

Тема 1: Основные понятия и определения экологии

1.1. Определение экологии

Экология (от греч. *oikos* - дом, родина; *logos* - слово, понятие, учение) в буквальном смысле - наука о местообитании организмов. Понятие «экология» весьма обширно, поэтому в зависимости от задач меняется и формулировка. Основоположник экологии Э. Геккель (1866) называл ее наукой об экономике природы. Х. Одум (1959) дал следующее определение: «Экология - биология окружающей среды».

Экология - это наука, изучающая условия существования и взаимосвязи между живыми организмами и средой их обитания.

Для того чтобы без напряжения читать учебную и научную литературу по экологии, нужно усвоить довольно сложную терминологию, принятую в этой науке. Одна из задач данного учебного пособия - ознакомить студентов с основами общей экологии без предварительной подготовки по анатомии, морфологии, ботанике, химии, экономике, философии.

1.2. Разделы экологии.

Прежде всего надо выделить структурную экологию, включающую три больших раздела: аутэкологию, демэкологию и синэкологию.

1. *Аутэкология*, или *экология особей*, изучает взаимодействие одного организма (особи) с окружающей средой.

2. *Демэкология*, или *популяционная экология*, - учение о взаимодействии индивидуумов одного вида между собой и окружающей средой на их общей территории, о структурах и динамике популяций отдельных видов. Эти знания необходимы для решения важнейших проблем - определения механизмов регуляции численности организмов, выработки оптимальной плотности, допустимых норм изъятия из популяций при различных антропогенных нагрузках на территорию.

3. *Синэкология*, или *экология сообществ*, анализирует отношения между различными видами животных, растений и организмов, а также отношения определенного сообщества с неорганической средой обитания. Она переросла в науку об экосистемах в отечественной и немецкой литературе - в представления о биогеоценозах.

Экологию можно классифицировать по конкретным объектам, средам исследования. Так, выделяют экологию человека, экологию животных, экологию растений, экологию микроорганизмов. Эти организмы исследуют на уровне особей и популяций, поэтому выделяют экологию клетки, организма и сообщества. Организмы обитают в различных зонах и средах - в воде, почве, атмосфере (природных или измененных, часто загрязненных). Соответственно в структуре экологии имеются разделы: экология суши, водоемов, атмосферы, экология полярного, бореального, суббореального, субтропического и тропического поясов, различных зон, экология естественных, измененных и антропогенных систем, экология незагрязненных и загрязненных систем в отдельности.

Часто тематика экологии переплетается с определенными отраслями биологии и с другими науками. В результате сформировались новые направления: эволюционная экология, экологическая физиология, палеоэкология, экология ландшафтов, географическая экология, химическая экология, математическая экология, глобальная экология и др. Быстрыми темпами развиваются космическая экология, эргономика (изучает особенности взаимодействия человека и машины)

По отраслевым признакам обособляются агроэкология (сельскохозяйственная), лесная, инженерная, медицинская и др. Важное значение имеют аспекты прикладной экологии, особенно загрязнение окружающей среды, природные ресурсы, искусственные и агрохозяйственные биоценозы, контроль и управление качеством природной среды.

Общая экология в основном исследует законы формирования структуры, функционирования, развития и гибели природных экосистем (биогеоценозов). При этом прежде всего нужно знать такие свойства биогеоценозов, как устойчивость, надежность функционирования, а также исследовать круговорот веществ и баланс энергии в экосистемах.

1.3. Свойства земли, ее значение в разных отраслях хозяйства

Процесс производства в аграрной и индустриальной сферах во многом зависит от рационального использования земли. В сельском хозяйстве процесс труда заключается в воздействии человека на землю для производства продовольственной и технической продукции, в добывающей и обрабатывающей промышленности - в добыче и обработке минерального сырья, в лесном хозяйстве - в выращивании и заготовке древесины, ягод, грибов, пушнины и др.

Наиболее полно общественная значимость земли раскрывается в сельском хозяйстве, где процесс производства непосредственно связан со свойствами земли. Решающая роль в этом процессе принадлежит живому труду и земле, так как человек, создавая необходимые предпосылки для развития растений, воздействует на почву биологическими, химическими и техническими средствами, улучшает ее физические, химические свойства. При этом создаются предпосылки для развития растений и выращивания животных.

Как средство труда земля характеризуется качеством почв и продуктивностью растений, как предмет труда - технико-технологическими и пространственными свойствами, определяющими технологию и эффективность земледелия. Таким образом, в сельском хозяйстве земля служит главным средством производства и выступает в виде сельскохозяйственных угодий с различным природным (естественным) и эффективным (экономическим) плодородием. Кроме того, в сельском хозяйстве земля может служить и материальным условием производства, пространственным операционным базисом (при размещении производственных и хозяйственных центров, населенных пунктов, дорог и т.д.), предметом труда (при добыче местных полезных ископаемых для собственных нужд), компонентом природной среды, а также элементом недвижимости, на которую имеют определенные права собственники.

В лесном хозяйстве земля выступает как главное средство лесохозяйственного производства и выполняет те же функции, что и в сельском хозяйстве.

В добывающей промышленности земля используется в качестве материального условия производства, пространственного операционного базиса, средства производства, компонента природной среды и недвижимости.

Для собственников и пользователей, владеющих или распоряжающихся землями природоохранного назначения, земля в первую очередь выступает как компонент природной среды и территориальный базис, как средство или предмет труда (в зависимости от целевого назначения земель).

Свойства земли можно разделить на две группы: воспроизводимые и невоспроизводимые. К воспроизводимым свойствам относятся характеристики плодородия и (частично) водного режима (т.е. характеристики земли как средства труда), к невоспроизводимым - большинство пространственных свойств.

Для изменения свойств земли проводят различные мероприятия. Это расширение размера производства за счет освоения новых земель; мероприятия, улучшающие свойства земли как орудия труда (например, мелиорация) и повышающие эффективность ее использования; мероприятия, связанные с организацией использования земли (проектирование севооборотов, устройство их территории и др.); мероприятия, улучшающие свойства земли как предмета труда (оптимизация конфигурации и других пространственных характеристик участков); мероприятия, улучшающие свойства земли как природного ресурса (повышение плодородия, уменьшение или прекращение смыва почвы и стока осадков и т.д.).

В отличие от других средств производства земля перемещаемая, невоспроизводима, ничем не заменима, пространственно ограничена. При правильном использовании ее плодородие повышается.

Можно выделить следующие особенности использования земли как важнейшего компонента природной среды.

1. Земля - основа сохранения всего живого на планете.
2. Земля не является результатом человеческого труда. Она - продукт природы. Вместе с тем плодородие земли агроландшафтов во многом определено человеческой деятельностью, поэтому оно не является даровым благом.
3. Рационально вести хозяйство на земле можно лишь при использовании других природных ресурсов (света, тепла, воды, воздуха), необходимых для нормального развития растений. Земельные угодья (и их плодородие) необходимо рассматривать как составной элемент единой производительной силы природы в комплексе с их территориальным расположением, наличием водных источников, характером агроландшафта, растительности и т.д.
4. Земля может быть рационально использована на основе комплексного учета экономических, технологических и других антропогенных условий.
5. Земля имеет территориальную качественную и количественную неоднородность, изменчивость свойств. Каждый земельный массив уникален по

условиям функционирования и воспроизводства плодородия, что определяется конкретными характеристиками агроландшафтов.

6. При использовании земель необходимо учитывать темпы воспроизводства почвенного плодородия. Критерием может быть положительный баланс гумуса, основных элементов питания растений.

7. Земельные ресурсы должны иметь дифференцированную систему организации территории и производства. Это связано с неодинаковыми методами возделывания культур и их различной эффективностью на участках с отличающимися почвенно-климатическими и пространственными условиями.

8. Почва - малоподвижная среда. Загрязняющие вещества мигрируют в почве очень медленно, вследствие чего они могут постепенно накапливаться, их концентрация растет. Почву очень трудно очищать от загрязнителей. Накопленные в почве загрязнения влияют на человека в основном косвенно (за исключением радиоактивного загрязнения). Это воздействие связано главным образом с качеством и объемом употребляемой в пищу сельскохозяйственной продукции.

1.4. Земельный фонд России.

Качественное состояние сельскохозяйственных угодий во многих регионах России неудовлетворительное. Из их общего количества более половины заболочены, переувлажнены, имеют повышенную кислотность, засолены, почти половина площадей относится к эрозионно опасным. В результате водной эрозии около 10% почв пашни потеряли от 30 до 60% гумуса, а на четверти ее площади потери составляют от 10 до 30%. Свыше 1 млн га продуктивных земель нарушено при добыче полезных ископаемых, проведении геологоразведочных и строительных работ. В результате опустынивания земель оказываются заброшенными большие площади пастбищных угодий в степных зонах, увеличиваются площади, заросшие кустарником и мелколесьем.

