, входят в состав урочищ.

Если урочищам, как правило, соответствуют целостные формы мезорельефа (холм, балка, котловина, бархан), то подурочищам - элементы (границы) этих форм (вершина, склоны, подножье холма; склоны и днище балки и т. п.). Таксон ранга урочища признан одной из важнейших морфологических единиц ландшафта.

Урочищами называются природные территориальные комплексы, представляющие закономерно построенную систему генетически, динамически и территориально связанных фаций или их групп (подурочищ); обычно урочища формируются на основе какой-либо одной мезоформы рельефа и являются важной составной частью ландшафта. Типичные урочища равнинных ландшафтов: балка с байрачным лесом; моренный холм, залесенный темнохвойной тайгой; степная сопка; луговой лиман среди степи; такыр в пустыне, овраг, балка, степная западина, осиновый куст и т. п.

В «Толковом словаре русского языка» под редакцией Д.Н. Ушакова приводятся два значения слова урочище - как естественной границы и как участка местности, отличающегося от окружающего какими-нибудь естественными признаками, например, лес среди поля, болото.

В общем географическом смысле под урочищем обычно подразумевают наиболее примечательные, чем-либо выдающиеся природные участки с более или менее хорошо обозначенными границами. Другое, более точное содержание в термин урочище вкладывают ландшафтоведы, понимая под ним одну из основных типологических единиц ландшафтного картирования, а именно: урочище - закономерный комплекс фаций, достаточно хорошо обособленный в природе в связи с неровностями рельефа, неоднородным составом грунтов и хозяйственной деятельностью человека.

В природе нередко можно наблюдать такие природные комплексы, про которые трудно сразу сказать, к какому типу и даже к одному или нескольким типам урочищ они относятся. Например, что представляет собой балка, прорезанная донным оврагом? Одно это урочище или два? Картина еще более усложняется, если в балке, прорезанной донным оврагом, имеется пятно черноольшаника. В этом случае можно говорить уже о трех самостоятельных урочищах, причем возникает необычное положение, при котором одно урочище встречается в другом.

Степная западина на плакоре или плоскодонная балка с задернованными склонами представляют собой пример простого урочища, в то время как балка с донным оврагом и черноольшаником - пример сложного урочища.

4.3 Местность

Термин предложил Г.Н. Высоцкий, который рассматривал местность как относительно сложную территорию, состоящую из более простых географических комплексов (местопроизрастаний).



Георгий Николаевич Высоцкий (1865 - 1940) - советский почвовед, лесовод, геоботаник и географ. Изучал влияние леса на гидрологический режим почв. Исследовал влияние леса на среду обитания и причины безлесья степей. Его труды сыграли огромную роль в развитии отечественного лесоводства и почвоведения и создали ему мировую известность.

Позднее К.И. Геренчук в 1956 году предложил называть местностью ПТК более высокого ранга, чем урочище; именно в таком понимании термин используется до настоящего времени.

Тип местности - относительно равноценная с точки зрения хозяйственного использования территория, обладающая закономерным, только ей присущим сочетанием урочищ.

Ареал у большинства типов местности очень широкий, многие из них повторяются в разных зонах, образуя зональные аналоги (пойменный лесостепной - пойменный степной - тугайный пустынный). Сочетание разных типов местности с их характерными урочищами определяет морфологическую структуру физико-географических (ландшафтных) районов.

В отличие от урочищ местность связана не с одной формой мезорельефа, а с их морфогенетической совокупностью. Причины обособления местностей и их внутреннее строение весьма разнообразны.

Наиболее типичные из них:

1) в пределах одного ландшафта при варьировании геологического фундамента (например, различная мощность поверхностных отложений или залегание молодых отложений отдельными пятнами во впадинах более древних пород) происходит образование разных типов местности;

2) в ландшафте выделяются обширные и сложные системы однотипных урочищ, слившихся в процессе своего развития (крупные системы водораздельных болот, дюнные гряды, карстовые котловины);

3) при одинаковом наборе урочищ в границах одного ландшафта изменяются их количественные (площадные) соотношения;

4) при одном и том же генетическом типе рельефа встречаются участки с изменяющимися морфографическими и морфометрическими характеристиками форм мезорельефа;

5) мезорельеф в ландшафте представлен формами разного порядка, т. е. в пределах крупных форм развиты формы второго порядка;

6) в качестве особых местностей рассматриваются фрагменты (группы урочищ) чуждых ландшафтов, вкраплённые в данный ландшафт (например, среди ландшафтов моренных равнин – участки моренных холмов, впадины с озёрно-ледниковыми отложениями и др.).

В лесостепной и отчасти степной зонах выделяется семь типов местности: пойменный, надпойменно-террасовый, склоновый, плакорный, междуречный недренированный, останцово-водораздельный, зандровый (водораздельно-зандровый).

Как и подурочища, местности являются факультативной (необязательной) морфологической единицей ландшафта. Чаще всего в ландшафте выделяются несколько местностей, но иногда внутри ландшафта местности могут отсутствовать.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает морфология ландшафта?
2. Что такое фация, чем она характеризуется?
3. Кто ввел термин «фация»?
4. Какие размеры имеет фация?
5. К какому типу рельефа приурочена фация?
6. Какие территориальные единицы являются факультативными?
7. Перечислите характерные черты фации.
8. Какие природные территориальные комплексы относят к урочищам?
9. Что такое географическая местность? Приведите примеры местности.
10. Какие причины приводят к обособлению местностей?

Тема 5 Свойства ландшафтов

5.1 Классификация свойств ландшафтов

К ландшафтам применимы общесистемные законы и свойства, помимо этого ландшафты обладают собственными, только им присущими свойствами. Изучение свойств необходимо для их классификации, для проведения различных работ с ними при использовании, обустройстве, восстановлении.

Работы по улучшению свойств ландшафтов: мелиорация, рекультивация, очистка. Тепловой режим почв можно улучшить с помощью мульчирования различными материалами, которые уменьшают или увеличивают отражательную способность. Водный режим в засушливых условиях улучшают с помощью орошения.

Различают общесистемные, межсистемные и внутренние свойства ландшафтов.

К общесистемным свойствам относятся эмерджентность (наличие у системы таких свойств, которые не наблюдаются ни у одного элемента в отдельности, несводимость к составным частям), сложность (характеризуется числом элементов системы, количественно выражается их логарифмом), разнообразие (характеризуется числом видов элементов) и структурность, характеризующая организацию системы, ее сложность и разнообразие элементов.

К межсистемным свойствам ландшафта относятся: степень обособленности ландшафтов друг от друга, контрастность и четкость его границ; характер связей с другими ландшафтами, их механизм и формы; устойчивость совокупности ландшафтов к внешним воздействиям; формы межландшафтной горизонтальной, вертикальной, временной, пространственно-временной организации; прямые и обратные связи, круговороты, механизмы саморегуляции.

5.2 Внутренние свойства ландшафта

К внутренним свойствам ландшафта относятся целостность, открытость, функционирование, продуцирование биомассы, способность почвообразования.

Целостность ландшафта – это тесная взаимосвязь слагающих его компонентов, изменение одного приводит к изменению других.

Открытость – ландшафты обмениваются энергией и веществом с другими ландшафтами.

Функционирование – внутри ландшафтов идут непрерывные процессы преобразования и обмена веществом, энергией и информацией (круговороты).

Продуцирование биомассы – важнейшее свойство ландшафтов, заключающееся в синтезе органического вещества первичными

продуцентами, которые, используя солнечную энергию в результате фотосинтеза.

Способность почвообразования заключается в образовании почвы в результате взаимодействия 5 факторов почвообразования: горных пород, климата, живых организмов, рельефа и времени. Это особое свойство, присущее ландшафтам. Почвы обладают специфическим свойством – плодородием.

Структурность – ландшафты обладают организованностью, определенным расположением их компонентов и характером их соединения; различают вертикальную (ярусную) структуру и горизонтальную (латеральную) структуру.

Динамичность – способность изменяться под действием периодически меняющихся внешних факторов без перестройки структуры; это обеспечивает гибкость геосистемы, ее «живучесть»; проявляется она при суточных, сезонных, годовых и многолетних циклах изменения солнечной радиации, свойств воздушных масс.

Устойчивость – способность восстанавливать или сохранять структуру и другие свойства при изменении внешних воздействий; устойчивость, в частности, объясняет и динамичность ландшафтов.

Способность развиваться – ландшафты эволюционно изменяются, т.е. происходит направленное необратимое изменение, приводящее к коренной перестройке структуры, появлению новых ландшафтов. Быстрее изменяются фации, медленнее – местности.

Проводимость – способность природного тела пропускать сквозь себя потоки вещества и энергии. Проводимость зависит от свойств самого природного тела, свойств потока вещества или энергии и от действующих сил, вызывающих этот поток. Благодаря проводимости вещества и энергия распределяются равномерно в пространстве.

Наряду с проводимостью существует свойство – *барьерность* - это локальное нарушение проводимости, приводящее к ускорению или замедлению потоков веществ и круговоротов в целом.

Природным процессам, свойствам свойственна *изменчивость во времени* (например, динамика влаги, запасов солей, содержания гумуса, загрязняющих веществ и т.д.). Динамика зависит от действующих сил, проводимости компонентов ландшафта, способности накапливать вещество и энергию.

Емкость – способность природного тела вмещать и удерживать определенное количество вещества или энергии при равновесии всех действующих сил. Например, почва обладает влагоемкостью, теплоемкостью. Емкостные свойства динамичны и зависят от свойств компонентов ландшафта.

5.3 Пространственная и временная организация ландшафтов

Различают пространственную, временную и пространственно-временную организацию ландшафтов. Организация рассматривает вопросы структуры ландшафта и его функционирования, т. е. изменений, обеспечивающих устойчивость.

Пространственная организация может быть горизонтальной и вертикальной.

Горизонтальная организация ландшафтов предусматривает рассмотрение морфологической структуры: сочетание фаций, подурочищ, урочищ, местностей), площадей, закономерности чередования, характер границ, связи.

Вертикальная организация ландшафтов выражается ярусностью компонентов ландшафта. Ландшафт – это сложная природная открытая система элементарных вертикальных компонентов, в нем существуют многочисленные вертикальные связи и круговороты веществ и энергии.

Временная организация ландшафтов. Изменения ландшафтов, компонентов происходят во времени с некоторой повторяемостью, ритмичностью и цикличностью. Выделяют три временные группы: краткопериодичные (функционирование), среднепериодичные (динамика), длиннопериодичные (эволюция). Разномасштабные процессы и явления: функционирование, динамика, эволюция, объединяются общим понятием «изменение».

Индикатором возраста современных ландшафтов служит почва - это своего рода память ландшафта. Для образования почвы требуется от нескольких сотен до нескольких тысяч лет (возраст современных черноземов около 3 тыс. лет). Это время можно приблизительно считать возрастом существования современных ландшафтов. В целом важен не возраст ландшафта, а закономерности его развития для того, что бы прогнозировать его поведение.

Пространственно-временная организация.

Ландшафт - это пространственно-временная система, все изменения происходят в пространстве и во времени.

Антропогенные воздействия на ландшафты обострили проблему их пространственно-временной организации. При освоении ландшафтов на первом этапе увязывали особенности природного комплекса с пространственной организацией хозяйственных мероприятий; на втором — решали, проектировали организацию самих ландшафтов в зависимости от вида использования их земель и проведения необходимых мероприятий. Рассмотрим пространственно-временную организацию геотехнической системы в ландшафте на примере нескольких разномасштабных пространственно-временных циклов: во-первых, севообороты, где изменяются во времени и пространстве частные функции, во-вторых, циклы функционирования ландшафта, соответствующие его природным условиям, в третьих, — производственный цикл (обработка почвы, внесение удобрений,

сев, подкормки, уход, уборка урожая) и цикл функционирования технической системы. Здесь человек провел организацию природной составляющей и организацию сотворчества человека и природы. Эта идея конструктивнее одностороннего воздействия человека на природу, иногда с чуждой ей человеческой деятельностью.

5.4 Развитие ландшафтов

Всем ландшафтам свойственны изменения, которые незаметны человеческому глазу. Человек может фиксировать только периодические циклические смены различных состояний ландшафта. В конце каждого цикла или изменения структуры ландшафта возвращаются в первоначальное состояние с некоторым необратимым сдвигом. Например, в конце годового цикла с поверхностным стоком смывается почва, выносятся какое-то количество минеральных и органических веществ, деформируются русла, в глубь территорий развивается овражная сеть, увеличиваются запасы ила в озерах и торфа в болотах, аллювиальных отложений на поймах, зарастают озера и т. д. Эти процессы имеют определенную направленность и ритмичность, усиливаясь или ослабляясь сезонно или в многолетнем цикле. Завершающее состояние ландшафта отличается от исходного продолжительностью цикла, которая может быть несоизмерима с долговечностью ландшафта. Чем длительнее цикл, тем сильнее отличие. За один геологический цикл (век, эпоха, период) на одной и той же территории ландшафты могут многократно смениться. К причинам развития и трансформации ландшафтов географы относят: внешние космические воздействия, тектонические движения, изменения солнечной активности, перемещения полюсов Земли, изменения климата или рельефа.

Ландшафт может постепенно саморазвиваться и без вмешательства внешних факторов. Эту способность отмечал еще В. В. Докучаев. Так, озеро при постоянстве внешних условий постепенно мелеет, расход воды на испарение постепенно превышает ее приход, и в итоге озеро неизбежно исчезает, т. е. превращается в комплекс другого типа — болото.

Движущая сила процесса саморазвития ландшафта — внутренние противоречия взаимодействующих компонентов, стремящихся прийти в соответствие между собой, т.е. к равновесию. Биота как самый активный компонент, стремясь адаптироваться к абиотической среде, вносит в эту среду изменения, постоянно перестраиваясь, приспособляясь к ее же измененным условиям, и в результате постепенно перестраивается вся система. Внутренние противоречия существуют не только между биотой и абиотическими компонентами, но и между другими компонентами и процессами (например, между стоком и испарением). Процесс саморазвития ландшафта протекает относительно медленно. На него накладываются и внешние воздействия, способные обратить вспять саморазвитие ландшафта или в случае катастрофических нарушений — прекратить. Например, в

результате катастрофических движений материковых льдов или морских трансгрессий исчезли многие ландшафты.