Таким образом, анализ категорий земель свидетельствует о необходимости учета этих земель при формировании системы экологически устойчивых землевладений и землепользовании на эколого-ландшафтной основе.

1.5. Обеспечение экологической устойчивости землевладений и землепользований

Вопросы обеспечения экологической устойчивости землевладений и землепользований необходимо решать только с учетом специфических свойств земли. Особенно это важно в современных условиях интенсивного воздействия на землю. Отрицательные последствия интенсивного воздействия проявляются в усилении процессов деградации почв; сокращении доли естественных фитоценозов; обесструктурировании пахотного слоя пашни и ухудшении водно-физических, физико-химических свойств почв; повышении минерализации поверхностных и грунтовых вод; загрязнении почвы, воды и воздуха химическими веществами, выбросами транспорта, промышленности и вспомогательных производств; уничтожении полезной микрофлоры и др.

Рациональным считается такое использование земель, при котором наряду с производством экономически целесообразного количества продукции сохраняется экологическое равновесие всех природных факторов. Для этого должна быть создана совокупность организационных, правовых, социальных и экономических факторов, обеспечивающих эффективное функционирование субъектов земельно-правовых отношений в конкретных природных условиях равновесной и устойчивой эколого-ландшафтной среды.

Теоретическим обоснованием комплексного и дифференцированного использования земельных ресурсов на эколого-ландшафтной основе являются главные законы экологии и природопользования (например, законы внутреннего динамического равновесия, разнообразия, незаменимости и равнозначности факторов жизни, минимума, оптимума и максимума, ограниченности природных ресурсов и др.). Кроме того, необходимо учитывать следующие особенности функционирования антропогенных ландшафтов:

- сложность пространственно-временной структуры, обладающей теснотой взаимосвязи элементов систем как внутри ландшафтов, так и вне их;
- наличие внутренней территориальной однородности и дифференциации структуры, при которых одно и то же воздействие может вызвать разные по характеру и интенсивности изменения;
- одновременное сочетание надежности, изменчивости и устойчивости. В результате один и тот же ландшафт может характеризоваться различными состояниями, часть из которых благодаря саморегуляции может быть относительно устойчива, а часть - изменчива.

Устойчивостью антропогенного ландшафта можно назвать его способность сохранять (или восстанавливать) свою структуру при изменяющихся внешних (природных и антропогенных) воздействиях, продолжая выполнять заданные экологические и социально-экономические функции в конкретных пределах. Наиболее устойчивые компоненты ландшафта - его геологическая основа и рельеф, наименее устойчивые - растительный покров и почвы. Под *надежностью* ландшафта понимают его способность сохранять значения основных характеристик в определенных интервалах и режимах использования в течение конкретного периода.

Кроме учета особенностей агроландшафтов при обеспечении экологически устойчивых землевладений и землепользований необходимо выполнение следующих требований:

- сохранение существующих экологических систем и обеспечение их стабилизации;
- сохранение на пространстве агроландшафта общего экологического баланса, включающего такие взаимосвязанные частные балансы, как водный, почвенный, агробиогеохимический и биогеоценотический;
- восстановление ландшафтов в процессе их эффективного функционирования без больших эксплуатационных расходов;
- удовлетворение эстетических и социальных потребностей человека.

Рассмотрим еще одно важное для землевладельцев и землепользователей понятие - *экологическое равновесие*, т.е. баланс естественных или измененных

человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно бесконечному) существованию данной экосистемы. Этот баланс характеризует динамику прихода и оттока энергии, веществ и информации, поддерживающую экосистему в определенном состоянии или приводящую к смене одной экосистемы другой. Различают компонентное экологическое равновесие (основанное на балансе экологических компонентов внутри одной экосистемы) и территориальное экологическое равновесие (возникающее при определенном соотношении интенсивно и экстенсивно используемых участков ландшафта, обеспечивающем отсутствие нарушений в экологическом балансе территории в целом).

Обеспечение экологической устойчивости землевладений и землепользований может быть:

- территориальным - сохранение природных экосистем на части территории с таким расчетом, чтобы специально выделенные участки поддерживали ранее существовавший или заданный баланс между средообразующими компонентами; осуществляется с помощью системы природных или особо охраняемых территорий, сети лесных участков и т.д.;

- покомпонентным - увеличение или уменьшение площади угодий отдельного вида (например, лесополос) для обеспечения равновесия ландшафта.

Основные принципы обеспечения экологической устойчивости землевладений и землепользований:

- обязательность экологизации природопользования в целом и системы землевладения и землепользования в частности;

- в основу земельного массива любого землевладения и землепользования должна быть положена система относительно однородных и устойчивых территориальных комплексов различных уровней, сформированных на основе учета природных, экономических, экологических и социальных условий;

- в процессе формирования землевладений и землепользований необходимо обеспечить выполнение основных экологических, социально-экономических и технико-технологических условий и функций земли;

- критериями рациональности формируемых землевладений и землепользований являются сохранение здоровья людей, высокая экономическая, экологическая и рекреационная эффективность;

- формирование экологически устойчивых землепользований и землевладений должно быть подкреплено системой экологического, включая природоохранное, обоснования и нормирования.

Для организации и успешного функционирования экологически устойчивых землевладений и землепользований необходим учет рельефа, почвенных, климатических и микроклиматических особенностей территории.

Из множества показателей, характеризующих почвенные условия землевладений и землепользований, можно назвать такие, как типы почв, мощность гумусового горизонта, его оструктуренность, водопроницаемость, эродированность, содержание гумуса, минеральных веществ, содержание пылеватой и мелкопесчаной фракции, карбонатов, уплотненность пахотного слоя и др.

Из характеристик рельефа к наиболее значимым для обеспечения экологической устойчивости землевладений и землепользований можно отнести: крутизну, форму, длину и экспозицию склона, перепад высот и степень расчлененности территории оврагами, балками и гидрографической сетью, величину местных базисов эрозии и др.

Менее изучен для решения проблем землевладения и землепользования учет климатических и микроклиматических условий. Из климатических агроэкологических ресурсов важное значение имеют солнечная радиация (свет), температурный и водный режимы, прямо влияющие на продуктивность и состав агрофитоценозов и изменяющие свои параметры в результате действия других природных ресурсов. *Микроклимат* можно трактовать как климатический режим первичной территориальной единицы, для которой характерна однородная подстилающая поверхность площадью от нескольких квадратных метров до нескольких квадратных километров (по высоте - до 2 м). Локальные особенности микроклимата возникают под влиянием неровностей рельефа, характера почв и растительного покрова.

С учетом комплексности действия климатических факторов очень важно выделить фактор, оказывающий определяющее влияние на использование земельных угодий на территории конкретного землевладения, землепользования или региона.

Из агроэкологических ресурсов антропогенному регулированию в определенной степени поддаются водные ресурсы, влияние остальных ресурсов следует учитывать.

Основные два направления при регулировании водных ресурсов: 1) полное задержание стока; 2) частичное задержание и безопасный отвод избыточного стока. Полное задержание стока можно обеспечить путем перевода поверхностного стока в почву с помощью различных агротехнических, лесо- и гидромелиоративных приемов непосредственно на месте выпадения осадков, а также аккумулярованием стока путем создания регулирующих емкостей с последующим использованием осадков для лиманного и регулярного орошения.

На основе водобалансовых расчетов, позволяющих использовать ландшафтно-гидрологический метод исследования, можно создавать устойчивые ландшафтно-гидрологические комплексы. В этих расчетах должны быть учтены район расположения землевладения или землепользования, водорегулирующее действие существующих элементов организации территории (границы участков и полей севооборотов, лесные полосы, дороги и т.д.), характеристики водосборных бассейнов.

Причина неравномерного увлажнения различных участков холмистого рельефа (наряду с неодинаковым расходом влаги на испарение со склонов различной крутизны и экспозиции) - перераспределение осадков. Так, перераспределение влаги от дождей теплого периода в районах избыточного и достаточного увлажнения составляет обычно на южных склонах 10... 15%, в засушливых областях - 10, а у подножий - до 140 %. На склонах северной экспозиции перераспределение достигает 25%, соответственно увеличивается приход влаги к подножию северных склонов (до 150...170%).

Рельеф также влияет на количество поступающего тепла и света. Неравномерное распределение солнечной радиации на склонах разной экспозиции и крутизны является основной причиной возникновения микроклиматических различий в условиях расчлененного рельефа. Так, склоны северной экспозиции крутизной до 10° по сравнению с горизонтальной поверхностью в течение марта - сентября получают на 10... 15% меньше, южные склоны - на 10...13% больше солнечной радиации.