Диалектический механизм развития ландшафта обеспечивает постепенное количественное накопление элементов новой структуры и вытеснение элементов старой структуры. Этот процесс и приводит к качественному скачку - смене ландшафта. Современные устойчивые тенденции и закономерности развития ландшафта создают предпосылки для разработки прогноза его дальнейшего поведения.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы разделяют свойства ландшафтов?
2. Какие свойства относятся к общесистемным?
3. Перечислите межсистемные свойства ландшафтов?
4. Какие внутренние свойства выделяют у ландшафтов?
5. Что предусматривает горизонтальная организация ландшафта?
6. Чем выражается вертикальная организация ландшафта?
7. Что является индикатором возраста современных ландшафтов?
8. Что обострило проблему пространственно-временной организации ландшафтов?
9. Приведите примеры изменений ландшафтов.
10. Что приводит к смене ландшафтов?

Тема 6 Функционирование, устойчивость и динамика природных геосистем и ландшафтов

6.1 Функционирование ландшафтов - это совокупность всех процессов перемещения, обмена и трансформации вещества и энергии внутри ПТК или между разными ПТК как интегральными физико-географическими процессами. Главными составляющими функционирования ландшафтов являются: влагообмен, минеральный обмен, газообмен, энергообмен и круговорот.

Влагообмен называют "кровообращением ландшафта", поскольку сложная система водных потоков пронизывает ландшафт подобно кровеносной системе человека. Потоки влаги участвуют в минеральном обмене между компонентами ландшафта. Вода играет различные функции, она формирует растворы, переносит и аккумулирует химические элементы, все процессы протекают в водной среде. Главные составляющие влагообмена - выпадение осадков, инфильтрация, поверхностный и подземный сток, поднятия грунтовых вод по капиллярам, испарение, транспирация, конденсация влаги.

Минеральный обмен в ландшафте направлен в одну сторону, протекает под воздействием силы тяжести. Этим он отличается от влагообмена, который является кругооборотом. Минеральные вещества мигрируют в ландшафте в виде:

- 1) твердых продуктов денудации горных пород,
- 2) твердых продуктов вулканических извержений,
- 3) механических примесей в воде (взвешенные наносы),
- 4) механических примесей в воздухе (пыль),
- 5) водорастворимых веществ, т.е. ионов, которые перемещаются с водными потоками и принимают участие в геохимических и биохимических реакциях.

Газообмен - это перемещение и трансформация газообразных веществ, а также циркуляция воздушных масс, которая сопровождается обменом веществом и энергией.

Энергообмен представляет собой кругооборот и трансформацию солнечной энергии. Солнечная энергия способна превращаться в различные другие виды энергии - тепловую, химическую, механическую. За счет солнечной энергии происходят все внутренние процессы обмена в ландшафте, включая влагообмен и биогенный круговорот. От количества солнечной энергии зависит интенсивность функционирования ландшафтов. С колебанием количества солнечной энергии связаны основные циклы функционирования ландшафтов - суточный и годовой.

Биогенный круговорот - это процессы образования и разрушения органического вещества. Органическое вещество образуется первичными продуцентами в процессе фотосинтеза. Разрушение органического вещества происходит в результате поедания растений фитофагами, а фитофагов -

зоофагами, а также разложение отмерших органических остатков микроорганизмами.

Каждый из пяти главных процессов состоит из многочисленных элементарных процессов (физических, химических, биологических). Физические процессы - падение капель дождя, нагревание и охлаждение земной поверхности, поднятие грунтовых вод по капиллярам, испарение. Примерами химических процессов миграция химических элементов (механическая, водная, воздушная, биогенная, техногенная). К биологическим процессам относятся фотосинтез, разложение органических остатков микроорганизмами и т.д. Элементарные процессы исследуются методами соответствующих наук - физики, химии, биологии. И это помогает изучить в комплексе процессы функционирования ландшафтов. Физические процессы изучает геофизика ландшафта, химические - геохимия ландшафта, биологические - биогеоценология. Исследования проводятся на географических стационарах в течение многих лет (многолетние наблюдения).

Все процессы, протекающие в ландшафтах, объединяются двумя круговоротами: большим геологическим круговоротом (БГК) и малым биологическим круговоротом (МБК). Оба эти круговорота обеспечивает энергия солнца. При большом геологическом круговороте идет разрушение горных пород, происходит перераспределение веществ под действием абиотических факторов. Малый биологический круговорот осуществляется в почве с участием растений, животных и микроорганизмов. Этот круговорот – условие существования биосферы. В результате него в почве аккумулируются органическое вещество, которое разлагается микроорганизмами до простых минеральных соединений, которые растениями вовлекаются в обменные потоки живого вещества.

Результатом функционирования ландшафтов является биологическая продукция. Различают первичную, которая производится продуцентами, вторичную, которая формируется в результате деятельности консументов, и абсолютную (суммарную).

Биологическая продуктивность – способность всех живых организмов производить за определенную единицу времени биологическую продукцию. Биомасса - это бщая масса живого вещества на единицу площади ландшафта. Биомасса биосферы Земли по подсчетам ученых составляет 2420 миллиардов тонн и большая часть представлена растениями. .

Особенности функционирования ландшафта:

1. В разных природных зонах биомасса существенно отличается.
2. При длительном (многовековом) устойчивом состоянии ландшафта его функционирование приводит к образованию свойственной ему не только почвы, но и коры выветривания.
3. Длительно функционирующий ландшафт создает свой рельеф (мезо-, микро- и нано-) рельефа. Этот процесс создания морфоскульптуры ландшафта называется морфогенезом.

4. Ландшафт самоорганизуется при создании микро- и мезорельефа, Этот процесс называется синергетикой. Структура может формироваться в ходе его эволюции, либо наследоваться от предшествующих эпох.

5. В результате функционирования природных геосистем образуются осадочные породы: элювий, пролювий, делювий, речные, озерные, эоловые и другие отложения. В слоях осадочных пород находятся отпечатки биологических круговоротов. Таким образом, функционирующим ландшафтам свойственны морфогенез и литогенез, или морфолитогенез.

6.2 Энергетика ландшафта и интенсивность функционирования

Функционирование геосистем сопровождается поглощением, преобразованием, накоплением и высвобождением энергии.

Первичные потоки энергии поступают в ландшафт извне – из космоса и земных недр. Процессы, обеспечивающие функционирование ландшафта, протекают под действием трех главных источников энергии:

1) солнечной радиации (энергия Солнца) – важнейшего и практически единственного источника энергии почти для всех биотических процессов в ландшафте;

2) внутренней энергии Земли, возникающей в результате радиоактивного распада элементов. Играет важную роль в тектонических процессах;

3) гравитационной энергии (сила земного тяготения) – постоянно оказывает влияние практически на все процессы перемещения вещества.

Наибольшее значение для функционирования природных комплексов имеет солнечная энергия, принимающая участие во всех потоках и круговоротах. Она способна превращаться в различные иные виды энергии: в тепловую, в химическую и механическую. За счет солнечной энергии осуществляются внутренние обменные процессы в ландшафте, включая влагооборот и биохимический метаболизм, а также циркуляция воздушных масс и др. Все вертикальные связи в ландшафте и многие горизонтальные так или иначе, прямо или косвенно связаны с трансформацией солнечной энергии.

Обеспеченность солнечной энергией определяет интенсивность функционирования ландшафтов (при равной влагообеспеченности), а сезонные колебания инсоляции обуславливают основной -годовой - цикл функционирования.

Преобразование проходящей солнечной радиации начинается с отражения части ее от земной поверхности. Потери радиации на отражение широко колеблются в зависимости от характера поверхности ландшафта.

Подавляющая часть полезного тепла, поглощаемого земной поверхностью, т.е. радиационного баланса, затрачивается на испарение (точнее, на эвапотранспирацию) и на турбулентную отдачу тепла в атмосферу, иными словами - на влагооборот и нагревание воздуха.

На другие тепловые потоки в ландшафте расходуется лишь небольшая часть радиационного баланса.

Преобразование энергии может служить одним из показателей интенсивности функционирования ландшафта. Интенсивность функционирования ландшафта тем выше, чем интенсивнее в нем внутренний оборот вещества и энергии и связанная с ним созидаящая функция, которая выражается прежде всего в биологической продуктивности. В свою очередь, все перечисленные процессы определяются соотношением теплообеспеченности и увлажнения.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под функционированием ландшафтов?
2. В каком виде мигрируют вещества в ландшафте?
3. Что называют "кровообращением ландшафта"?
4. Что представляют газо- и энергообмен?
5. Как протекает биогенный круговорот?
6. Перечислите особенности функционирования ландшафта.
7. От чего зависит интенсивность функционирования ландшафта?

Тема 7 Изменчивость, устойчивость и динамика ландшафта

7.1 Изменчивость и динамика ландшафта

Изменчивость ландшафтов определяется многими причинами, она имеет сложную природу и выражается в различных формах. Прежде всего, в ландшафтах различают два основных типа изменений: обратимые и необратимые. Изменения первого типа не приводят к качественному преобразованию ландшафта, в отличие от изменений второго типа, которые ведут к трансформации структур, т. е. к смене ландшафтов.

Ландшафты могут меняться с течением времени в результате деятельности человека или природных условий, например, пожаров и др. стихийных бедствий. Изменение в ландшафтах может быть задокументировано с помощью средств аэрофотосъемки или дистанционного измерения Земли из космоса.

Все обратимые изменения ландшафта образуют его динамику, тогда как необратимые смены составляют сущность его развития.

Динамика ландшафта – это смена их состояний. Под состоянием геосистемы подразумевается упорядоченное соотношение параметров ее структуры и функций в определенный промежуток времени.

Различают несколько основных видов естественной ландшафтной динамики: динамика функционирования, развития, эволюции, катастроф (или революций) и восстановительных сукцессий. Каждый из этих видов характеризуется своим сценарием смен состояний во времени.

Динамика функционирования — ведущая роль в ней принадлежит ритмической смене обратимых состояний ландшафтов, связанных с круговоротами вещества и энергии и с циклами внешней среды (планетарными, солнечными).

Динамика развития — это циклы и связанные с ними необратимые стадии развития на фоне общих направленных изменений, связанных с внешними факторами, и происходящие в течение длительного времени.

Динамика эволюционная (лат. *evolutia* — «развертывание»), или историческое развитие, — связаны с внутренними постепенными и последовательными изменениями ландшафтов. Это длительные изменения.

Динамика катастроф или революций (лат. *revolutio* — «поворот») — это прерывистое, скачкообразное превращение одного состояния в другие. Быстро развиваются во времени и связаны с экстремальными стихийными явлениями.

Динамика восстановительных сукцессий включает в себя завершение кратковременных деструктивных фаз, произошедших в результате природных и антропогенных воздействий, ведущих к разрушению части компонентов ландшафта, и следующие за ними восстановление почвенно-растительного покрова и стабилизацию геосистемы в окружающей среде.

Кроме того, в настоящее время все большую роль в жизни ландшафтов играет *антропогенная динамика*, которая может проявляться и в

особенностях функционирования, и в развитии, и в эволюции, а часто проявляется в форме катастроф или революций и восстановительных сукцессий.

7.2 Устойчивость ландшафта

Устойчивость ландшафта – способность ландшафта сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Проблема устойчивости ландшафта приобретает важное практическое значение в связи с нарастающим техногенным «давлением». Ландшафт, как и любая геосистема, обладает устойчивостью в определенных пределах. Устойчивость не означает абсолютной стабильности, неподвижности. Напротив, она предполагает колебания вокруг некоторого среднего состояния, т. е. подвижное равновесие.

В саморегулировании геосистем особенно большую роль играет биота – важнейший стабилизирующий фактор благодаря ее широкой приспособляемости к абиотическим факторам, способности восстанавливаться и создавать внутреннюю среду со специфическими режимами: световым, тепловым, водным, минеральным.

Роль других компонентов в поддержании устойчивости неоднозначна и часто противоречива. Климат и влагооборот быстро реагируют на входные воздействия и сами по себе крайне неустойчивы, но быстро восстанавливаются. Твердый фундамент – один из наиболее устойчивых компонентов, но в случае нарушения не способен восстанавливаться, поэтому его нарушение (в основном в результате денудации) ведет к необратимым изменениям в ландшафте. Стабильность твердого фундамента, таким образом, – важная предпосылка устойчивости ландшафта. Любая система устойчива при сохранении важнейших параметров внешней среды.

Степень устойчивости геосистем пропорциональна их рангу. Фации наименее устойчивы к внешним воздействиям и наименее долговечны. Ландшафт – система значительно более устойчивая, о чем наглядно свидетельствуют наблюдения над его реакцией на преднамеренное и непреднамеренное вторжение человека с его хозяйственной деятельностью^[11].

Потенциал ландшафта – выраженные в количественных показателях ресурсы определенной территории, которые без ущерба для саморегуляции ландшафта могут быть использованы для удовлетворения рекреационных, сельскохозяйственных, производственных потребностей людей.

Нагрузка на ландшафт – мера антропогенно-техногенного воздействия на ландшафт. Нагрузка на ландшафт характеризует процессы и явления, возникающие в ландшафте под влиянием деятельности человека.

Процесс развития ландшафта наиболее отчетливо проявляется в формировании его новых морфологических частей, возникающих из первоначально едва заметных парцелл, или фациальных микрокомплексов:

эрозионных промоин, очагов заболачивания в микропонижениях, сплавин, куртин деревьев или кустарников на болоте, таликов в мерзлоте и т.п. Фактическая картина развития ландшафта складывается из многих перемен, обусловленных сложным переплетением внутренних и внешних стимулов. В ходе развития на прогрессивное движение накладываются ритмические колебания и регрессивные сдвиги.

Долговечность ландшафта – продолжительность его существования, т. е. время, в течение которого он может сохранять основные черты своей структуры и функционирования.

Понятие «возраст ландшафта» как бы расчленяется на два: возраст первичных элементов современного ландшафта в недрах прежней структуры и возраст современного ландшафта в буквальном смысле слова – как сложившегося устойчивого образования.

Зарождение нового ландшафта может быть обусловлено как внутренними, так и внешними факторами, причем последние приводят к более резким трансформациям и играют роль основных ориентиров при восстановлении истории ландшафта. Так как нормальная эволюция ландшафта требует постоянства внешних зональных и аazonальных условий, то стабильность последних на протяжении определенного отрезка времени, в течение которого не наблюдалось сколько-нибудь заметных подвижек ландшафтных зон, сохранялся устойчивый тектонический режим, отсутствовали макрорегиональные колебания типа оледенения – межледниковья, может служить отправным моментом для выяснения возраста современных ландшафтов. Одним из важных индикаторов при этом является почва.

Контрольные вопросы:

1. Какие причины приводят к изменчивости ландшафтов?
2. Что такое динамика ландшафта?
3. Какие различают виды естественной ландшафтной динамики?
4. Что такое устойчивость ландшафта? Чем она определяется?
5. Какую роль в саморегулировании геосистем играет биота?
6. Что такое потенциал ландшафта и нагрузка на ландшафт?
7. От чего зависит долговечность ландшафта?

Тема 8 Классификация ландшафтов

В настоящее время разработаны и используются две классификации ландшафтов. Иерархическая классификация, в которой основой служит соотношение части и целого, от фации до ландшафтной оболочки Земли, эта классификация была рассмотрена в Теме 4.

Вторая классификация опирается на таксономические единицы: классы, типы, роды и виды по признакам, присущим ландшафтам (Таблица 1). Исходными факторами при классификации ландшафтов служат: тепло- и влагообеспеченность, влагооборот, биологический круговорот веществ, почвообразование, продуцирование биомассы. К критериям классификации относятся их генезис, структура, динамика.

Высшей классификационной таксономической единицей является отдел ландшафтов. В основе этого таксона лежит показатель взаимодействия геосфер (литосферы, гидросферы, атмосферы) по вертикали. Выделяют четыре отдела ландшафтов:

- 1) наземные (субаэральные);
- 2) земноводные (речные, озерные, шельфовые);
- 3) водные (моря и океаны);
- 4) донные (морские, океанические).

По теплообеспеченности наземные ландшафты объединяются в разделы. В состав наземных ландшафтов Северного полушария входят разряды: арктические, субарктические, бореальные, суббореальные, субтропические, тропические, субэкваториальные и экваториальные ландшафты.

Семейство ландшафтов представляет собой группу ландшафтов в дифференцированных физико-географических странах. Например, бореальные ландшафты восточносибирского семейства или бореальные ландшафты западносибирского семейства.

Классы и подклассы ландшафтов выделяются по гипсометрическому фактору, который отражает ярусные ландшафтные закономерности. Классы ландшафтов подразделяются на равнинные и горные.

В пределах классов равнинных ландшафтов выделяют подклассы: возвышенные, низменные. У горных ландшафтов - предгорные, низкогорные, среднегорные, высокогорные, межгорно-котловинные.

Тип ландшафтов – это объединение ландшафтов, имеющих общие зональносекторные черты в структуре, функционировании и динамике. Таким образом, тип ландшафта отражает зональность ландшафтов. Основным критерий для выделения типа ландшафта – это тепловой и водный режимы.

Выделяют следующие типы ландшафтов:

- 1) зональные ряды типов ландшафта по теплообеспеченности:
 - А – арктические и антарктические,
 - Са – субарктические,
 - БСа – бореально-субарктические,

Б – бореальные,
 БСб – бореально-суббореальные,
 Ст – субтропические,
 Т – тропические,
 Сэ – субэкваториальные,
 Э – экваториальные;

2) ряды типов ландшафтов по увлажнению:

- экстрааридные,
- аридные,
- семиаридные,
- семигумидные,
- гумидные

Подтипы выделяют по степени проявления постепенности зональных переходов - северный, средний, южный. Подтипы не выделяются для ландшафтных типов, которые находятся в переходных зонах (лесотундровые, лесостепные, полупустынные и др.).

Род ландшафтов определяется морфологией и генезисом рельефа ландшафтов.

В подроде выражены свойства поверхностных горных пород.

Самой нижней классификационной единицей является вид ландшафта. Критерий вида - фундамент ландшафта, его петрографический состав, структурные особенности, формы рельефа. Видовое разнообразие ландшафтов чрезвычайно велико.

Таблица 1- Структурно-генетическая классификация ландшафтов
 (по В.А. Николаеву, 1979 год)

Таксон	Основание деления	Примеры
Отдел	Тип контакта и взаимодействия геосфер	Наземные, земноводные, водные, подводные
Разряд	Термические параметры географических поясов	Арктические, субарктические, бореальные, суббореальные, субтропические
Подразряд	Континентальность, климатические различия	Приокеанические, умеренно континентальные, континентальные, резко континентальные
Семейство	Региональная локализация на уровне физикогеографических стран	Умеренно континентальные: восточно-европейские, суббореальные, континентальные западно-сибирские, туранские
Класс	Морфоструктура мегарельефа	Равнинные, горные
Подкласс	макрорельеф	Равнинные: возвышенные, низменные, низинные Горные: низкогорные, среднегорные, высокогорные

Тип	Растительные формации, тип почвы	Таежные, широколиственные, лесостепные, степные, полупустынные, пустынные
Подтип	Подтипы почв и растительные формации	Северотаежные, среднетаежные, южно-таежные, степные, луговые, болотные, солончаковые
Род	Морфология и генезис рельефа	Холмистые моренные, плосковолнистые древнеаллювиальные и т.д.
Продр	Свойства поверхностных горных пород	Суглинистые, песчаные, лессовые и т.д.
Вид	Сходство доминирующих урочищ	Западно-сибирские равнинные возвышенные степные с разнотравными степями на черноземах легкосуглинистых

Контрольные вопросы:

- 1 На чем основываются классификации ландшафтов?
- 2 Перечислите таксономические единицы структурно-генетической классификации ландшафтов. По каким признакам они выделяются?

Тема 9 Учение об антропогенном ландшафте

9.1 Антропогенные ландшафты

Структура ландшафтной оболочки состоит из природных (40% земной суши) и антропогенных ландшафтов (60%). Антропогенные ландшафты целенаправленно созданы человеком для своих нужд.

Ученые по-разному определяют понятие антропогенных ландшафтов. Понятие «антропогенный ландшафт» впервые было предложено русскими географами А.Д. Гоевым и Б.Н. Городковым. В 1930 г. А.Д. Гожев впервые выделил антропогенный ландшафт как природный комплекс. Концепция антропогенного ландшафта была основана известным российским учёным-географом Ф.Н. Мильковым и развита представителями его научной школы.

В 1988 году Ф.М. Мильков опубликовал статью «Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов», где:

- обращено внимание на наличие в природе естественно-антропогенных ландшафтов;
- обосновано их выделения и место в структуре современных ландшафтов;
- отнесены естественно-антропогенные ландшафты к особой категории антропогенных ландшафтов;
- охарактеризованы отдельные типы естественно-антропогенных ландшафтов;
- частично исследовано пространственное распространение естественно-антропогенных ландшафтов;
- показано, что естественно-антропогенные ландшафты являются производными ландшафтными комплексами, формирование которых обусловлено деятельностью людей, а значит зарождение естественно-антропогенных ландшафтов возможно прогнозировать и, соответственно, оптимизировать их функционирование. В конце статьи Ф.М. Мильков высказал интересную мысль, что «идеальная структура будущей ландшафтной сферы (ноосферы), которая будет состоять из естественных и собственно антропогенных (культурных) ландшафтов, сводит к минимуму наличие в ней естественно-антропогенных комплексов». То есть, чем меньше в структуре современного ландшафта естественно-антропогенных ландшафтных комплексов, тем лучше для жизни и деятельности человека.

У антропогенного ландшафта выделяют подсистемы: природную, хозяйственную, социальную (рис. 12).

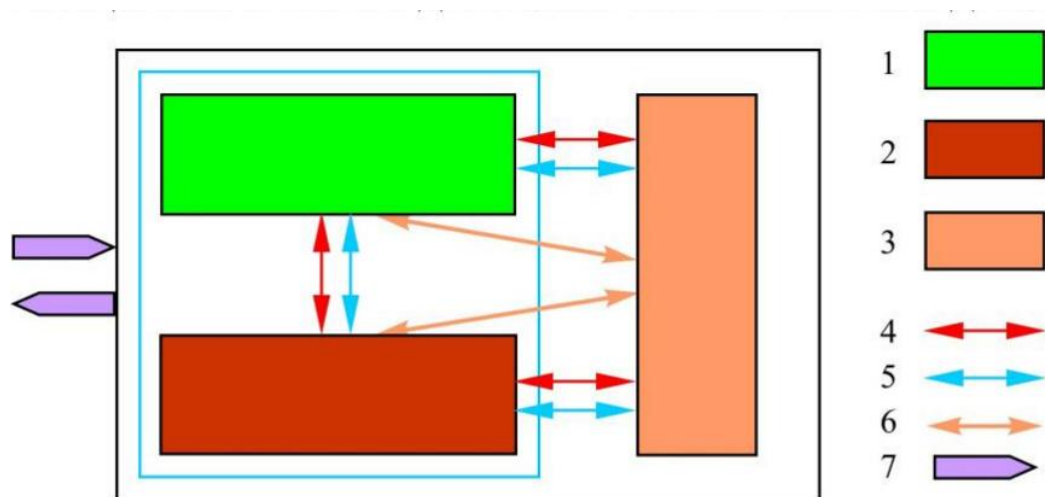


Рисунок 12 - Концептуальная модель антропогенного ландшафта

Подсистемы: 1 – природная, антропогенно преобразованная;

2 – производственная;

3 – социальная;

Внутренние связи: 4 – вещественно-энергетические;

5 – информационные;

6 – управления;

7 – внешние связи.

Природная подсистема – это естественные ресурсы, представляющие потенциал ландшафта. Хозяйственная подсистема выполняет социально-экономические функции. Социальная подсистема играет организующую, управляющую роль.

Антропогенные ландшафты выполняют следующие социально-экономические функции: ресурсовоспроизводящая, средообразующая, природоохранная, информационно-образовательная, воспитательная.

По степени воздействия человека В. П. Семенов-Тян-Шанский все пейзажи (так он называл ландшафты) подразделял на следующие:



- первобытные (девственные);
- полудикие (слабо затронутые влиянием человека);
- культурные (преобразованные);
- дичающие (частично самовозобновляющиеся в результате упадка человеческой культуры);
- одичавшие (с возобновлением всех элементов первобытного ландшафта).

Семенов-Тян-Шанский Вениамин Петрович (1870-1942) — известный русский географ. Основные работы посвящены проблемам страноведения, природоведению и заповедникам, картографии, ландшафтам и др.

Для антропогенных ландшафтов характерна перестройка биологического круговорота, водного, теплового, воздушного режимов, почвенных процессов, изменение биологического разнообразия. Все преобразования в антропогенных ландшафтах происходят гораздо быстрее, чем в девственной природе и они не обладают свойством саморазвития. Это главные отличия антропогенных ландшафтов от природных.

Если произведенные изменения в антропогенных ландшафтах не поддерживать, то антропогенные ландшафты сами по себе, как правило, не сохраняются. В течение столетий или тысячелетий следы антропогенности могут исчезнуть, и тогда первичный естественный ландшафт восстанавливается. Но часто изменения, вносимые человеком в природу, бывают практически необратимы.

По степени изменения хозяйственной деятельностью человека ландшафты делятся на следующие группы:

1) не измененные человеком ландшафты (арктические, антарктические, горные гляциально-нивальные, глухие таежные районы, заповедные территории);

2) Слабо измененные человеком ландшафты, способные восстанавливаться до первоначального строения; механизмы восстановительной сукцессии не нарушены (лесные геосистемы, в которых велись рубки, степные и пустынные пастбища после дигрессии).

3) Необратимо измененные человеком ландшафты (карьерно-отвалы в районах горнодобывающей промышленности, сельскохозяйственные земли, подверженные эрозии).

Измененные (с нарушенным строением) ландшафты делятся на:

1) антропогенно-естественные комплексы, т.е. возникшие под воздействием человека (прямым или косвенным), но в дальнейшем развивающиеся как естественные, без влияния человека

Пример: пойменные луга, которые образуются на месте вырубленного у реки леса.

2) антропогенно-восстанавливаемые комплексы, т. е. находящиеся в процессе своего восстановления.

Пример: сосновый зеленомошный лес, возникший под влиянием человека (вырубка коренного леса, пожар), через некоторое время превращается в ельник-зеленомошник, который является зональным типом для данного района.

3) антропогенно-деградируемые комплексы, формирующиеся при разрушении окультуренных (преобразованных) геокомплексов. Процессы, разрушающие структуру окультуренного комплекса, — это эрозия, засоление, заболачивание, возникновение развеваемых песков и т. п.

По степени хозяйственной ценности все ландшафты, измененные человеком, делятся на две группы: культурные и акультурные. Культурные ландшафты постоянно поддерживаются человеком в состоянии, оптимальном для выполнения возложенных на них хозяйственных,

эстетических и других функций. Например, полевые защитные лесные полосы, пруды, гидролесопарки, поля сельскохозяйственных культур и т.д. Акультурные ландшафты (бросовые земли, овраги и др.) возникают, как правило, в итоге нерационального ведения хозяйства.

Ландшафты по антропогенным факторам формирования подразделяют на:

- сельскохозяйственные;
- лесохозяйственные;
- водохозяйственные;
- промышленные;
- ландшафты поселений;
- рекреационные;
- заповедные.

По устойчивости к антропогенным воздействиям:

- высокоустойчивые;
- среднеустойчивые;
- слабоустойчивые;
- неустойчивые.

По типам природопользования выделяют следующие ландшафты:

- собирательские (промышленно-сырьевые);
- производственные (производящие, перерабатывающие);
- местопользовательские (селитебные, рекреационные);
- природоохранные.

9.2 Культурные ландшафты

Термин «культурный ландшафт» был введен в научный обиход в Германии и происходит от лат. cultura – возделывание, обрабатывание.

Определений «культурный ландшафт» множество. Приведем здесь два определения. По Ю.Г. Саушкину культурный ландшафт – это «ландшафт, в котором непосредственное приложение к нему труда человеческого общества так изменило соотношение предметов и явлений природы, что ландшафт приобрел новые, качественно иные особенности по сравнению с прежним, естественным своим состоянием».