Вследствие неоднородности радиационного режима на разных склонах изменяется и температурный (тепловой) режим. Различия в температуре приземного слоя воздуха между повышенными и равнинными участками центра европейской части страны могут достигать 4...6 °С. Весной, летом и осенью южные склоны днем теплее, а северные - заметно холоднее открытого ровного места, причем эти различия возрастают с увеличением крутизны склона. Максимальная разница в дневной температуре на южных и северных склонах крутизной 10° составляет 1,0...1,5°С, а на склонах крутизной 20° - до 2,5...3,5°С. Естественно, период, за который на южном склоне будет получена та же сумма тепла, что и на ровном месте, сокращается, а на северном склоне из-за систематического недобора тепла удлиняется. В средних широтах изменение длительности вегетационного периода на южных склонах крутизной до 10° может составить 7...9 дней, а на северных - 12... 15 дней по сравнению с равниной. При этом значительно разнится длительность вегетационного периода и на различных частях одного склона.

Задержание и регулирование талых вод необходимо проводить также с учетом рельефа. На засушливых склонах наветренных южных и западных экспозиций, как правило средне- и сильноэродированных, сток необходимо полностью задержать в максимально короткие сроки. Следует применять приемы, позволяющие собирать большие объемы талой воды (микролиманы, валы и борозды, щелевание, гидротехнические сооружения и т.д.).

Осенью нехватка влаги будет ощущаться на водоразделах, в верхних и нижних частях склонов всех экспозиций, нижних частях склонов южных и западных экспозиций. На подветренных склонах северных экспозиций, имеющих большие запасы воды, объем стока всегда превышает емкость микрорельефа и водопоглотительную способность почвы. На таких склонах агротехнические мероприятия следует сочетать с другими водозадерживающими мероприятиями (применение валов с широким основанием, создание лесополос, совмещенных с валами-канавами, и т.д.).

Детальный учет микроклиматических условий на склонах позволяет определить различную степень ценности участков и дать объективное обоснование для рационального их использования под конкретные сельскохозяйственные культуры. В лесостепной зоне наиболее ценными участками для размещения теплолюбивых культур являются склоны южных экспозиций.

Различия микроклимата наблюдаются также под влиянием неоднородности гранулометрического состава почв, степени их эродированности и разного увлажнения, что, в свою очередь, влияет на сроки посева и урожайность культур.

Тема 2: Классификация экологических факторов

2.1. Виды экологических факторов

Экологический фактор - любой элемент среды, способный оказывать влияние на живые организмы. От экологических факторов зависят жизнь и деятельность организмов в биосфере. Все экологические факторы среды, с которыми связаны организмы, делятся на три группы: абиотические, или физико-химические (неживая природа); биотические (живая природа); антропогенные, обусловленные деятельностью человека. Возможно также деление экологических факторов на внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные). Важнейшая роль принадлежит адаптивным факторам, которые характеризуют численность, биомассу или плотность популяций, запасы различных форм вещества и энергии. Эти факторы называются ресурсными (ресурсы тепла, влаги, пищи и т.д.). Наиболее существенные в наземных экосистемах факторы - температура и влажность воздуха, интенсивность солнечной радиации, интенсивность атмосферных осадков, скорость заноса спор, семян, притока особей разных видов из других экосистем, антропогенные воздействия. Выделяют факторы первичные периодические (смена времен года, суточная смена освещенности), вторичные периодические (влажность, температура, осадки, динамика пищи и т.д.) и неперiodические, т.е. не имеющие правильной цикличности (почвенно-грунтовые факторы, стихийные явления, антропогенные воздействия).

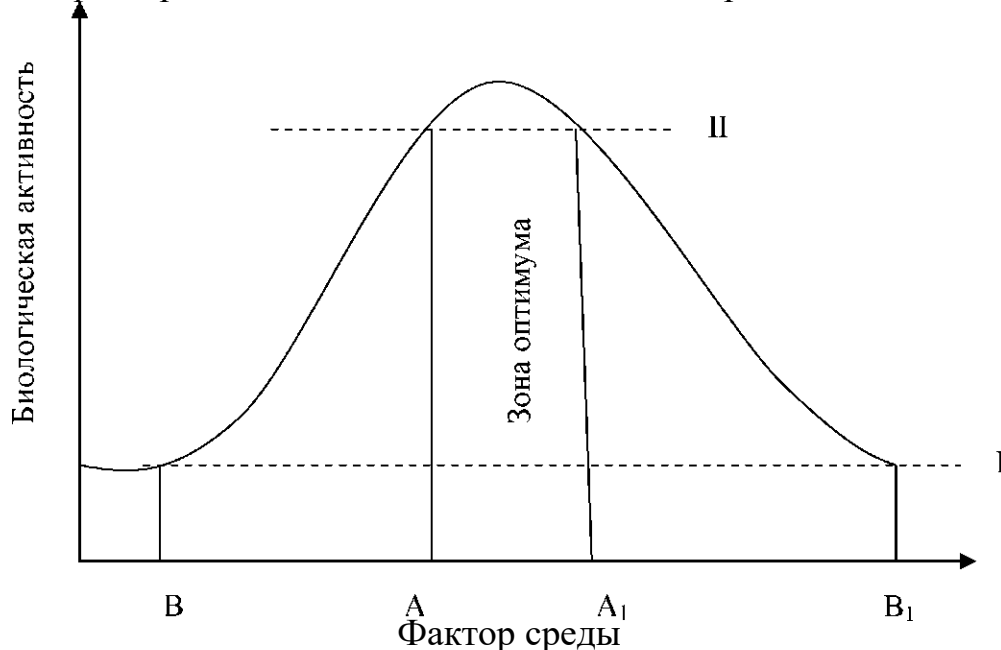


Рис. Зависимость биологической активности от условий среды:

AA₁ - пределы выносливости популяций; BA, A₁B₁ - экстремальные условия;
I - уровень активности, необходимый для поддержания жизненно важных

биологических функций; II - уровень активности, необходимый для существования популяций

Существуют верхние и нижние границы допустимых колебаний экологических факторов, например температуры, влажности, содержания химических элементов. Следовательно, для нормального развития, размножения организмов требуются определенные факторы в достаточных количествах. Решающее значение для жизни организмов играет лимитирующий (ограничивающий) фактор, количество которого близко к необходимому минимуму.

2.2. Абиотические факторы

Наиболее существенные абиотические факторы среды - климатические, почвенно-грунтовые. Особое место среди них занимают орографические (рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона).

Климатические факторы. Важнейшие из климатических факторов лучистая энергия Солнца, освещенность земной поверхности, температура и влажность воздуха, осадки, газовый состав атмосферы, ветер, атмосферное давление и электричество.

Основные свойства *лучистой энергии Солнца* определяются длиной волны. В пределах светового спектра различают: видимый свет (390...790 нм), ультрафиолетовую радиацию (менее 390 нм), поглощаемую озоновым слоем, инфракрасную часть (более 790 нм). На поверхность Земли площадью

1 см поступает примерно 8,3 Дж в минуту (это солнечная постоянная). Растения поглощают около 25% падающей энергии солнечного света, коэффициент использования света для фотосинтеза сельскохозяйственными растениями составляет в среднем всего 2,0...2,5% энергии солнечных лучей. Интенсивность света существенно влияет на фотосинтез, замедляя его при пороговых значениях, которые у разных растений неодинаковы

Длина волны важна для жизни животных. Так, некоторые животные обладают цветным зрением, а это им необходимо для опознавания противоположного пола, поиска пищи и т.д. Такое зрение развито, например, у приматов. Солнечный свет, частично поляризованный атмосферой, дает возможность некоторым птицам и пчелам ориентироваться на местности в облачную погоду.

По потребности в свете выделяют три группы растений: светолюбивые - гелиофиты (луговые травы, кукуруза, пшеница, рожь, сахарная свекла, томаты, картофель, сосна), требующие для своего развития полного дневного освещения; теневыносливые (бук, граб, ель); тенелюбивые (водоросли, оранжевые виды, кислица, копытень), которые могут жить при освещенности, равной 0,005 полной дневной

Весьма существенное экологическое значение имеет и фотопериод - продолжительность дня, или смена светового и темного времени суток (в часах). У всех живых организмов (растений и животных, человека) многие внешние и внутренние проявления жизни зависят от суточных циклов - света и темноты

(фотопериодическая реакция). По отношению к длине дня растения делятся на три основные группы: длиннопериодные (озимые и яровые злаки - пшеница, рожь, ячмень, овес; капуста, редька, горчица, все маковые, горох, фасоль, многие сорта подсолнечника, картофель, сахарная свекла и др.) - растения, которые цветут и плодоносят при продолжительности дня не менее 12 ч; короткодневные (суданская трава, кукуруза, могогар, просо, все тыквенные, большинство бобовых, хлопчатник, многие сорта табака, хмель, перец красный, батат) - растения, цветение которых ускоряется при сокращении дневного освещения (менее 12 ч); фотопериодически нейтральные (сорго, многие сорта фасоли и др.) - растения, у которых цветение наступает при любой длине дня. Подбирая световые режимы, в искусственных условиях в течение года можно получить 3...6 поколений редиса и других однолетних видов, 2-3 поколения некоторых многолетних культур.