По А. Г. Исаченко «культурный ландшафт – целенаправленно созданный человеком на научной основе антропогенный ландшафт, обладающий оптимальной структурой и функциональными свойствами, наиболее пригодными для хозяйственной деятельности».

В пределах культурного ландшафта обычно выделяют участки трех типов:

продуктивное ядро ландшафта — участок, который подвергается интенсивному воздействию (поля, сады, виноградники и т. п.);

рекреационная микрозона — участки, используемые для отдыха (парки, зеленый пояс, коллективные сады и т. п.);

заповедная территория — условно неизменные природные комплексы с ненарушенной структурой. Главный отличительный признак этой территории — полный запрет хозяйственной деятельности.

А. Г. Исаченко (1991) выделил определенные свойства культурного ландшафта:

- 1) высокая производительность и экономическая эффективность;
- 2) оптимальная среда для жизни людей, способствующая сохранению здоровья, физическому и духовному развитию человека.

К этим свойствам культурного ландшафта были добавлены еще пять:

- 1) улучшение качества природной среды;
- 2) рациональное использование природных ресурсов;
- 3) гармоничное сочетание природных и техногенных элементов в ландшафте;
- 4) минимизация деструктивных геоэкологических процессов и явлений;
- 5) эстетичный, красивый и живописный вид.

Культурный ландшафт всегда функционально зонирован. Например, в национальных парках выделяют такие зоны: хозяйственную, заповедную, рекреационную, буферную, восстановления экосистем и т. д. В городах выделяют промышленную, транспортную, селитебную, рекреационную, коммунально-складскую и др.

Культурные ландшафты требуют постоянной поддержки. Оптимизация культурного ландшафта — достижение наиболее рационального экологического равновесия с помощью благоприятного сочетания экологических компонентов и геоэкосистем с различной степенью преобразованности человеком. При этом необходимо совершенствовать технологические процессы, внедрение водосберегающих (бессточные системы водоснабжения, повторное использование вод) и энергосберегающих, очистных сооружений для снижения загрязнений, налаживают систему управления отходами.

При правильной организации в культурном ландшафте создается экологическое равновесие и сохранение свойств его компонентов.

Для рационального использования ландшафтов, улучшения его структуры используют уход, проводят мелиоративные мероприятия, рекультивационные работы.

Мелиорация (от лат. *Melio* - улучшать) - система мероприятий, направленных на улучшение свойств ландшафта. К мелиоративным мероприятиям относят орошение, осушение почвы, улучшение поверхности, рельефа ландшафта и т.д.

Рекультивация (от лат. *recultivo* — восстановление) ландшафтов - комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной и эстетической ценности нарушенных земель, а также на улучшение окружающего ландшафта в соответствии с интересами общества.

Нарушенные ландшафты образуются при добыче полезных ископаемых открытым способом, строительстве дорог, гидротехнических сооружений,

градостроительстве. Первые опыты рекультивации нарушенных промышленностью ландшафтов были отмечены в середине XIX в. в Германии.

Контрольные вопросы:

1. Кем впервые было предложено понятие «антропогенный ландшафт»?
2. Какие подсистемы выделяют в антропогенном ландшафте?
3. Чем отличается антропогенный ландшафт от природного?
4. На какие виды разделил ландшафты по степени воздействия человека В. П. Семенов-Тянь-Шанский?
5. По каким критериям разделяются на группы антропогенные ландшафты? Приведите примеры.
6. Какие свойства можно выделить у культурного ландшафта?
7. Приведите примеры культурного ландшафта.
8. На какие зоны разделяются национальные парки, заповедники, городские ландшафты?
9. Что подразумевают под оптимизацией ландшафта?
10. Что используют для улучшения свойств ландшафта?
11. Какие мероприятия относятся к мелиоративным и рекультивационным?
12. Что приводит к нарушению ландшафтов?

Тема 10 Рекультивация земель

10.1 Этапы рекультивации

Нарушенные земли – земли, утратившие свою ландшафтную первозданность и ценность, или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и рельефа местности в результате производственной деятельности человека.

Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление нарушенных земель для определенного целевого использования, в том числе прилегающих земельных участков, полностью или частично утративших свою ценность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Нарушение земель – процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, в том числе нефти и нефтепродуктов, геологоразведочных, изыскательских и строительных работ, приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима, рельефа местности и другим негативным изменениям состояния земель.

В рекультивации земель различают следующие этапы:

1 Подготовительный – предпроектные и проектные работы, которые содержат концепцию, схему, инженерные изыскания, проектную и рабочую документацию

2 Технический этап – инженерно-техническая часть проекта рекультивации, включает следующие виды работ: снятие и складирование плодородного слоя почвы, планировку поверхности, транспортирование и нанесение плодородных почв на рекультивируемую поверхность, строительство осушительной и водоподводящей сети каналов, устройство противоэрозионных сооружений.

3 Биологический этап – завершающая часть проекта рекультивации, которая включает мероприятия по восстановлению плодородия рекультивированных земель и возобновлению флоры и фауны (озеленение, лесное строительство, биоогическая очистка почв и др.). Работы по данному этапу выполняют предприятия лесохозяйственного или сельскохозяйственного профиля, в постоянное пользование которых после проведения технической рекультивации поступает земельный участок.

Продолжительность выполнения этих этапов условно определяют как рекультивационный период, который может длиться от одного до нескольких лет в зависимости от состояния нарушенных земель.

Процедура разработки проектов рекультивации нарушенных земель осуществляется в следующей последовательности:

- подготовительные работы (полевые работы);
- проведение обследования;

- разработка схем и проекта рекультивации нарушенных земель (камеральные работы);

- согласование и выдача проекта рекультивации нарушенных земель.

Вышеуказанные работы регулируются Инструкцией по разработке проектов рекультивации нарушенных земель (утверждены приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 2 августа 2023 года № 289).

10.2 Подготовительный этап рекультивации

Основная задача подготовительного этапа – разработка проекта рекультивации.

В зависимости от масштабов последствий нарушения земель проектирование рекультивации может состоять из предпроектной и проектной стадии.

Предпроектную документацию разрабатывают для больших нарушенных территорий, и она содержит концепцию (схему) решения рекультивации нарушенного ландшафта, включая фации, урочища, местности, техноприродные системы, когда необходимо оценить масштабность произошедших нарушений и дать основные решения по восстановлению компонентов, свойств, внутренних и внешних связей.

Например, при функционировании крупных тепловых электростанций (ТЭЦ), работающих на углях, происходит загрязнение прилегающей территории через выбросы в атмосферный воздух, образуются золоотвалы. Загрязнению подвержены территории в радиусе равном 20 высотам трубы (населенные пункты, агроэкосистемы, водные объекты, леса). Эти земли изымают под складирование золоотвалов. Концепция рекультивации при решении такой масштабной задачи должна определять, прежде всего, возможность дальнейшего функционального использования загрязненных территорий, т.е. для производства сельскохозяйственной продукции, использования водных объектов для различных нужд, посещения лесов. Одновременно необходимо рассмотреть целесообразность дальнейшего использования угля для производства электроэнергии, сокращения выбросов, использование фильтров, проведение перевооружения электростанций и снижение объемов золы. Кроме того необходимо рассмотреть возможности переработки золы.

В предпроектную документацию входят эколого-экономическое обоснование рекультивации конкретного объекта. Эта документация содержит варианты предпроектных решений, выбор оптимального варианта, оформление предварительных отношений, экологическую оценку территорий, укрупненную оценку стоимости строительства и инвестиционную привлекательность проекта.

Выбор направления использования нарушенных земель выносят в отдельный раздел и обосновывают на основе материалов исследований,

прогнозов изменения компонентов окружающей среды и оценки пригодности земель для рекультивации.

Целевыми являются следующие виды использования нарушенных земель: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, строительное и санитарно-эстетическое. Приоритетным направлением является сельскохозяйственное.

Важным для строительства любого объекта является оформление земельных отношений. Одним из разделов проекта является схема планировочной организации земельного участка, которая необходима для получения разрешения на строительство (СПОЗУ).

Текстовая часть содержит характеристику земельного участка с указанием вида и характера нарушенных земель; обоснование границ санитарно-защитных зон объектов: обоснование направления использования нарушенных земель, технико-экономические показатели земельного участка (площадь участка, проездов, зеленых насаждений, сельскохозяйственных угодий), обоснование решений по инженерной подготовке территории, в том числе решений по защите территории от опасных геологических процессов, загрязнений химическими и биологическими веществами, решений по рекультивации земель, описание решений по созданию культурного ландшафта, обоснование схем транспортных коммуникаций.

Графическая часть включает схему планировочной организации территории с планом нарушенных земель, схему использования нарушенных земель, зоны проведения различных видов рекультивации, мест размещения существующих и проектируемых объектов с указанием существующих и проектируемых подъездов; зданий и сооружений, подлежащих сносу; решений по планировке рельефа и формированию культурного ландшафта: этапы проведения рекультивации; схемы движения транспортных средств на строительной площадке; план земляных масс; план сетей инженерно-технического обеспечения с обозначением мест подключения к существующим сетям, план инженерно-экологических систем для регулирования необходимых процессов по рекультивации земель.

Для разработки СПОЗУ необходимо:

- заявление на подготовку схемы планировочной организации земельного участка;
- копия документа, на основании которого принято решение о разработке проектной документации;
- задание на проектирование;
- архитектурные планы;
- эскизный проект;
- общее описание участка;
- предполагаемые транспортные средства;
- отчетная документация по результатам инженерных изысканий;
- градостроительный план земельного участка;
- правоустанавливающие документы на земельный участок и т.д.

Разработку проектно-сметной документации начинают с анализа имеющихся проектов, при реализации которых произошло нарушение компонентов ландшафта (почвы, растительный покров и др.).

Изыскательские работы включают инженерные (топографические, геологические, гидрогеологические, почвенные и др.), экологические (санитарно-гигиенические, биологические, химические, радиологические и др.) и археологические исследования.

При рекультивации нарушенных земель, расположенных в прибрежных и водоохраных зонах, необходимо учитывать требования Водного кодекса Республики Казахстан, Правил установления водоохраных зон и полос.

Водоохранная зона – территория, примыкающая к водным объектам, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности для предотвращения загрязнения, засорения и истощения вод.

В пределах водоохраных зон выделяются водоохранные полосы, шириной не менее тридцати пяти метров, прилегающие к водному объекту, на территории которых устанавливается режим ограниченной хозяйственной деятельности.

Минимальная ширина водоохраных зон по каждому берегу принимается от уреза воды при среднегодовом уровне до уреза воды при среднегодовом уровне в период половодья (включая пойму реки, надпойменные террасы, крутые склоны коренных берегов, овраги и балки) и плюс следующие дополнительные расстояния:

- для малых рек (длиной до 200 километров) – 500 метров;
- для остальных рек:

с простыми условиями хозяйственного использования и благоприятной экологической обстановкой на водосборе – 500 метров;

со сложными условиями хозяйственного использования и при напряженной экологической обстановке на водосборе – 1000 метров.

Для протоков рек, охватывающих высокоподнятое междуречье шириной более 1 километра, минимальная ширина водоохраных зон по берегам каждой протоки устанавливается такая же, как и по остальной части этой реки.

При интенсивном меандрировании русел рек водоохранная зона устанавливается от пояса меандрирования (линия, соединяющая вершины меандр).

Для русловых водохранилищ минимальная ширина водоохранной зоны принимается как для реки, на которой оно расположено. Внутренняя граница водоохранной зоны проходит по урезу воды при нормальном подпорном уровне.

Для наливных водохранилищ и озер минимальная ширина водоохранной зоны принимается 300 метров – при акватории водоема до двух квадратных километров и 500 метров – при акватории свыше двух квадратных километров.

Объектами рекультивации в водоохранных зонах являются заброшенные карьеры, отвалы грунта при проведении дноуглубительных работ, места гидронамыва, нарушенные участки при гидротехническом строительстве и т.д. Выбор направления использования нарушенных земель и состав рекультивационных работ в этих зонах должны быть тщательно обоснованы с учетом всех требований законодательства, обеспечивающего экологически безопасное функционирование поверхностных водных объектов.

10.3 Технический этап рекультивации

Технический этап рекультивации - это инженерно технические мероприятия, направленные на подготовку нарушенных земель для ликвидации последствий антропогенной деятельности и решения задач биологической рекультивации.

На этом этапе могут проводиться следующие инженерные решения:

- проективные – создание новых проектных поверхностей и форм рельефа: ориентирование поверхностей объекта по отношению к освещенности, профилирование, террасирование, вертикальная планировка, создание поверхностей при захоронении отходов, удаление кустарников, пней, камней, кочек и т.д.;

- структурные – изменение структуры почвы и создание рекультивационного слоя: землевание, торфование, кольматаж, глубокое рыхление, мелиорация почв с внесением сапропелей, создание водонепроницаемых экранов и водупоров, замена или засыпка загрязненного слоя и т.д.;

- химические и физико-химические – изменение химических и физико-химических свойств почв: известкование, гипсование, внесение искусственных сорбентов, химических мелиорантов, природных цеолитов, органических и минеральных удобрений;

- гидротехнические – восстановление и регулирование водного режима: осушение, орошение, регулирование сроков затопления поверхностными водами, строительство водоемов различного назначения, защита от подтопления, очистка стоков;

- теплотехнические – восстановление и регулирование теплового режима нарушенной геосистемы: особый режим регулирования влажности воздуха и почвы, изменение экспозиции склона, альбеда, аэрации почвы, мульчирование, грядование, применение утеплителей.

На нарушенных землях практически всегда проводят планировку поверхности и землевание. Планировка проводится сплошная или частичная. Сплошная планировка (разравнивание) выполняется при подготовке земель к сельскохозяйственному использованию и созданию лесных массивов. Частичная планировка проводится при подготовке земель к созданию лесных полос, водоохранных полос, при создании рекреационных зон.

Планировку насыпей проводят в два этапа: предварительная и окончательная через 2-3 года с засевом поверхности бобово-злаковыми травами в промежутках между этапами.

Землевание - нанесение почвенного слоя на выровненную поверхность. Содержание гумуса в нанесенной почве должно быть не менее 2 %.

Землевание особенно необходимо при создании поверхностного слоя в ландшафтах, не пригодных для биологической рекультивации в связи с плохими физическими и химическими свойствами рекультивационного участка. Мощность перекрываемого слоя на участках, отводимых под сельскохозяйственные угодья, должна быть не менее 20-25 см. Можно увеличивать почвенный слой для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, если это экономически выгодно. Под кормовые угодья (пастбища, сенокосы) мощность перекрываемого слоя должна быть 0,3-0,7 м. Для выращивания деревьев, кустарников – не менее 2 м.

10.4 Биологический этап рекультивации

Биологический этап рекультивации предназначен для возобновления процессов почвообразования и воспроизводства биоценозов. Биологическим этапом заканчивается формирование культурного ландшафта на нарушенных землях.

Основные системы и способы биологической рекультивации:

- растениеводство - система приемов возделывания сельскохозяйственных культур, включающая: подбор севооборотов; обработку почвы; внесение удобрений; подготовку семян к посеву; посев и посадку; уход за растениями; борьбу с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур; уборку урожая;

- озеленение - система приемов, включающая подготовку участков для проведения озеленительных работ; посадку и уход за деревьями, кустарниками, цветами, газонами;

- лесное строительство - комплекс мероприятий по созданию и восстановлению лесов на рекультивируемых землях (обработка почвы, посадка саженцев и др.);

- агролесомелиорация - система мероприятий по защите рекультивируемых земель от эрозии почв, засухи и суховеев, которая включает создание защитных лесных полос, агротехнические и агролесомелиоративные мероприятия;

- агролесомелиорация - комплекс специальных приемов обработки почвы, направленных на усиление поверхностного (узкозагонная вспашка, профилирование поверхности, выборочное бороздование и др.) или внутрипочвенного слоя (кротование, углубленная вспашка и др.);

- фиторекультивация - комплекс мероприятий по восстановлению и улучшению нарушенных земель с помощью культивирования или поддержания естественных растительных сообществ;

- биологическая очистка загрязненных почв (биоремедиация) — заселение микроорганизмами загрязненных почв, использующими загрязняющие вещества в пищу или выделяющие вещества, способные разрушать загрязнители, сюда же относят и фиторемедиацию — очистку почвы с помощью растений.

Биологическую рекультивацию проводят специализированные фирмы и те предприятия, которым возвращают земли согласно принятому направлению использования нарушенных земель.

На сельскохозяйственных землях биологическую рекультивацию проводят в два этапа. На первом этапе, после выполнения технической рекультивации, выращивают пионерные (предварительные, авангардные) культуры, которые могут адаптироваться в новых условиях и обладающие высокой восстановительной способностью. При отмирании пионерных культур в почву поступают органические вещества, улучшается содержание гумуса и питательных веществ, создаются условия для произрастания последующих культур. На втором этапе переходят к целевому использованию, при сельскохозяйственном использовании рекультивируемые участки включаются в существующие севообороты.

После проведения технической рекультивации полигонов твердых бытовых и промышленных отходов территорию озеленяют, высевая многолетние травы, а на устойчивых поверхностях высаживают кустарники и деревья, прилегающие территории также озеленяют.

Для эффективности разрабатываемых мероприятий биологической рекультивации изучают эволюцию растительного покрова на нарушенных землях в различных условиях.

Формирование растительного покрова на отвалах вскрышных пород идет медленно из-за бедности горных пород питательными веществами, неустойчивых режимов (водного, воздушного, теплового).

Продолжительность естественного формирования растительного покрова в лесной и лесостепной зоне характеризуется тремя периодами:

- в первые 5-6 лет от начала образования нарушенных земель появляется мозаичный несомкнутый растительный покров, состоящий из растений с широким диапазоном толерантности;

- в последующие 5-6 лет формируются многовидовое сообщество растений (30-40 видов), в котором заметно проявляются зональные черты и складывается многоярусная структура биоценозов;

- после 10-12 лет начинает преобладать дифференциация видового состава, господство переходит к многолетникам, создается устойчивый растительный покров с выраженной ярусностью, хорошо прослеживается сезонная динамика.

В сложных условиях сроки формирования растительного покрова значительно увеличиваются, например, на отвалах буроугольного бассейна с большой долей сульфидсодержащих пород к 20 годам растительный покров находится еще в начале второго периода.

На песчаных карьерах в степной зоне растительность появляется через 5-7 лет, к 10-12 годам может насчитывать 5-10 видов самых устойчивых растений: умин песчаный, полынь полевая, ястребинка волосистая и др.

На гравийных карьерах отдельные растения видны на 3-4 год. Первыми из них поселяются мать-и-мачеха, полынь обыкновенная. К 5-6 годам это уже 8-10 видов трав: овсяница овечья, ястребинка волосистая, кошачья лапка и др. К 15 годам насчитывается около 30 видов: сон-трава, тысячелистник обыкновенный, клевер полевой, ежа сборная, мятлик луговой; из древесно-кустарниковых растений: сосна обыкновенная, ива.

Заращение нарушенных земель создает в молодых почвах запас органических веществ, который в результате биохимических процессов улучшает питательный режим этих почв и способствует образованию устойчивого растительного покрова.

Скорость почвообразования и формирование почвенных горизонтов зависят от свойств почвообразующих пород, их водного и теплового режимов, рельефа, природно-климатических условий данного района, от видового состава растительности и продолжительности природного восстановления земель.

Отвалы и насыпи вскрышных пород быстрее зарастают с северной и северо-западной стороны, поскольку здесь наблюдаются устойчивый водный и тепловой режимы. Южные склоны, которые сильнее прогреваются, имеют небольшие запасы влаги, покрываться растительностью лишь в нижних частях склона, где накапливается смытый мелкозем.

На 25-летних суглинистых отвалах угольного бассейна под лесным покровом скорость почвообразования составляет 2,4 -3,6 мм/год, под травами – 4 мм/год. Там же на молодых 9-летних отвалах под травами - 6,7 мм/год. На песчаных отвалах, поросших травой, скорость почвообразования близка к скорости в лесу – 3,5мм/год.

Интенсивное накопление гумуса на нарушенных землях наблюдается в период от 5 до 20 лет, далее скорость почвообразования снижается, что обуславливается устойчивостью биогеохимических процессов под определенными сообществами растений.

В Таблицах 2 и 3 представлен видовой состав для биологической рекультивации отвалов вскрышных пород

Таблица 2 - Видовой состав растений, приуроченный к отвалам вскрышных пород

Породы	Видовой состав растений
Алевриты	Кострец японский, синяк обыкновенный, вейник наземный, вика яровая
Пески	Клевер ползучий, одуванчик поздний, мятлик узколистный, овсяница луговая
Мело-мергели	Подорожник ланцетолистный, полынь горькая, полынь обыкновенная, цикорий обыкновенный, клевер луговой, лядвинец рогатый
Глина	Мать-и-мачеха, тысячелистник, клевер белый

Таблица 3 - Видовой состав растений на почвах, содержащих в избытке соли тяжелых металлов

Соли тяжелых металлов	Видовой состав растений
Медь, железо	Шиповник
Медь	Качим (растение семейства гвоздичных)
Цинк	Фиалка, ярутка
Цинк, свинец, кадмий	Горец большой
Свинец, хром	Горчица индийская
Цинк, кадмий	Альпийский хеллеркраут
Кобальт	Греческий ибискус
Никель	Гречиха

С помощью растений можно определить преимущественное содержание отдельных металлов в почве. Это свойство растений для целей горного дела начали специально изучать еще в XVI веке. В 1763г. М.В. Ломоносов отмечал: «На горах, в которых руда и другие минералы рождаются, растущие деревья бывают обыкновенно не здоровы, то есть листья их бледны, а сами низки, кривлеваты и до совершенной старости своей подсыхают, а трава, под жилами растущая, бывает обыкновенно мельче и бледнее».

На землях, где проведение технической рекультивации затруднено, или возможно повторное их использование (например: повторное использование отвалов, содержащих породы с малой концентрацией редких металлов) создают растительный покров разбрасыванием дражжированных семян травосмесей и кустарников. Семена растений с учетом их приуроченности к горным породам разбрасывают самолетом ранней весной вместе с небольшими дозами минеральных удобрений.

Способность растения приживаться используется при рекультивации отвалов нетоксичных вскрышных породах без предварительного нанесения почвенного слоя. Для этого разрабатывается специальная технология культивирования растений, например:

- выращивание бобовых трав в течение 3 - 4 лет с запашкой на глубину 25-30 см;
- выращивание злаково-бобовой травосмеси с внесением небольшой дозой минеральных удобрений в течение 3 - 4 лет с последующей запашкой трав на глубину 20-25 см;
- посев трав (викоовсяная смесь, донник) с последующей запашкой.

Применение такой технологии на отвалах Курской магнитной аномалии позволило создать в слое 0-20 см запас гумуса 1,5 % и получить урожай ржи и ячменя около 20 ц/га. Если нарушенные земли предназначены для сельскохозяйственного использования, то общий состав работ биологической рекультивации должен быть следующим:

- планировка поверхности земли и нанесение на нее почвенного слоя, особенно на субстраты, содержащие малоприспособные породы (заключительные работы технической рекультивации);

- выращивание пионерных культур (однолетних или многолетних) для активизации процессов почвообразования;
- введение специальных севооборотов для восстановления и формирования почвенного слоя;
- применение приемов почвозащитного земледелия для повышения плодородия почвы и ее устойчивости против эрозии и дефляции;
- мониторинг почв природоохранными и санитарно-эпидемиологическими службами.

Для организации сельскохозяйственных угодий на отвалах, содержащих мергелистые глины целесообразно выращивать в качестве пионерной культуры горох, а затем переходить к посеву яровых, например: ячменя.

В Германии на бурoughольных отвалах применяются севообороты, содержащие около 70% бобовых культур.

По исследованиям кафедры мелиорации и рекультивации земель МГУП выращивание викоовсяной смеси на пойменных луговых почвах, загрязненных нефтепродуктами, ускоряет процесс разложения углеводов. Как показывает опыт, наилучшими пионерными культурами при проведении биологической рекультивации являются бобовые и бобово-злаковые травосмеси, обладающие высокой фиторекультивационной способностью по сравнению с другими растениями.

В формировании молодых почв при проведении рекультивации для лесохозяйственных целей в качестве пионерных используют бобовые, бобово-злаковые травы, кустарники и некоторые породы деревьев. Из древесно-кустарниковой растительности наибольшее распространение в качестве пионерных имеют: акация белая, лох узколистный, облепиха, акация желтая, смородина золотистая, береза бородавчатая, ива, ольха, тополь, черемуха.

Рекультивация лесохозяйственного назначения проводится для создания на нарушенных землях лесных насаждений промышленного, защитного, водорегулирующего, водо-охранного и рекреационного назначения. Начинается она с подбора древесных и кустарниковых растений в соответствии с пригодностью нарушенных земель для биологической рекультивации и исходя из природно-климатических условий. Например, в степной зоне для рекультивации отвалов, насыпей, карьерных выемок, создания защитных лесных полос рекомендуются следующие породы деревьев и кустарников: вяз, клен ясенелистный, акация, тополь черный, дубы, смородина золотистая, тамарикс ветвистый, лох узколистный.

Наиболее эффективным приемом биологической рекультивации на нарушенных землях является создание многовидового растительного покрова с участием многолетних трав и устойчивых пород кустарников и деревьев. При такой многоярусной структуре нарушенные земли хорошо защищены от эрозии и дефляции, а благодаря листовому опаду и корневым системам получают большой прирост органических веществ.

На землях, загрязненных техногенными продуктами, главной задачей биологической рекультивации является повышение самоочищающей способности почвы. Решение этой задачи возможно с помощью совместного функционирования технических и биологических систем, оперирующих широким набором мероприятий, в том числе с использованием специально выращенных микроорганизмов.

Рекультивация (очистка) почв от техногенных продуктов с помощью микроорганизмов основана на деструктировании (разложении) этих продуктов в течение регламентированного времени. На практике этот способ применяется для очистки почв, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и пестицидами. Технология биодеструктирования включает создание благоприятных водно-воздушных, тепловых и питательных условий микроорганизмам и регулярного контроля численности применяемой популяции. Поэтому эффективность такого вида рекультивации зависит от управляемости регулирующих факторов и качества штаммов.

Контрольные вопросы:

1. Какие земли относят к нарушенным?
2. Что такое рекультивация земель, какие этапы она включает?
3. Каким документом в Республике Казахстан регулируются рекультивационные работы?
4. Назовите главную задачу подготовительного этапа рекультивации.
5. Что содержит предпроектная документация?
6. Что представляет собой текстовая часть схемы планировочной организации земельного участка (СПОЗУ)?
7. Что включает графическая часть схемы планировочной организации земельного участка (СПОЗУ)?
8. Что необходимо для разработки СПОЗУ?
9. С чего начинают разработку проектно-сметной документации?
10. Что включают изыскательские работы?
11. Требования каких документов необходимо учитывать при рекультивации нарушенных земель, расположенных в прибрежных и водоохранных зонах?
12. Какой ширины должны быть водоохранные зоны?
13. Что является объектами рекультивации в водоохранных зонах?
14. Какие мероприятия проводятся на техническом этапе рекультивации?
15. Что такое землевание? Какая мощность перекрываемого слоя должна быть на разных рекультивационных участках?
16. Для чего предназначен биологический этап рекультивации?
17. Перечислите основные системы и способы биологической рекультивации.
18. В какой период наблюдается интенсивное накопление гумуса на нарушенных землях после рекультивации?

Тема 11 Рекультивация земель, нарушенных несанкционированными свалками

Несанкционированные свалки – это территории (поля, лесополосы, пляжи, овраги и т.д.), которые не предназначены под размещение отходов.

Данные свалки являются незаконными. Исполнительная власть в соответствии со ст. 505 Кодекса РК «Об административных правонарушениях» «Нарушение правил благоустройства территорий городов и населенных пунктов, а также разрушение объектов инфраструктуры, уничтожение и повреждение зеленых насаждений города и населенных пунктов» и ст. 344 «Нарушение экологических требований по управлению отходами» отслеживает и наказывает за несанкционированные свалки. Но очень часто виновников устройства таких свалок не устанавливают, поэтому государство выделяет средства на их ликвидацию.

Департамент экологии проводит спутниковый мониторинг (рис. 13) выявления несанкционированных свалок (спутник АО «НК Казакстан Ғарыш Сапары»).