Животные делятся на две группы: дневные и ночные. В их жизни фотопериодизм также играет важную роль, с ним связаны некоторые биологические явления. Дневные птицы пробуждаются при определенной освещенности. Фотопериодизм лежит в основе сезонных перелетов многих птиц, смены их оперения, отрастания зимнего мехового покрова у пушных зверей (причем защитные функции меха усиливаются слоем жира под кожей). С фотопериодизмом связаны размножение многих млекопитающих и птиц, цикличность половой деятельности, активность животных, морфология некоторых бабочек и др.

Температура воздуха - важнейший экологический фактор среды, от которого зависят скорость и интенсивность дыхания, обмена веществ, фотосинтеза, транспирации и других биохимических и физиологических процессов в клетках и тканях. Большинство организмов из-за свойств протоплазмы существуют в основном при температуре в пределах от 0 до 50°C. Однако отдельные виды бактерий и синезеленые водоросли обнаружены в горячих источниках с температурой до 90°C, а споры бактерий выдерживают 140°C (верхний предел жизни на нашей планете). Брюхоногий моллюск *Hydrobia ulnaris* способен выдержать колебания температуры от -1 до +60°C. Нижний предел для макрофауны 0°C. В Антарктиде мхи и лишайники переносят сильные морозы. В экспериментальных условиях споры, некоторые семена, сперматозоиды выдерживают температуру до -200°C. Жизненные же функции наиболее активно осуществляются в диапазоне 20... 30°C (зона оптимума, или комфорта, для многих видов).

Организмы имеют различные пределы выносливости. Одни из них, называемые эвритермными, выносят колебания температуры в широких пределах (тигр, например, способен переносить тропическую жару и холода Сибири). Другие виды, называемые stenothermными, развиваются в узких диапазонах температур (орхидеи). По классификации Раункиера выделены различные морфологические типы растений в зависимости от приспособления их к неблагоприятному сезону: эпифиты, не имеющие корней в почве и растущие на других растениях; фанерофиты, оказывающиеся зимой под снегом, их почки нуждаются в защите покровными чешуйками; хамефиты, существующие в виде ползучих или приподнятых стеблей, зимой их почки прикрыты снегом полностью.

или частично; гемикриптофиты, у которых среди прошлогодней растительности сохранены отдельные почки у поверхности почвы, а зимой их прикрывает снег; криптофиты (геофиты), прячущие свои почки в корневищах, луковицах, клубнях, скрытых в почве; терофиты - однолетники, отмирающие с наступлением неблагоприятного сезона (выживают семена и споры, прорастающие при благоприятных условиях); гидрофиты - водные растения. Морфологические адаптации (процессы приспособления организма к определенным условиям внешней среды) характерны и для животных. В жизни животных большую роль играют и физиологические адаптации (наиболее простая форма - акклиматизация).

Животные по отношению к теплу разделяются на три группы.

Пойкилотермные (все беспозвоночные и низшие позвоночные) - животные, не регулирующие температуру тела; их температурный режим неустойчив, зависит от температуры окружающей среды. Когда они пребывают в спокойном состоянии, их температура почти не отличается от температуры воздуха, воды или почвы (например, у жуков, чернотелок, полипов, раков, лягушек, рыб).

Гомойотермные (почти все птицы, млекопитающие) - животные с постоянной температурой тела, теплокровные. Их температура в меньшей степени зависит от температуры среды, так как они обладают хорошо развитым аппаратом терморегуляции для продуцирования тепла и расхода тепловой энергии. Терморегуляция у таких животных может быть химической, физической и экологической. Химическая терморегуляция - продуцирование тепла путем интенсивного обмена веществ, для чего необходимо усиленное питание. В суровую зиму недостаток пищи компенсируется за счет жировых отложений, а после их расхода животные погибают. Таким образом, эта терморегуляция определяет интенсивность обмена веществ, поддерживая на надлежащем уровне тепловой баланс. Физическая терморегуляция основана на усилении или уменьшении теплоотдачи с помощью изменения площади поверхности тела (если жарко, то надо вытянуться, холодно свернуться клубком, поджать лапы и пр.). Экологическая терморегуляция является разновидностью физической. Она заключается в изменении степени активности (покоя), в использовании убежищ в жару и холод. Сюда же можно причислить перелеты птиц как радикальное средство защиты от неблагоприятных температур.

Гетеротермные (промежуточные) - животные, которые характеризуются различной степенью устойчивости температуры тела и ее регуляции вообще или в отдельные периоды жизни (например, животные, погружающиеся зимой в спячку или впадающие в глубокий зимний сон). В спячку погружаются ежи, летучие мыши, сурки, суслики, бурундуки, сони, барсуки, еноты-полоскуны. Обмен веществ у них падает до минимума, они почти не дышат, температура тела резко понижается (иногда до $0,1^{\circ}\text{C}$), благодаря этому зимой экономно используются запасы жира. Бурый и черный медведи, енотовидная собака впадают в глубокий зимний сон, а не в спячку. Температура тела у них не опускается ниже 29°C . У насекомых зимой наступает период диапаузы (остановки в развитии) у разных видов на разных стадиях - яйца, личинки, куколки, взрослой фазы. В тропиках

среди насекомых и рыб распространена летняя спячка в самый жаркий период года.

От температуры зависят ареалы животных и растений. По отношению к теплу растения подразделяют на три основные группы: термофилы, или теплолюбивые (выдерживают температуру до 50°C), весьма чувствительны к холоду; мезофилы (умеренные); криофилы, или холодостойкие, устойчивы к низким температурам. Следует также учитывать жаростойкость (способность растений выживать при высоких температурах), холодостойкость, морозостойкость (выживание растений при отрицательных температурах, сопровождающихся образованием льда в тканях).

Температура изменяется в течение суток, по сезонам, годам. Для нормального развития растений в умеренных широтах необходимо чередование холодных и теплых периодов, т.е. сезонные периоды изменения. Порог вегетации (самая низкая температура, при которой начинается вегетация) для большинства культур составляет +10°C, для холодостойких +5, теплолюбивых +15°C.

Влажность воздуха - один из основных экологических факторов. Она характеризуется следующими показателями: абсолютная влажность (кг/м³), удельная влажность (г/кг), упругость водяного пара (Па), относительная влажность (%), дефицит влажности (%). Наиболее богата влагой тропосфера до высоты 2 км. Влажность формируется под влиянием атмосферных осадков, физического испарения, транспирации растений, парообразного переноса влаги, температуры, движения воздушных масс. Атмосферные осадки - основная составляющая режима увлажнения.

В зависимости от потребности во влаге растения занимают определенные местообитания. По этому критерию выделяют следующие экологические группы растений:

гидрофиты - цветковые растения, погруженные в воду полностью или частично, их почки находятся в воде (ряска, элодея, кубышки, кувшинки, водяной лютик и др.). Они обладают увеличенной поверхностью листьев, воздухоносными полостями и большими межклетниками, слабо развитыми проводящими пучками, периферически расположенным хлорофиллоносным аппаратам и пр.;

гигрофиты (калужница, стрелолист, трава-плакун, частуха, рис) - растения переувлажненных местообитаний с высокой влажностью воздуха и почвы (низины, болота, прибрежные мелководья). Избыток влаги при очень влажном воздухе удаляется путем гуттации (плача растений.), т.е. выделения капелек воды через специальные клетки (в основном перед дождем);

мезофиты (умеренно влаголюбивые) - растения средних условий увлажнения (большинство луговых, лесных и культурных растений). Выделяют и переходные группы: гигромезофиты (канареечник, лисохвост луговой) и ксеромезофиты (подмаренник настоящий, клевер горный). К мезофитам относятся также эфемеры (однолетники с коротким периодом развития - мокрица, мак и др.) и эфемероиды (многолетние растения с короткой вегетацией, которая приходится на весну, они распространены в степях и пустынях: тюльпаны, ирисы, нарциссы и др.);

ксерофиты - растения сухих местообитаний, способные сохранять активность даже при продолжительной сухости почвы и воздуха, атмосферных засухах. Среди ксерофитов выделяются склерофиты и суккуленты. *Склерофиты* имеют суховатые тощие стебли и листья, легко теряют влагу, долго не вянут, отличаются сильно развитой корневой системой, высоким осмотическим давлением клеточного сока (ковыли, верблюжья колючка, полыни, типчак и др.) *Суккуленты* - многолетние растения с сочными листьями и стеблями, с развитой водоносной тканью (алоэ, кактусы, агавы, молодило, очиток).

Растения извлекают из почвы воду с помощью корней. Низшие растения поглощают воду всей активной поверхностью. Отдельные лишайники адсорбируют водяной пар. У растений сухих степей, полупустынь и пустынь имеются морфологические приспособления для уменьшения потерь воды, поверхности испарения (редукция листьев в виде игл, сочность стеблей и листьев и др.).

Все сухопутные животные теряют много воды с продуктами выделения, за счет испарения, поэтому необходимо периодическое поступление воды в организм. Одни из них пьют воду, другие всасывают влагу через покровы тела в парообразном и жидком состоянии (некоторые насекомые, клещи, многие амфибии), третьи пьют воду при окислении жиров (гусеницы платяной моли, амбарный долгоносик, верблюды), четвертые - с пищей и др.

Ветер возникает в связи с перепадами давления, движение воздушных масс направлено от большего к меньшему давлению. Ветер в приземном слое сильно влияет на температуру, влажность, испарение, транспирацию растений, сильные ветры снижают фотосинтез, прирост растений, вызывают полегание хлебов, усиливают транспирацию, при недостатке влаги в почвах растения теряют тургор, вянут. Ураганные ветры выворачивают деревья с корнями (ветровал) и ломают их (ветролом). Суховеи (сильные сухие ветры) наносят вред зерновым хлебам, особенно в период цветения и созревания зерна, резко снижая их урожай.

С ветром разносятся плоды и семена многих растений, имеют специальные приспособления - хохолки, крылатки. Ветер способствует опылению некоторых растений (рожь, кукуруза и др.), особенно в высокогорьях, где мало насекомых. Ветер влияет на воздушный режим, на тепловой и водный обмен организмов.

Состав воздуха относительно постоянен, %: азот - 78,8, кислород - 20,95, аргон - 0,93, диоксид углерода - 0,03, небольшое количество (около 0,01) других газов (гелий, неон, ксенон, криптон, водород, озон и др.). Кроме того, в воздухе присутствуют водяные пары, пыль, пестициды, удобрения, оксиды серы, оксиды азота, углеводороды и другие соединения, источниками которых являются ГРЭС и теплоэлектроцентрали, транспорт, промышленные предприятия. Для жизнедеятельности организмов особенно важно соотношение CO₂ и O₂.

Будучи порождением жизни, кислород является основным условием существования главных ее форм. Связывание 1 г углерода при фотосинтезе сопровождается выделением 2,7 г кислорода за счет расщепления молекул воды. Часть синтезированного органического вещества (около 15%) «сгорает», окисляется и разрушается в результате дыхания растений. Ежегодное продуцирование кислорода живым веществом Земли равно примерно

(300...350)40⁹ т. Кислород обеспечивает дыхание растений и животных в атмосфере, почве, воде, окислительные процессы. Зеленые растения при фотосинтезе выделяют кислород, а все животные потребляют его.

Диоксид углерода (CO₂) поступает в атмосферу в результате дыхания живых организмов, гниения и разложения органических веществ, сжигания топлива. Углерод атмосферы в виде CO₂ - сырье для фотосинтеза растений, поэтому при недостатке или избытке его в воздухе снижается интенсивность фотосинтеза. Диоксид углерода - естественный демпфер солнечного и ответного земного излучения.

Атмосферный азот большинством организмов не усваивается, огромная масса его недоступна для зеленых растений суши. Его используют лишь азотфиксаторы. Азот участвует в образовании белковых структур организмов, поэтому его количество лимитирует развитие живого вещества.

Примеси в воздухе оксидов серы при продолжительном воздействии на растения вызывают опадение листьев, раннее их пожелтение, ингибируют фотосинтез, нарушают ферментативные процессы, уменьшают устойчивость против заморозков и засухи. Все это приводит к угнетению роста, цветения, плодоношения, а следовательно, снижает продуктивность растений. Повышенные дозы озона разрушают клеточные мембраны. Загрязнение воздуха оксидами серы, азота, углеводородами, тяжелыми металлами даже в небольших количествах отрицательно влияет на развитие картофеля, сахарной свеклы, кукурузы, томатов, фасоли, сои, люцерны, табака и других культур. Под воздействием дыма, газов естественные растительные сообщества сменяются сорными, или рудеральными.

2.3. Почвенно-грунтовые (эдафические) факторы

Эти факторы не только воздействуют на живые организмы, но и служат средой обитания для многих микроорганизмов, растений и животных. Почвенные организмы и сами создают свою среду обитания, Эдафические факторы связаны с функционированием почвенного покрова. Мощность почв колеблется от 3 . 1 0 см (арктические дерновые почвы) до 1,5 . 2, 0 м (черноземы степей). Почвы как геомембрана регулируют взаимодействие атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы. Они пропускают или задерживают различные потоки вещества и энергии, которые поступают из недр Земли на сушу, через гидросферу, из космоса через атмосферу. В почвах аккумулируются химические элементы, необходимые для растений. Благодаря плодородию, т.е. способности удовлетворять потребности растений в элементах питания, влаге и воздухе, почвы обеспечивают постоянное воспроизведение бесконечных поколений живых организмов в цепи зеленые растения - животные - человек - микроорганизмы.

В экологическом отношении особый интерес представляют свойства почв, оказывающие влияние на жизнь организмов, - мощность и гранулометрический состав, влажность и температура почв, валовой химический состав, содержание гумуса, реакция, воздушный и солевой режимы, обеспеченность элементами питания и др.

Мощность почв и их отдельных горизонтов характеризует агрономическую ценность почв. Например, мощный гумусовый горизонт свидетельствует о больших запасах питательных элементов, о значительном развитии аккумуляции веществ, слабом их вымывании. О бедности подзолистых почв можно судить по наличию элювиального горизонта, из которого вымыты питательные элементы. Мощность тундровых почв лимитируется наличием вечной мерзлоты.

Гранулометрический состав почв влияет в основном косвенно на организмы, определяя условия увлажнения, воздушный и тепловой режимы, способность к поглощению минеральных веществ. Песчаные и супесчаные почвы имеют низкую влагоемкость, содержат мало питательных элементов, в них быстро минерализуются органические вещества. Глинистые и тяжелосуглинистые почвы характеризуются плохими водно-физическими свойствами (во влажном состоянии они вязкие и липкие, а в сухом - твердые, трещиноватые), но высокой поглотительной способностью, богаты элементами питания. В гумидных условиях они стимулируют заболевание, а в аридных - засоление. Наиболее благоприятными свойствами для возделывания сельскохозяйственных культур обладают легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы.

К гранулометрическому составу почв растения относятся неодинаково. Например, картофель, кукуруза, гречиха, просо, сорго, люпин дают устойчивые урожаи на супесчаных почвах, пшеница, ячмень, сахарная свекла, капуста - на среднесуглинистых, а овёс - на глинистых.

От гранулометрического состава зависят определенные адаптации. Так, у крота лапы лопатообразные. Он роет лишь мягкую, податливую почву, с большим количеством дождевых червей. У животных обитающих на песчаных почвах, пальцы удлинённые, отороченные щитками, а у живущих на сильнокаменистых и в особенности камнях пальцы укороченные, одетые когтями или копытами.

Температура почв сильно влияет на продуктивность растений. Семена различных сельскохозяйственных культур прорастают только в определенных температурных интервалах. Например, температурный оптимум прорастания семян пшеницы, ячменя, ржи составляет 25...31°C, подсолнечника - 31...37, хлопчатника, риса, тыквы - 37...44°C. От температуры почв зависит жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, и для большинства из оптимальная температура колеблется от 25 до 30°C.

Холодные почвы характеризуются низкой температурой, коротким вегетационным периодом. Низкие температуры обуславливают избыточное увлажнение, кислую реакцию, низкую интенсивность нитрификации. К таким почвам приурочены психлофиты, из них - в основном стелющиеся деревья и кустарники, густорозеточные дерновинные травы

В связи со слабой теплопроводностью почв их тепловой режим довольно стабилен. Зимой температура почвы выше температуры воздуха, а летом - ниже. Суточные колебания наблюдаются в основном до глубины 1 м, но они малы. Стабильность температуры весьма важна для почвенных животных. Некоторые личинки (например, мраморного хруща) перемещаются по почвенным горизонтам

вертикально за тепловой волной (зимой - на глубину 50 см, в конце апреля - до 10 см). Этим пользуются лисицы, барсуки, ежи, которые их выкапывают и поедают.