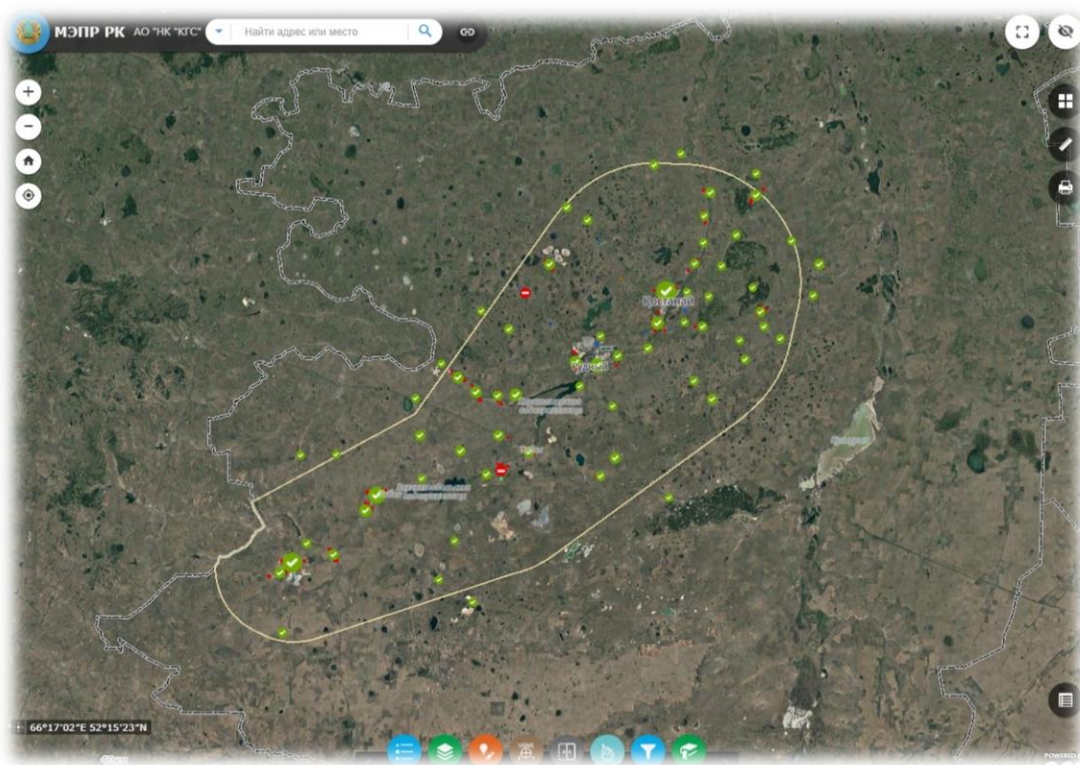


Рисунок 13 – Карта спутникового зондирования (Костанайская область)

Несанкционированные свалки являются источниками загрязнения окружающей среды. Все отходы подвергаются засыпке отходами карьеров, оврагов и других понижений рельефа, на них размещают не только бытовые отходы, но и инфицированные и токсичные.

В окружающую среду попадают загрязняющие вещества, действующих на все компоненты ландшафта: почву, атмосферу, гидросферу, живые организмы.

Каким образом мигрируют загрязняющие вещества от свалки показано на Рисунке 14.

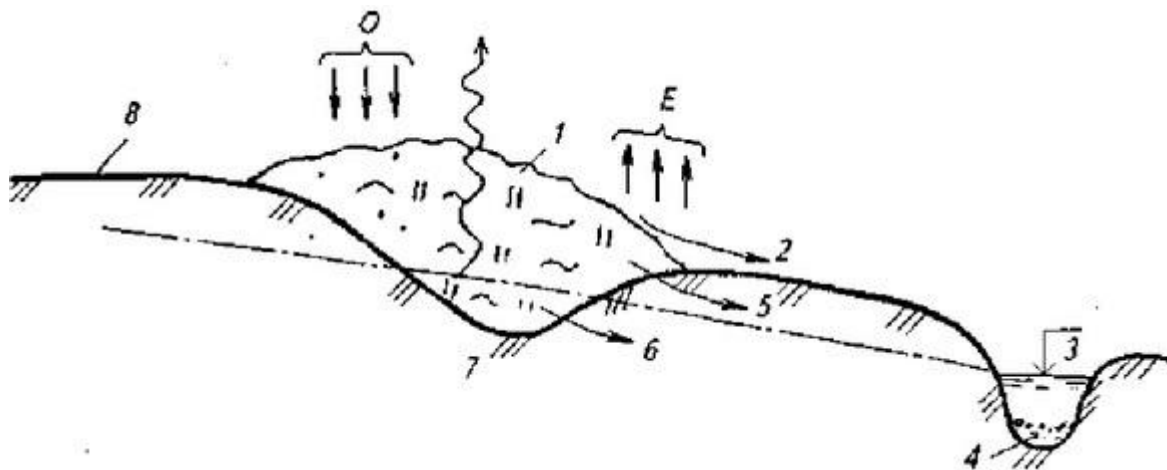


Рисунок 14 - Схема миграции загрязняющих веществ от свалок

1 — свалочный грунт; 2, 5 — направления распространения веществ, загрязняющих почву; 3 — уровень воды; 4 — донные отложения; 6 — направление распространения загрязняющих веществ в горные породы и грунтовые воды; 7 — горные породы в основании свалки; 8 — поверхность земли; О — атмосферные осадки; Е — испарение влаги с поверхности свалки; Г — биогаз

Наибольшее влияние свалок на окружающую среду наблюдается через 3-4 года. Оно не прекращается и в последующие 15-20 лет, если свалка не ликвидируется.

Территории, занятые несанкционированными свалками, после их рекультивации могут быть использованы под дороги, рекреационную, жилую зоны. Для этого необходимо полностью или частично удалить свалочный грунт, засыпать площадку нормативно-чистым грунтом. В соответствии с нормативными документами гражданское строительство (жилые здания, детские и лечебные учреждения) без вывоза свалочного грунта не допускается. Жилищное строительство может быть разрешено только после достижения в результате рекультивации нормативных показателей загрязненности грунтов и атмосферного воздуха.

Перед строительством проводят инженерно-геологические изыскания, при которых рассматриваются разрезы грунта свалки и подстилающих их слоев, определяют мощность слоя свалочного грунта, структуру подстилающих слоев, степень их загрязненности и уровень залегания грунтовых вод.

Свалочные грунты удаляют на полигоны обезвреживания и захоронения отходов.

Для засыпки используют чистый по различным показателям грунт (бактериологическим, химическим и радиометрическим).

Проводят также санитарные обследования, в результате которых планируют мероприятия по дератизации (истреблению крыс, мышей и др.) и дезинсекции согласно требованиям инструкции по борьбе с насекомыми.

При рекультивации несанкционированных свалок без удаления свалочного грунта проводят санацию загрязненных территорий (иммобилизация вредных веществ, дегазация, устройство защитного экрана по верху свалочных грунтов и др.).

Защитные экраны – это комбинация изоляционных и фильтрующих элементов, позволяющих собирать и отводить просачивающиеся поверхностные воды, атмосферные осадки и биогаз.

На стадии технического этапа рекультивации проводят планировочные работы с преданием планируемой поверхности незначительного уклона в сторону общего понижения земной поверхности. С целью консервации загрязнителей в верхних слоях свалочного грунта на спланированную поверхность отсыпают слой естественных сорбирующих материалов в виде сапропелей или цеолитов мощностью до 0,1-0,2 м.

В качестве противofiltrационного экрана можно использовать глину, два слоя толщиной не менее 25 см каждый, уплотняя поочередно грунтоуплотняющими машинами при оптимальной влажности уплотняемого грунта. Сверху глиняных слоев укладывают песчано-гравийный грунт (20-30 см) для улучшения дренажа, отвода поверхностных и талых вод. Далее засыпают все это плодородным слоем мощностью 15 см.

Если рядом с рекультивируемыми участками нет глины, то в качестве экранов можно использовать геокомпозитные материалы.

Таким образом, на техническом этапе создают рекультивационный слой, а далее на биологическом этапе возделывают однолетние и многолетние травы с небольшой корневой системой. Продолжительность биологического этапа рекультивации обычно составляет 2-5 лет в зависимости от климатических условий и степени предварительной очистки реабилитируемого участка.

Контрольные вопросы:

1. Что такое несанкционированные свалки?
2. В соответствии с каким документом (статьями) исполнительные органы борются с виновниками несанкционированных свалок?
3. Каким образом мигрируют загрязняющие вещества от несанкционированных свалок?
4. Каким образом несанкционированные свалки влияют на окружающую среду?
5. В чем заключаются рекультивационные мероприятия на различных этапах рекультивации (техническом и биологическом)?

Тема 12 Рекультивация полигонов твердых бытовых отходов (ТБО)

Захоронение отходов производства и потребления на полигонах – наиболее широко практикуемый способ обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов (далее – ТБО). Полигоны захоронения ТБО – инженерные сооружения, предназначенные для приема отходов, их обезвреживания и захоронения, предотвращающие распространение загрязнения компонентов ландшафта.

В соответствии с Санитарными правилами «Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления» на полигоны ТБО принимают отходы потребления и некоторые виды твердых отходов производства (3 и 4 класса опасности), а также неопасные отходы, класс которых устанавливают экспериментальными методами, не взрывоопасные и не самовозгорающиеся отходы производства влажностью не более 85 %. Жидкие и пастообразные отходы на полигон ТБО не принимают. Отходы производства 3 и 4 класса опасности принимают в ограниченном количестве (не более 30 % от массы ТБО) и складывают совместно с бытовыми отходами, характеризующимися содержанием в водной вытяжке токсичных веществ на уровне фильтрата из ТБО и значениями БПК 20 и ХПК 400-5000 мг/л кислорода.

Согласно статье 351 Экологического кодекса Республики Казахстан на полигонах для захоронения не принимаются следующие отходы:

- 1) любые отходы в жидкой форме (жидкие отходы);
- 2) опасные отходы, которые в условиях полигона являются взрывчатыми, коррозийными, окисляемыми, высокоогнеопасными или огнеопасными;
- 3) отходы, вступающие в реакцию с водой;
- 4) медицинские отходы;
- 5) биологические отходы, определенные в соответствии с законодательством Республики Казахстан в области ветеринарии;
- 6) целые использованные шины и их фрагменты, за исключением их применения в качестве стабилизирующего материала при рекультивации;
- 7) отходы, содержащие стойкие органические загрязнители;
- 8) пестициды;
- 9) отходы, которые не удовлетворяют критериям приема;
- 10) отходы пластмасс, пластика и полиэтилена, полиэтилентерефталатную упаковку;
- 11) макулатуру, картон и отходы бумаги;
- 12) ртутьсодержащие лампы и приборы;
- 13) стеклянную тару;
- 14) стекlobой;
- 15) лом цветных и черных металлов;
- 16) батареи литиевые, свинцово-кислотные;

- 17) электронное и электрическое оборудование;
- 18) вышедшие из эксплуатации транспортные средства;
- 19) строительные отходы;
- 20) пищевые отходы.

В статье 352 Экологического кодекса республики Казахстан представлен перечень промышленных отходов, которые запрещены к размещению на полигонах твердых бытовых отходов.

Когда полигон ТБО завершает свою работу, начинаются рекультивационные работы для того, что бы полигон не ухудшал экологическую обстановку на прилегающей территории. Проект рекультивации разрабатывается еще до постройки полигона и предусматривает следующее:

1. В процессе выполнения работ применяется инертный материал, который защищает ближайшие участки и водные объекты от проникновения в них ядовитых химических элементов.

2. Отсутствует возможность контакта собранных отходов с представителями животного мира.

3. Для рекультивации используются материалы, имеющие антисептические свойства и не пропускающие токсичные вещества.

4. Обязательным пунктом стоит приемлемость цены и доступность оборудования.

5. Расположенная под полигоном земля не должна утратить своих свойств, что обеспечивает возможность ее эксплуатации в перспективе.

Процесс рекультивации полигонов ТБО состоит из двух этапов: технического и биологического. Это очень длительный процесс.

На первом – техническом этапе анализируют состояние полигона, проводится экологическая оценка воздействия полигона на окружающую среду. Собирается требуемая документация, разрабатывается схема транспортировки грунта и смета расходов. Так же определяются состав и объем полигонных газов и разрабатываются мероприятия по дегазации.

Технические работы по рекультивации полигона включают планировку поверхности, монтаж дегазатора, оборудования для сбора сточных вод и фильтрата, рекультивационной защиты.

При выполнении технического этапа формируется верхний рекультивационный слой полигона, который состоит из подстилающего грунта и насыпного слоя плодородной почвы. В качестве подстилающего слоя (слабопроницаемое покрытие) могут быть использованы суглинки мощностью не менее 20см и коэффициентом фильтрации не более $10 \text{ м}^3/\text{см} \cdot \text{с}$.

Высота рекультивационного слоя, включающая высоту подстилающего и плодородного слоя почвы определяется в первую очередь целевым использованием территории и климатическими условиями территории (Таблица 4).

Таблица 4 - Высота рекультивационного слоя

Вид рекультивации	Высота рекультивационного слоя, см			
	Высота подстилающего слоя	Высота насыпного слоя плодородной почвы по зонам		
		южная	средняя	северная
посев многолетних трав	15-20	15	15	15
пашня	15-20	25-30	20-25	15-20
кустарники	20	25-30	20-25	15-20
деревья	20/10-15	30-40/10-15	25-30/10-15	20-25

* – в числителе – высота слоя в посадочной яме, в знаменателе – высота слоя на рекультивируемом участке

Обычно плодородный грунт – это ранее снятая почва при строительстве полигона, хранящаяся в местах складирования. По окончании технического этапа начинается биологическая рекультивации закрытых полигонов.

Биологический этап рекультивации полигона включает мероприятия агротехнического и фитомелиоративного характера, которые направлены на улучшение свойств почвы (грунта). Фитомелиорация может включать газон с многолетними травами (восстановление почвы 1-3 года), мелкие кустарники (2-3 года), организация огородов (до 15 лет).