Влажность почв важна не только для растений, но и для животных. Оптимальное развитие растений, жизнь почвенных микроорганизмов и животных возможны лишь при нормальной влагообеспеченности почв. На почвах с промывным водным режимом распространены тропические леса, водораздельные и пойменные луга, леса умеренной зоны; на почвах с непромывным водным режимом в засушливых районах, где преобладает испаряемость, степи, полупустыни, пустыни (для развития культурных растений таких условиях необходимо орошение). В одной и той же зоне растения в сухих местообитаниях проходят фенологическое развитие быстрее, чем во влажных (у типчака - на 10..15 дней).

Животные также чутко реагируют на влажность почв. Фауна беспозвоночных богаче в оптимальных по влажности условиях. Грызуны в пустынях летом выкапывают глубокие норы до тех горизонтов или слоев почвогрунтов, которые содержат больше влаги. Кроты отсутствуют на почвах с близкими грунтовыми водами, на рисовых и орошаемых полях. Энхитреиды активны только в устойчиво влажной среде. Мокрицы и многоножки гибнут, если относительная влажность ниже 100%.

Организмы относятся неодинаково и к **реакции почв**: ацидофилы - растения кислых почв (рН 4,6..5,5), базофилы - щелочных (рН 7,1...8,5), нейтрофилы - растения почв с нейтральной реакцией (рН 6,6...7,0) или с близкой к нейтральной (рН 5,6...6,5), индифферентные - произрастают на почвах с разными значениями рН. Сильнокислая (рН < 4,5) и сильнощелочная (рН > 8,5) реакция угнетающе действует на растения. Пшеница хорошо развивается при рН 6,5...7,5, кукуруза, сахарная свекла - при нейтральной реакции, картофель - примерно при рН 5, рожь, овес - при рН 5...6, люцерна - при щелочной среде (рН 8,0...8,5). Для большинства растений наиболее благоприятна нейтральная и близкая к нейтральной реакция.

Микро- и макрофауна также весьма чувствительна к реакции почв. Так, проволочные черви в больших количествах обитают на почвах с рН 4,0...5,2, а наземные моллюски - с рН 7,2.

Химический состав почв определяет их потенциальное плодородие. По отношению к плодородию почв выделяют следующие группы растений: эутрофы (предпочитают плодородные почвы), олиготрофы (способны расти на бедных почвах), мезотрофы (произрастают на почвах среднего плодородия), нитрофилы (требуют почв, богатых азотом), галофиты (хорошо растут на засоленных почвах); петрофиты, или литофиты (растут на каменистых почвах), псаммофиты (способны расти на сыпучих песках).

Азот - важнейший элемент питания растений, при его недостатке листья желтеют, задерживается рост всех органов, резко снижается урожайность. Недостаток калия приводит к омертвлению крайних частей листьев, которые сначала буреют, затем скручиваются; понижается устойчивость растений к возбудителям грибных заболеваний, падает урожайность. При нехватке в почвах фосфора листья растений приобретают красновато-фиолетовый оттенок,

снижаются холодостойкость и засухоустойчивость, содержание в зерне белка и, безусловно, продуктивность. Недостаток кальция ослабляет развитие корневой системы. Снижает урожай растений недостаточное количество магния, серы, железа, а также микроэлементов.

Засоление почв отрицательно влияет на растительность. Более токсичны растворимые соли (K_2CO_3 , NaCl , MgCl_2 , CaCl_2), легко проникающие в цитоплазму, менее токсичны труднорастворимые соли (Ca_3PO_4 , MgSO_4 , CaCO_3). Более вредное засоление - содовое и хлоридное, менее вредное - сульфатное. Сильное засоление нарушает нормальное водоснабжение растений, азотный обмен, замедляет синтез белков, подавляет процессы роста. Однако растения-галофиты, для которых свойственна высокая сосущая сила из-за повышенных концентраций клеточного и осмотического давления, способны развиваться даже на солончаках. Наибольшей солеустойчивостью характеризуются ячмень, сахарная свекла, клевер, хлопчатник; средней - пшеница, овес, кукуруза, томаты, капуста, морковь, лук, шпинат; слабой - фасоль, сельдерей, яблоня, вишня. Многие солончаковые растения имеют мясистые стебли и листья вследствие разрастания губчатой и столбчатой паренхимы (солеросы, солянки), что особенно характерно для хлоридного засоления. При сульфатном засолении растения приобретают признаки ксероморфизма (склерофильность, мелкоскелетность). Мужские особи некоторых древесных пород (осины) в субаридных регионах произрастают преимущественно на более засоленных почвах, а женские - при меньшем засолении. Сильное засоление подавляет и жизнедеятельность микроорганизмов.

Воздушный режим почв - весьма существенный фактор для живых организмов. Воздух необходим для дыхания, с участием воздуха протекают физиологические процессы в корнях растений. Растения развиваются нормально, когда влага содержится в мелких и средних порах, а воздух - в крупных. В почвенном воздухе количество диоксида углерода колеблется от 0,03 - 0,05 до 10.20% (чаще 5.10%), а кислорода - от 0 до 21%. Кислород поглощают для дыхания корни растений, почвенные микроорганизмы и животные, этот элемент расходуется при абиотических процессах. Интенсивность его поглощения зависит от живых организмов, обитающих в почве, температуры, влажности, реакции почв других факторов. При свободном доступе кислорода развиваются аэробные бактерии, а при отсутствии - анаэробные.

Орографические факторы. Они играют важнейшую роль в перераспределении осадков на различных элементах рельефа. На ровных территориях водоразделов формируются зональные типичные почвы, а в понижениях в связи с дополнительным притоком воды - гидроморфные; на повышениях и склонах осадки стекают, вызывая эрозию. От экспозиции склонов зависит тепловой режим почв, северные склоны получают значительно меньше тепла, чем южные. В соответствии с распределением влаги и тепла развиваются определенные экосистемы со своеобразными сообществами микроорганизмов, растений и животных.

2.4. Биотические факторы

Общие свойства живых организмов. Жизнь возникла и развивается как биогеохимический круговорот веществ, который осуществляется через множество организмов различных видов растений, животных и микроорганизмов. В круговороте веществ вид как сложно организованная размножающаяся совокупность кровнородственных особей - элементарная единица и основная форм организации жизни. Живое вещество обладает таким свойством как дискретность, или прерывистость (все особи рождаются, живут и отмирают). Они объединены в виды, роды, семейства, порядки, классы, отряды (типы), т.е. в дискретные совокупности. К свойствам живых организмов относятся также размножение, воспроизведение себе подобных, адаптация к среде, получение энергии и окружающей среды и использование ее на поддержание упорядоченности, развитие и усложнение организации, способность противостоять действию внешних физических сил и активная реакция на окружающую среду, наличие матричного синтеза, кодирования информации в генах и хромосомах, бесконечность жизни в надорганизменных структурах. Жизнь представлена не отдельными особями, не отдельными видами, а сообществами из различных растений, животных и микроорганизмов - биоценозами.

Следовательно, под организацией биосистемы высшего ранга понимают установившиеся за определенный период видовой и популяционный состав, структуру и численность флоры и фауны, проживающих совместно в отдельных экотопах. Живые организмы экосистем условно делят на группы: высшие растения, микрофлора, макро- и микрофауна. По способу питания выделяют автотрофные и гетеротрофные организмы. *Автотрофные* организмы питаются неорганическими веществами (вода, минеральные элементы, диоксид углерода) и создают из них органические соединения в процессе фотосинтеза (зеленые растения) и хемосинтеза (хемосинтезирующие бактерии). *Гетеротрофные организмы* (не зеленые растения, большинство бактерий грибы, актиномицеты, все животные) питаются готовыми органическими веществами.

Все живые организмы существуют в форме популяций. Каждый вид представлен популяцией или же ее частью. *Популяция* - совокупность свободно и случайно скрещивающихся особей определенного вида, занимающих общую территорию. Эти особи обладают сходной наследственной природой, обмениваются генетической информацией. Популяция имеет определенные признаки (свойства): численность (или объем), плотность (среднее число особей на единицу площади), рождаемость смертность; возрастную (соотношение особей разного возраста), половую (сексуальную) и пространственную (колонии, семьи, стаи) структуру; скорость роста выживаемость и др. На динамику популяций существенно влияют люди, в особенности через загрязнение природной среды. В природе наблюдается регулярная цикличность численности популяций в связи с внутривидовой конкуренцией при высокой плотности, сокращением количества и ухудшением качества пищи, с изменением генетического состава. Так, у зайца и рыси такие колебания 10-летние, у полевок и питающих полевками хищников - 4-летние.