Для посева многолетних трав проводят агротехнический прием - дискование почвы на глубину до 10 см с одновременным внесением минеральных удобрений. Далее проводят боронование и прикатывание почвы. Способы и нормы внесения удобрений зависят от качества плодородного слоя и требований посевных культур. Травосмесь может состоять из двух, трех и более трав. Это зависит от климатических условий нахождения полигона, свойств плодородного слоя.

Биологический этап рекультивации, как правило, продолжается 4 года.

В первый год проводятся обычные агротехнические мероприятия по уходу за посевами трав (полив, скашивание трав на высоте 10-15см, подкормка удобрениями, боронование на глубину 3-5 см). В последующие годы проводят своевременную подкормку удобрениями (весной - азотные удобрения, а далее - комплексные минеральные удобрения, 140-200 кг/га действующего вещества), боронование, скашивании травы (на высоту 5-6 см) и полив. Биологический этап завершается через 4 года и рекультивационная территория передается соответствующему ведомству для целевого использования.

Контрольные вопросы:

1. Какие отходы принимают и не принимают на полигоны ТБО? В каких документах Республики Казахстан это прописано?
2. Когда разрабатывается проект рекультивации и что он предусматривает?

3. Из каких этапов состоит проект рекультивации полигонов ТБО?
4. Что включают технические работы по рекультивации полигона? Для сего нужны эти работы?
5. От чего зависит высота рекультивационного слоя?
6. Для чего нужна биологическая рекультивация?
7. Какие растения используют при биологической рекультивации полигонов?
8. Какие агротехнические мероприятия проводят на биологическом этапе?
9. Сколько по времени продолжаются технический и биологический этапы?

Тема 13 Рекультивация нарушенных агроэкосистем

13.1 Характеристика агроэкосистем

Агроэкосистема (аграрная экологическая система) - это сознательно спланированная человеком территория, на которой сбалансировано получение сельскохозяйственной продукции и возврат её составляющих на поля для обеспечения круговорота минеральных и органических веществ (рис. 15).

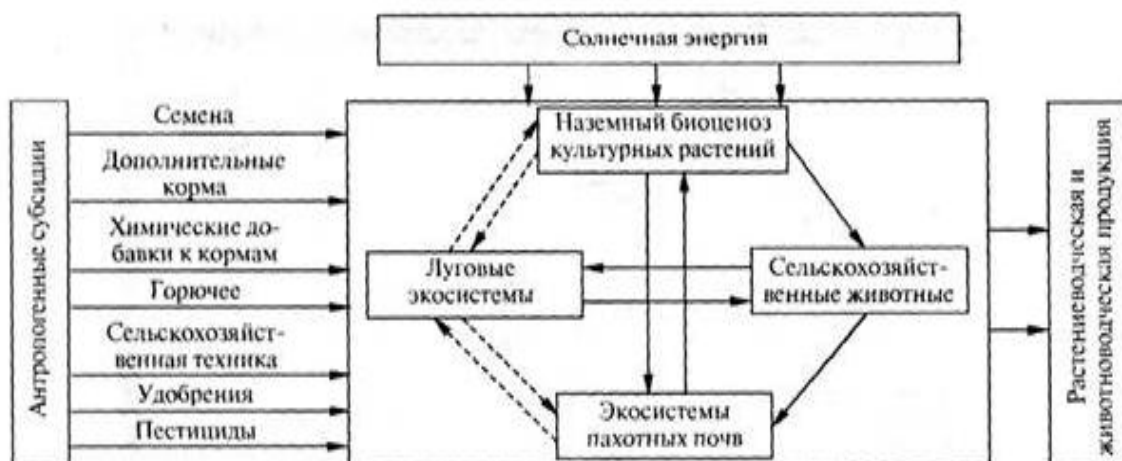


Рисунок 15 - Схема функционирования агроэкосистемы (Миркин, Хазиахметов, 1995)

Агроэкосистемы отличаются от природных экосистем более высокой биологической продуктивностью и доминированием одного или нескольких видов растений или животных, при этом выращиваемые сельскохозяйственные культуры и животные подвержены не естественному отбору, а искусственному.

Агроэкосистемы менее устойчивы, чем природные экосистемы, так как в них невысокое биологическое разнообразие, поэтому слабо выражена способность к саморегулированию.

Особенностью агроэкосистем является получение дополнительной энергии в виде удобрений, средств защиты от вредителей и болезней, обработки почвы, селекции семян, использовании сельскохозяйственной техники и горючего (при растениеводстве), дополнительные корма, витамины, лекарства, селекция сельскохозяйственных животных (при животноводстве).

Агроэкосистемы по занимаемому ими объему делятся на виды: агросфера, аграрный ландшафт, сельскохозяйственная экосистема, агробиогеоценоз, пастбищный биогеоценоз, ферменный биогеоценоз (Таблица 5).

Таблица 5 - Классификация агроэкосистем по занимаемому ими объему

Наименование агроэкосистемы	Краткая характеристика
Агросфера	Глобальная экосистема, объединяющая все земли, преобразованные человеком
Аграрный ландшафт	Экосистема, сформировавшаяся в результате сельскохозяйственного использования
Сельскохозяйственная экосистема	Экосистема одного хозяйства
Агробιογεοσενοζ	Участок для выращивания культур, сельскохозяйственное угодье (пашня, поле, оранжерея, теплица, бахча, сад)
Пастбищный биогеоценоз	Пастбище, используемое для выпаса скота
Ферменный биогеоценоз	Строение для животных (коровник, свиарник, конюшня, кошара, птичник, зоопарк, виварий и т.д.)

13.2 Негативные экологические последствия использования агроэкосистем в сельском хозяйстве

Агроэкосистемы подвергаются при их использовании человеком различным нарушениям, приводящим к дегумификации почв, опустыниванию, различным видам загрязнений (химическое, биологическое, радиоактивное), заболачиванию территории, засолению и т.д.

Деградация почв – это постепенное ухудшение свойств почвы в результате различных причин, разрушающих структуру, уменьшающих содержание гумуса, и в конечном итоге, приводящих к утрате плодородия.

Явления деградации почв можно разделить на три категории:

1. *Физическая деградация почв* – ухудшение физических, водно-физических, воздушных, тепловых свойств почвы, нарушение почвенного профиля. При физической деградации уменьшается мощность гумусового горизонта, или даже происходит уничтожение некоторых горизонтов почвы. Изменения происходят при избыточной нагрузке механического характера, в результате изменения климата, различных процессов природного и антропогенного характера. Все это может привести к эрозионным процессам, опустыниванию.

2. *Химическая деградация почв* – ухудшение химических свойств почв: уменьшение гумуса и питательных веществ, вторичное засоление (при орошении) и осолонцевание, загрязнение химическими соединениями (кислотные дожди, тяжелые металлы, нефтепродукты, радионуклиды и др.). Причины, вызывающие химическую деградацию, бывают природного и антропогенного происхождения (сельскохозяйственная деятельность и развитие промышленности, транспорта или поселений человека).

3. *Биологическая деградация почв* – сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей. Почвенные организмы обеспечивают осуществление многих экологических функций

почв, в том числе определенные этапы круговорота биогенных элементов, они же поддерживают в почве гомеостаз по многим ее свойствам.

Выделяются следующие наиболее существенные типы деградации почв: технологическая (в результате долгого использования), эрозия почв, засоление, заболачивание, загрязнение почв, опустынивание.

Остановимся на некоторых типах подробнее.

Вторичное засоление – это результат неправильного орошения (избыточные нормы полива, использование минерализованных поливных вод). Засоление полей приводит к неблагоприятной экологической ситуации, многие сельскохозяйственные культуры не могут нормально расти в таких условиях

Опустынивание – это уменьшение или уничтожение биологического потенциала земельного пространства, сопровождающееся сокращением его водных ресурсов, исчезновением сплошного растительного покрова, обеднением и перестройкой фауны и возникновением других условий, близких или аналогичных условиям пустыни. Общими факторами, приводящими к опустыниванию земли, являются:

- уменьшение растительного покрова и сопутствующая ей эрозия почв в результате чрезмерного выпаса скота;
- усиление эрозии и дефляции засушливых земель при их интенсивном и нерациональном использовании;
- отсутствие рационального соотношения между земледелием и животноводством;
- разрушение растительного и почвенного покрова при строительстве дорог, геолого-разведочных работах, разработке полезных ископаемых и т.п.;
- вторичное засоление, подщелачивание и подтопление орошаемых земель.

В настоящее время главный и повсеместно действующий фактор деградации почвы – эрозия, которая проявляется при нерациональном использовании в сельском хозяйстве (технологическая, ирригационная, химическая).

Одной из причин сокращения площади обрабатываемых земель является интенсивная водная и ветровая эрозия, обусловленная ростом масштабов влияния антропогенного фактора на почвы.

Отдельной проблемой, в этой связи, являются брошенные земли сельскохозяйственного назначения, то есть участки, на которых по разным причинам полностью прекращена хозяйственная деятельность человека: на пашне не обрабатывается почва и не выращиваются сельскохозяйственные растения, на сенокосах и пастбищах не производится выпас скота и сенокосение. Такие участки зарастают в сильной степени сорной травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. И только десятилетия спустя есть вероятность, что они вернутся в свое естественное состояние, соответствующее почвенно-климатической зоне. И все это время

они являются резерватами злостных трудноискоренимых сорняков, многоядных вредителей – в первую очередь грызунов, саранчовых, многих видов болезней растений.

Сорняки затрудняют уборку полевых культур, их обмолот, поглощают влагу, питательные вещества, солнечный свет и, как следствие, ухудшают качество растениеводческой продукции. Кроме того, многие виды сорняков могут оказаться вредными для сельскохозяйственных животных и человека: например, пыльца амброзии и полыни провоцирует аллергические заболевания; примеси горчака ползучего, лютика едкого, хвоща полевого в сене и в пастбищном корме могут вызвать отравление животных; донник лекарственный, чеснок, полынь горькая придают неприятный вкус молоку и маслу; примеси семян белены, куколя, плевела одуряющего, горчака ядовитого делают продукты переработки зерна и корма непригодными для человека и животных.

Таким образом, при сплошном зарастании сорняками брошенных земель сельскохозяйственного назначения не происходит ухудшения плодородия почвы, но при этом снижается ценность почвы как объекта сельскохозяйственного назначения и ухудшается фитосанитарная обстановка на близлежащих сельхозугодиях.

Последствия деградации почв глобальны, они затрагивают экологию планеты, ведут к экономическим и социально-политическим проблемам. Происходит нарушение баланса почв и почвенного покрова, что приведет в дальнейшем к большим потерям среди биологического разнообразия и по итогу к экологической катастрофе. За последние года общая площадь земель, которая пригодна к сельскому хозяйству, сократилась вдвое.

13.3 Опустынивание земель

Интенсивное использование почв в засушливых районах приводит к развитию процессов опустынивания. Изменяются все режимы и процессы в почвах.

Для оценки опустынивания применяют группы индикаторов:

- физические: количество пыльных и песчаных бурь, изменение качества и глубины грунтовых вод, степень развития эрозионных процессов (ветровых и водных), изменение мощности гумусового горизонта, развитие процессов засоления и осолонцевания и т.д.

- биологические: растительное биоразнообразие, соотношение различных групп, биологическая продуктивность, численность животных и т.д.

- социальные: структура расселения, системы землепользования и т.д.

Выделяют следующие виды опустынивания: деградация растительности, эрозионные процессы, ухудшение структуры почвы, уменьшение содержания гумуса, осолонцевание и засоление, заболачивание, накопление токсичных веществ.

Рекультивация опустыненных земель направлена на восстановление свойств почв и продуктивности сельскохозяйственных угодий. Восстановление их актуально как на юге Казахстана, так и на севере.

Земельные ресурсы Казахстана составляют 272,5 млн га, из них сельскохозяйственных угодий – 219,7 млн га. 179,9 млн га (66 % всей территории) сельскохозяйственных угодий подвержено разной степени опустынивания. Проблема опустынивания в Казахстане приняла критические масштабы после распада СССР и расформирования колхозов, совхозов, когда природные ландшафты и традиционные залежные земли были переведены в категории сельскохозяйственных и промышленных земель.

Процессы дегумификации происходят на 60 % территории пашни. Содержание гумуса уменьшается и это связывают с эрозионными процессами, минерализацией гумуса. Из 4,3 млрд т запасов гумуса пахотного слоя (0-30 см) безвозвратно утрачено за счет минерализации органического вещества, выноса с урожаем, при водной и ветровой эрозии – 1,2 млрд т, или 28,3 % (рис. 16).

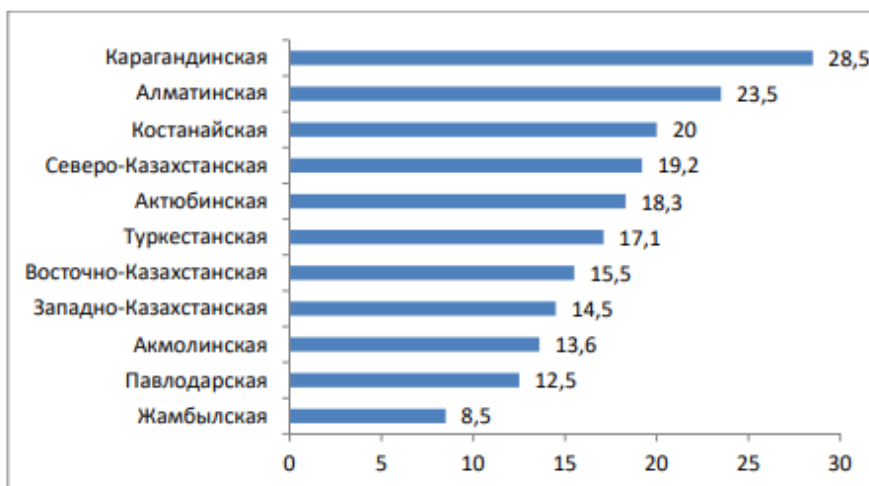


Рисунок 16 – Потеря гумуса в верхнем 30-см слое пахотной почвы в разрезе областей Республики Казахстан, %

Больше всего процессы дегумификации затронули плодородные темно-каштановые, каштановые, лугово-каштановые почвы степных ландшафтов в Северо-Казахстанской, Павлодарской, Акмолинской областей.

Также в Республике сильно развиты эрозионные процессы. Это связано и с природными факторами, и с деятельностью человека. В Казахстане числится более 90 млн га эродированных и эрозионно опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн га. Подвержены ветровой эрозии 11,3% (24,2 млн га) сельскохозяйственных угодий. По степени проявления дефляции земли подразделяются на три подгруппы: слабдефлированные – 2,2 млн га, среднедефлированные – 4,9 млн га, сильнодефлированные – 17,1 млн га (70,7 %).

В Казахстане 35,8 млн га (16,3 % от общей площади сельскохозяйственных земель). Вторичное засоление наблюдается на орошаемых землях. В настоящее время засоленные земли составляют 2,5 млн га пахотных земель, из них 450,6 тыс. га находятся под орошением.

В Казахстане вопросами опустынивания земель занимаются государственные органы местного и республиканского назначения, научно-исследовательские институты, международные, общественные организации и др. Большой вклад в исследование развития процессов опустынивания внесли видные казахстанские ученые: Курочкина Л. Я., Фаизов К. Ш., Чигаркин А. В., Гельдыева Г. В., Алимаев И. И., Сапаров А. С. и др. В ряде научно-исследовательских институтов Казахстана, в том числе в КазНИИ почвоведения и агрохимии МСХ РК, основным направлением исследований является снижение последствий развития процессов деградации и опустынивания почв; КазНИИ животноводства и кормопроизводства МСХ РК занимается вопросами оценки и восстановления деградированных пастбищ республики. В АО «Институт географии и водной безопасности» МОН РК для решения проблемы опустынивания земель были проведены и ведутся исследования по данной проблеме. Проведено природно-сельскохозяйственное районирование Казахстана, систематизированы и оценены природные и антропогенные факторы, влияющие на деградацию сельскохозяйственных угодий.

Решение проблем опустынивания возможно путем рационального использования агроэкосистем с применением ГИС-технологий, путем составления карт, моделей, схем, составленных в результате мониторинга, полевых и дистанционных наблюдений.

13.4 Биологическая рекультивация засоленных почв

Один из способов восстановления засоленных земель использование галофитов. К ним относятся около 2000 видов, в центральной Азии – около 900 видов. Галофиты способны нормально функционировать на засоленных почвах, при этом формируя большую биомассу. В настоящее время выделяют около 15 перспективных видов галофитов-фитомелиорантов: сведа дуголистная и заостренная, солерос, солодки, полынь солончаковая и др. Период рассоления почв галофитами при средней степени засоления – 4-5 лет, при сильной – 6-7 лет.

Рассоление почв с помощью галофитов – эффективный способ удаления солей из почвы. Особенно перспективной является солодка голая, а также сорго. Солодка дает сена с 1 га – 6-8 тонн, урожай сорго составляет 5,4 т/га и выносит солей 41,3 – 64,7 т/га.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение агросистемы.
2. Чем агросистемы отличаются от природных экосистем?

3. Перечислите классы агроэкосистем по занимаемому ими объему.
4. Какие экологические проблемы возникают в агроэкосистемах?
5. На какие три категории разделяются явления деградации почв? Дайте им характеристику.
6. По каким причинам в почве происходит засоление?
7. Какие процессы приводят к опустыниванию?
8. Какие индикаторы применяют для оценивания опустынивания?
9. Какие казахстанские ученые внесли наибольший вклад в изучение процессов опустынивания?
10. Какие мероприятия необходимо проводить на опустыненных землях?
11. Какие галофиты-мелиоранты используют для биологической рекультивации солончаков и почему?

Тема 14 Рекультивация нарушенных земель Северо-Восточного Прикаспия в зоне добычи нефти

Данная территория испытывает техногенное воздействие при добыче нефти, и использовании земель в сельском хозяйстве. Деградация почв в большинстве случаев принимает необратимый характер. Почвы нуждаются в восстановлении свойств и экологических функций. Наличие разных категорий земель, возникающих под влиянием деятельности нефтедобывающих месторождений, определяет различные направления экологических решений при разработке мероприятий по биологической рекультивации.

Рассматриваются почвы месторождения Косшагыл, нарушенные в результате промышленной добычи нефти. Почвы данной территории малопродуктивны, низкого плодородия, пригодны только в качестве пастбищ. Почвы имеют признаки солонцеватости и засоления. Здесь встречаются бурые пустынные почвы с залеганием солей на глубине 1 м, солонцеватые роды с солями на глубине 30-50 см, солонцы пустынные, солончаки обыкновенные и соровые. Все почвы разделяются на группы по проведению мелиоративных мероприятий.

I. Земли, пригодные для проведения мероприятий по биологической рекультивации (бурые пустынные нормальные, бурые пустынные солонцеватые и бурые пустынные солончаковатые почвы, песчаные пустынные почвы средней и сильной степени техногенного нарушения). Рекомендуются высаживание древесно-кустарниковых пород.

II. Земли, пригодные для проведения биологической рекультивации после коренного улучшения территорий (бурые пустынные техногенные дефлированные и маломощные почвы, такыры техногенные и техногенные почвогрунты сильной и очень сильной степени техногенного нарушения). Рекомендуются посадка древесно-кустарниковых пород.

III. Земли, выборочно пригодные для проведения методов биологической рекультивации после механической или микробиологической очистки на территориях с поверхностным нефтяным загрязнением (бурые пустынные солонцеватые и бурые пустынные солончаковатые почвы средней и сильной степени техногенного нарушения и нефтехимического загрязнения). Рекомендуются посадка древесно-кустарниковых пород.

IV. Земли, не пригодные для проведения мероприятий по биологической рекультивации при наличии неблагоприятных физико-химических свойств почв - сильная степень солонцеватости, поверхностное и профильное засоление (солонцы пустынные, их комплексы с бурыми пустынными солонцеватыми почвами, солончаки обыкновенные средней и сильной степени техногенного нарушения и нефтехимического загрязнения). Рекомендуются механическая очистка от нефтяного загрязнения.

V. Земли, не пригодные для проведения мероприятий по биологической рекультивации (солончаки соровые) из-за неудобного расположения.

До проведения биологической рекультивации проводят полевое обследование для определения состояния территории, степени загрязнения. Схема мероприятий по биологической рекультивации составляется на основе и техногенного нарушения. Биологическая рекультивация проводится на этой территории для улучшения свойств верхнего корнеобитаемого слоя (50 см). На почвах легкого гранулометрического состава посадку древесно-кустарниковой растительности рекомендуется проводить без дополнительной подготовки почвы. На почвах сильно нарушенных, загрязненных, засоленных в лунках заменяют грунт на более плодородный, добавляя удобрения. Рекомендуется высаживать саксаул черный групповым методом выборочно на участках с наибольшим изменением растительного и почвенного покрова, на сильно нарушенных почвах – изень.

На территории с карьерными выработками предусматривается проведение технического этапа рекультивации, включающего планировочные работы, выполаживание склонов карьеров карьеров с предложенным углом наклона не более 10°. Агротехнические приемы включали разметку рядов по спиральной или кольцевой схеме с целью предотвращения эрозионных процессов и создание посадочных ям. Формирование древесно-кустарниковых насаждений включало посадку гребенщика по нижней части выровненной поверхности и саксаула в центральной и верхней части. Предлагаемый ассортимент растений-фитомелиорантов характеризуется широкой амплитудой отношения к пустынным условиям (аридность климата, степень засоления почв), включает саженцы саксаула черного, гребенщика рыхлого и многоцветкового, а также семенной материал пырея ломкого, кохии простертой, солянки восточной.

Саженца на рекультивируемой территории располагают бессистемно или рядами через 10 м), кулисами (шириной 50-100 м с межкулисными пространствами такой же ширины) или куртинами (группами по 4-10 штук на участках с наибольшим проявлением нарушения). Расстояние междурядий 3-5 м. Посадку древесных пород (3-5 лет) осуществляют в лунки в лунки размером 70х50 см, кустарниковых пород - 50х40, 40х30 и 30х20 см (в зависимости от возраста и размера саженцев). Насаждения из саксаула черного не предусматривают уход за почвой. На солончаках обыкновенных и сорových рекомендуются мероприятия по механической и микробиологической очистке от нефтяного загрязнения. На территориях с карьерными выработками рекомендуется проведение технического этапа перед биологической рекультивацией с выполаживанием откосов и планировкой поверхности. Территории накопителей пластовых вод и сырой нефти включаются в разработку мероприятий по биологической рекультивации после механической выемки и очистки от загрязненного грунта, планировки участков с перекрытием нарушенной поверхности отсыпным материалом. Территории промплощадок и прилегающие к ним участки рекомендуется очищать от бытового и строительного мусора, упорядочить прокладку подъездных дорог.



Саксаул черный *Haloxylon aphyllum*

Достигает 7-10 м высоты. Ствол корявый, сильно ветвистый, покрыт темно-серой корой. Молодые ветви тонкие, светло-серые, однолетние – зеленые, сочные, травянистые. У крупных деревьев они свисают вниз, образуя плакучую форму кроны. Цветет в апреле-июне, плодоносит в сентябре.

Произрастает в пустынях. Лучше всего растет на супесчаных и суглинистых почвах с хорошей водопроницаемостью и низким залеганием грунтовых вод.



Изенъ, прутняк, кохия простертая (*Kochia*)

Полукустарник высотой до 50 см, стбель с приподнимающимися ветвями, листья плоские, узкие, пушистые. Цветет в июле-сентябре. Растет на солонцах, на песках. Хорошее кормовое растение в полупустыне. Назван в честь немецкого ботаника Вильгельма Коха

Контрольные вопросы:

1. Как почвы месторождения разделяются на группы по проведению мелиоративных мероприятий?
2. На каких почвах проводят биологическую рекультивацию без технических работ?
3. Почему в этом районе в качестве фитомелиорантов выбраны черный саксаул и изенъ?
4. Каким образом осуществляют посадку саженцев древесно-кустарниковых пород?
5. На каких почвах проводят механическую и микробиологическую очистку от нефтяного загрязнения?
6. Что проводят на территориях с карьерными выработками?

Список использованных источников

1. Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК
2. Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481
3. Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442
4. Правила установления водоохранных зон и полос. Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 18 мая 2015 года № 19-1/446
5. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления». Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан от 25 декабря 2020 года № ҚР ДСМ 331/2020
6. Инструкция по разработке проектов рекультивации нарушенных земель. Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 8 августа 2023 года № 289
7. Государственный стандарт Республики Казахстан «Охрана природы. Открытые горные работы. Земли. Рекультивация нарушенных земель. Общие требования». СТ РК 17.0.0.05-2002
8. Кодекс РК Об административных правонарушениях от 5 июля 2014 года № 235-V
9. Арманд Д. Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы). - М.: Мысль. 1975. – 288 с.
10. Беручашвили Н.Л. Геофизика ландшафта: учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1990 -287 с.
11. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. - М.: ГЕОС, 1998. - 418 с.
12. Голованов А.И. Ландшафтоведение: учебник / А. И. Голованов, Е. С. Кожанов, Ю. И. Сухарев. - М.: КолосС, 2005. - 216 с.
13. Голованов А.И., Зимин Ф.М., Сметанин В.И. Рекультивация нарушенных земель: Учебник / Под ред. А.И. Голованова. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 336 с.
14. Голубев Г.Н. Геоэкология. М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338с.
15. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. - М.: Высш. Шк., 1991.- 366 с.
16. Исаченко А.Г. Ландшафты / А. Г. Исаченко, А.А. Шляпников. – М.: Мысль, 1989. – 506 с.
17. Житин Ю. И., Парахневич Т. М. Ландшафтоведение: Учебное пособие; Под ред. Ю. И. Житина. – ВГАУ, 2003. – 218 с.
18. Казаков Л.К. Ландшафтоведение (природные и антропогенные ландшафты). Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2004 – 206 с.

19. Казаков Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования : учеб. пособие / Л.К. Казаков. — 2-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 336 с.
20. Кирпотин С.Н. Ландшафтная экология с основами управления окружающей средой: Учеб, пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. - 262 с.
21. Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение: учеб. пособие – Минск: изд-во БГУ, 2005. – 200 с.
22. Мильков Ф.Н. Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов / Ф.Н. Мильков // Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты изучения. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – С. 4-13.
23. Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Будущее агросферы: новая "Зеленая революция" или "Зеленая эволюция" // Ж. общ. биологии, 1995, 56, 2, С. 256-268.
24. Николаев В.А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978, 62 с.
25. Николаев В. А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. – 94 с.
26. Одум Ю. Экология в 2-х томах.- М.: Мир, 1986. Т.1-328с., Т2 - 376 с.
27. Пермитина В. Н., Ерохина О. Г. Основные принципы биологической рекультивации нарушенных земель Северо-Восточного Прикаспия // Почвоведение и агрохимия. 2011. №3. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-printsipy-biologicheskoy-rekultivatsii-narushennyh-zemel-severo-vostochnogo-prikaspiya> (дата обращения: 25.05.24)
28. Рихлинг А. Состояние ландшафтной экологии и перспективы ее развития. Вестник Московского университета, Серия 5. География, 2009 , № 6 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-landshaftnoy-ekologii-i-perspektivy-ee-razvitiya/viewer> (дата обращения 05.05.2024)
29. Рябоконь О. В. Сущность и основные признаки естественно-антропогенных ландшафтов // Новый взгляд. Международный научный вестник. 2014. №5. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-i-osnovnye-priznaki-estestvenno-antropogennyh-landshaftov> (дата обращения: 25.05.2024)
30. Скоринцева И. Б., Басова Т. А., Тулетаев А. Опустынивание в Казахстане: Состояние, проблемы и пути их решения // География и водные ресурсы. 2021. №3. С. 18-26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/opustynivanie-v-kazahstane-sostoyanie-problemy-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 26.11.2024).
31. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте (избранные труды). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. - 384 с.

32. Шанина Е.В. Рекультивация полигона твердых бытовых отходов //Национальная безопасность и стратегическое планирование, 2014, Выпуск 2 (6), С.99-102 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///C:/Users/User/Downloads/17.pdf> (дата обращения 20.05.2024)

33. Хайитов Ю. К., Хайитов Ю. К., Джурахужаев Д. Д. Теоретические и методологические основы изучения антропогенных ландшафтов // Экономика и социум. 2024. №4-1 (119). С 1157-1160 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-i-metodologicheskie-osnovy-izucheniya-antropogennyh-landshaftov> (дата обращения: 25.05.2024)