Популяции бывают равновесным или наиболее устойчивыми (многолетние растения, позвоночные животные), находящимися в состоянии равновесия с ресурсами и их плотностью; оппортунистическими (однолетние растения, насекомые), дающими в процессе роста регулярные или случайные всплески, чередующиеся со спадами (например, вспышки массового размножения некоторых насекомых). Структура популяции, колебания численности зависят от особенности популяции, режима факторов среды, т.е. определяются *экологической нишей* - совокупностью всех требований организмов к факторам окружающей среды и месту, где эти требования удовлетворяются. Ее можно рассматривать и как совокупность биологических особенностей, физических характеристик среды, которые определяют условия существования какого-либо вида, преобразование им энергии и обмен информацией с окружающей средой и себе подобными. Таким образом, вид или популяция занимают в природе свою экологическую нишу, обусловленную потребностью в территории, в пище и в воспроизводстве.

Взаимоотношения организмов в экосистемах. Под *биотическими факторами* понимают различные формы взаимодействия между особями и популяциями, или совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Среди них выделяют зоогенные (влияние животных), фитогенные (влияние растений) и микробиогенные (влияние микроорганизмов) факторы. Взаимоотношения организмов (коакции) весьма разнообразны они бывают простыми и сложными, кратковременными и постоянным, прямыми и косвенными. Так, растения, создавая органическое вещество, обеспечивают другие живые организмы энергией, вернее служат для них пищей. Животные требовательны к составу и качеству пищи: питаются растениями (или животными) одного вида (монофаги), растениями ограниченного круга видов (олигофаги), растениями многих видов (полифаги).

Взаимоотношения могут быть внутривидовыми и межвидовыми. Взаимодействия между особями одного вида называют *гомотипическими* реакциями. Они зависят от численности и плотности популяции. При этом наибольшую роль играет внутривидовая конкуренция за пищу, местообитание и другие условия существования. Внутривидовая конкуренция стабилизирует популяции в результате увеличения смертности особей, приостановки их роста. Особенно большую роль играет конкуренция в ограничении численности популяции, когда взрослые особи защищают территорию в одиночку или парами (многие птицы и млекопитающие).

Взаимодействия между особями разных видов называют *гетеротипическими реакциями*. Они могут быть симбиотическими и антагонистическими. Основные типы взаимодействия между видами конкуренция, мутуализм, комменсализм, нейтрализм, протокооперация, аменсализм, паразитизм, хищничество, антибиоз.

Конкуренция - взаимно отрицательные отношения между организмами разных видов в связи с необходимостью обеспечить себе условия существования, важнейшие из которых - пища и местообитание. Межвидовая конкуренция проявляется в том, что даже незначительные изменения условий местообитания приводят к изменению количественных соотношении между видами. Однако

виды с близкими экологическими нишами необязательно должны быть жесткими конкурентами. Возможно их устойчивое сосуществование вследствие общности требований к жизненным условиям, а также в связи с разобщением экологических ниш по пище, во времени или пространстве. Например, тритоны обыкновенный и гребенчатый обитают в лесной подстилке, но первый питается насекомыми и паукообразными, а второй - червями, моллюсками, гусеницами. При конкуренции культурных растений и сорняков наибольшее значение имеют продолжительность жизни, способ размножения, особенности роста, развития корневой системы, способность к генерации.

Мутуализм - тип симбиотических отношений, когда присутствие одного вида необходимо для существования другого (взаимно благоприятное сосуществование). Например, связь термитов и жгутиковых, обитающих в их кишечнике. Термиты питаются древесиной, используя для ее разрушения выделяемые жгутиковыми ферменты, которые вызывают распад клетчатки древесины до сахаров. Часть этих продуктов расходуют термиты, а остальную часть - жгутиковые. Примерами могут служить также симбиоз водоросли и грибы в лишайниках, симбиоз между бобовыми и азотфиксирующими бактериями.

Комменсализм - один из типов совместного существования, когда один из партнеров пользуется благами за счет другого, не причиняя ему ущерба. Один вид (хозяин) положительно действует на другой (комменсал). Комменсалы, извлекая пользу из хозяина, не приносят ему никакого вреда. Так, гиены, шакалы, некоторые птицы питаются объедками льва, т.е. являются его комменсалами. К животным-комменсалам относятся рыбы-прилипалы, рыбы-лоцманы, насекомые, поселяющиеся в гнездах птиц или норах млекопитающих, молодь ставриды, использующая полость каракатиц и колокол медуз в качестве убежища.

Нейтрализм, или индифферентный симбиоз, - отсутствие взаимоотношений, когда два партнера сосуществуют механически и их сожительство безразлично для них.

Протокооперация - симбиотические отношения, при которых присутствие одного вида благоприятно для другого, но необязательно для его существования. Например, различные кишечнополостные обитают на панцирях крабов, получают пищу от них, когда те ловят других животных. Кишечнополостные при этом служат маскировкой для крабов.

Аменсализм - взаимоотношения, когда один вид угнетает другой, не испытывая его влияния. Так, большинство плесневых грибов вырабатывают вещества, которые угнетают развитие бактерий.

Паразитизм - такие связи, когда один вид (паразит) наносит ущерб другому (хозяину) и не может существовать без него. Паразит обитает на поверхности или внутри хозяина, используя его жизненные ресурсы. Среди паразитов различают облигатные (существуют обязательно за счет хозяина) и факультативные. Одни из них поражают органы, ткани, клетки организмов (эндопаразиты), а другие живут на внешних покровах (эктопаразиты). Они используют органы хозяина не только для питания, но и в качестве местообитания. Так, блохи питаются кровью млекопитающих, а сами являются хозяевами для жгутиковых одноклеточных. Солитер живет в пищеварительном тракте человека.

Хищничество - связи, когда представители одного вида (хищник) убивают и поедают представителей другого вида (жертва). Например, сова, питающаяся мелкими млекопитающими. Такие связи, как паразитизм и хищничество, относят к системе жертва - эксплуататор.

Антибиоз - отношения между организмами разных видов, при которых один причиняет вред другому, при этом не извлекая для себя преимуществ. Например, некоторые растения выделяют вещества, вредные для других организмов, поэтому рядом не могут расти капуста и виноград, лук и фасоль, люпин и картофель и др.

При рассмотрении взаимоотношений между растениями в группировках (сообществах) следует прежде всего обращать внимание на *ярусность* - распределение растений различных видов на разной высоте в зависимости от их потребности в свете и тепле, отношения к влаге и ветру. Ярусность повышает производительность сообществ, ослабляет борьбу за существование. Все растения изменяют вокруг себя окружающую среду, влияя на соседние растения в пределах некоторого пространства, называемого *фитогенным полем*.

Взаимоотношения между растениями бывают непосредственными (прямыми) и косвенными. К прямым связям относятся уже рассмотренные симбиотические и паразитические, физиологические, биохимические, механические, эпифитные и сапрофитные. Пример физиологических связей - срастание корней хвойных пород (в результате повышается их ветроустойчивость). Среди биохимических связей выделяют фитонцидные (фитонциды - вещества защитного типа, образуемые высшими растениями и подавляющие рост бактерий, грибов и простейших, например фитонциды лука, редьки, эвкалипта), антибиотические (одни микроорганизмы выделяют антибиотики, которые действуют на другие микроорганизмы), маразматические (маразмины - вещества, выделяемые микроорганизмами и оказывающие отрицательное влияние на высшие растения). Механические контакты ярко выражены в густых лесах. Например, в умеренных широтах кроны сосен страдают от берез, в субтропиках кроны многих деревьев - от лиан. Эпифитные взаимоотношения - связи типа комменсализма (например, мхи и лишайники на деревьях), когда одни растения не имеют контакта с хозяином, не живут за его счет, но используют воду и мелкозем в неровностях ветвей и стволов.

Из косвенных взаимоотношений, кроме конкурентных, важную роль играют средообразующие, т.е. оказывающие влияние на окружающую среду, прежде всего изменяющие микроклимат.

Пищевые цепи (связи) организмов. Пища служит основным источником пополнения энергетических ресурсов, особенно у животных. Особым случаем межвидовых взаимоотношений в экосистемах являются *пищевые (трофические) цепи* - ряды живых организмов, в которых одни организмы поедают предшественников по цепи и сами оказываются съеденными следующими за ними. Зеленые растения называют самопитающимися или автотрофами, ибо они сами из воды и диоксида углерода создают органическое вещество. Растения являются *продуцентами*. Организмы, которые не в состоянии синтезировать органическое вещество из минеральных неорганических элементов, а используют

лишь готовое, относятся к *консументам* (потребителям). Продуценты и консументы, питающиеся ими, - два первых звена трофической цепи. Травоядные животные (фитофаги) - консументы первого порядка. Однако не все организмы питаются растительной пищей. Для плотоядных животных источником питания могут служить травоядные, тогда плотоядных относят к консументам второго порядка. Вполне возможно, что их, в свою очередь, используют в пищу консументы третьего порядка и т.д. Эту систему английский эколог Ч. Элтон назвал *пищевой цепью* или цепью питания. Первое звено цепи - растение, уровень продуцентов, второе - уровень травоядных (фитофагов), следующие - различные уровни плотоядных (зоофагов), питающихся животной пищей. Человек может быть консументом первого порядка (питаться растительной пищей), второго порядка (есть мясо травоядных животных), третьего порядка (употреблять в пищу мясо плотоядных).

В природе в пищевой цепи обычно бывает не более пяти звеньев, так как с энергетических позиций длинные цепи весьма невыгодны. На синтез органического вещества в теле животного используется лишь 10% энергии съеденной пищи, остальная часть потенциальной энергии теряется, переходя в тепло. Количество передаваемой энергии значительно сокращается при переходе к более высоким звеньям цепи. Животные пятого звена получают всего 0,0001 энергии, аккумулированной растениями, следовательно, для их жизнедеятельности требуется очень много органического вещества. Существуют серии пищевых цепей вокруг группы кормов. Большинство консументов входят в несколько цепей, связанных в единую систему. Часто питание меняется по сезонам, с возрастом. Например, лоси и косули летом питаются травой и листьями деревьев и кустарников, а зимой - побегами и корой деревьев, кустарников. Дятел летом питается преимущественно насекомыми, а зимой - семенами хвойных деревьев.

Выделяют два важнейших типа пищевых цепей: *пастбищные цепи*, которые начинаются с зеленого растения и идут к растительноядным животным и к хищникам; *детритные* (сапрофитные) цепи, или *цепи разложения*, которые начинаются с мертвого органического вещества и идут к микроорганизмам, затем к детритофагам и их хищникам. Примеры пищевых цепей хищников: зеленые растения - крупный рогатый скот - волк; сосна - тли - божьи коровки - насекомоядные птицы - хищные птицы. Пищевая цепь паразитов: травоядные млекопитающие - блохи - жгутиковые одноклеточные. В лесных экосистемах основные потребители растений - лось, заяц-беляк, косуля, серна, зубр, полевка и др. В широколиственных лесах распространены кабаны, белки, которые питаются в основном семенами. Тетерев, рябчик, глухарь и другие птицы питаются листьями, ягодами, сережками, хвоей. Растения поедают многие насекомые, в частности гусеницы бабочек, личинки майского жука, долгоносиков, усачей, златок, короеды (многие из них - основные вредители). Среди насекомых-опылителей, питающихся пыльцой или нектаром, много пчел, шмелей, мух, бабочек, жуков-наездников. Зимой семенами хвойных деревьев питается большой пестрый дятел. В другие сезоны года дятлы уничтожают гусениц короедов, шелкопрядов и др. В лесах много хищных животных (медведь, рысь,

волк, горноста́й, хорек, еж, крот и др.), из птиц -хищников встречаются совы, филины, ястребы, соколы, питающиеся преимущественно грызунами и птицами. К хищникам относятся и насекомоядные птицы: синицы, славки, зяблики, дрозды, кукушки, мухоловки и др. Пресмыкающиеся и земноводные (ужи, гадюки, живородящие ящерицы, жабы, лягушки) питаются животной пищей. Пауки и муравьи - факультативные хищники. Среди простейших также встречаются хищники - инфузории, амёбы. Заканчивается цепь питания *детритной (сапрофитной) связью*, которую осуществляют сапрофиты, или биоредуценты (грибы, актиномицеты, гетеротрофные бактерии, водоросли, почвенные простейшие), разлагающие отмершие растительные и животные организмы. Питаясь отмершими тканями, сапрофиты превращают органику в минеральные вещества и тем самым вовлекают различные химические элементы в биологический круговорот.

Продуктивность экосистем. Трофическая цепь фактически является энергетической цепью, так как происходит непрерывная передача солнечной энергии от продуцентов к консументам. Без переноса энергии не было бы жизни. Все разнообразие проявлений жизни связано с превращением энергии из одной формы в другую. Так, свет как одна из форм энергии превращается в тепло, в потенциальную химическую энергию органических веществ, синтезируемых растениями, а остальная часть солнечной энергии рассеивается в виде тепла. Зеленые растения используют менее 0,1% общего количества энергии солнечного света. Консументы, питающиеся органическим веществом продуцентов, получают от них энергию, основная часть которой превращается в легко рассеивающееся тепло и лишь незначительная часть идет на синтез протоплазмы животного, на построение органического вещества. При поедании растительноядного животного хищником (а последнего - хищником более высокого порядка) также происходит потеря энергии, ее рассеивание в виде тепла. Поток энергии из-за тепловых потерь в каждом последующем звене питания значительно снижается, в результате уменьшаются количество синтезированной протоплазмы, а следовательно, и биопродуктивность.

Продуктивность - это скорость образования биомассы, количество органического вещества, формирующееся за единицу времени. *Валовая первичная продуктивность* - скорость, с которой солнечная энергия усваивается зелеными растениями, или суммарная продукция фотосинтеза, включая и органическое вещество, израсходованное на дыхание. *Чистая первичная продуктивность* - это скорость накопления органического вещества экосистемой за вычетом вещества, затраченного на дыхание. Она определяет энергетический потенциал экосистемы и характеризуется количеством фитомассы за год, которое доступно гетеротрофам. Фактически чистая первичная продуктивность представляет собой годичный прирост. На дыхание растения расходуют 25% синтезированного органического вещества, 5... 10% валовой продукции теряется из-за поражения вредителями. Для животных и человека остается менее 60...65% фотосинтезированного продукта.

Вторичная продуктивность включает в себя продуцирование зоомассы и фитомассы гетеротрофов. Она позволяет дать оценку вклада разных групп

консументов и редуцентов в отчуждение фитомассы из годовичного прироста, а также в деструкцию и минерализацию растительных остатков (в граммах на 1 м² в год и в сутки, в тоннах на 1 га в год). Отношение первичной продукции ко вторичной - сбалансированность биологической продукции.

Биомасса - общее количество живого органического вещества, накопленного к данному моменту времени, в основном в момент максимального развития (в граммах на 1 м² или в тоннах на 1 га). Так, биомасса листвы смешанного лиственного леса составляет 5...7 т/га, а древесины - 200...400 /га. Часто определяют соотношение биомассы различных групп организмов и их частей: у растений (автотрофов) это может быть соотношение биомассы систематических и экологических групп, надземных и подземных частей, ассимилирующих и запасующих фракций; у гетеротрофов - систематических и экологических групп, доля мигрирующей зоомассы; у микроорганизмов - запасы грибов, бактерий, актиномицетов.

Цепи питания в экосистемах изображают в виде прямоугольников, длина или площадь которых соответствует значимости продуцентов, консументов и деструкторов. Если поместить прямоугольники один на другой, получится пирамида. Она представляет собой соотношение между продуцентами, консументами и редуцентами в экосистеме. Основание пирамиды - первый уровень, каждая последующая ступень меньше предыдущей. Впервые пирамида была построена Ч. Элтоном. Теперь ее называют *экологической пирамидой*. Выделяют три типа пирамид: пирамида чисел, когда учитывается численность отдельных организмов; пирамида биомассы; пирамида энергии. Пирамида биомассы показывает количество живого вещества на каждом трофическом (пищевом) уровне без учета различий отдельных частей организмов. Запасы биомассы в экосистемах уменьшаются от первого уровня к последующим, поэтому пирамида биомассы имеет форму треугольника вершиной вверх. Пирамида энергии показывает поток энергии на последовательных трофических уровнях. Человек в пирамиде энергии занимает вершину, он потребляет весьма незначительную часть первичной продукции биосферы.

2.5. Антропогенные факторы. Эти факторы обусловлены деятельностью человека, точнее, совокупностью разнообразных его воздействий на окружающую среду, растения, животных, экосистемы. К химическим антропогенным факторам относятся выбросы в воздушный бассейн диоксида углерода, диоксида серы, фреонов, тяжелых металлов, углеводородов и других веществ, поступающих от производства, транспорта, теплоэнергетики; сброс сточных вод промышленными предприятиями, коммунально-бытовым и сельским хозяйством в водные бассейны; загрязнение почв различными тяжелыми металлами и радионуклидами, которые затем попадают в воды, сельскохозяйственные растения и по пищевой цепи в организм животных и человека. Многие виды деятельности людей вносят в экосистемы существенные помехи. Так, применение гербицидов для уничтожения сорняков приводит к гибели не только этих растений, но и насекомых. Вырубка лесов, распашка целинной степи уничтожают экосистемы. Эрозия, засоление почв, горные выработки, урбанизация прерывают на значительных территориях биологический

круговорот веществ, снижают общую биомассу. Вмешательство человека в естественные процессы изменяет состав биосферы, круговорот и баланс ее компонентов в связи с выбросом в атмосферу, воду различных веществ, созданием отвалов, изъятием ископаемых; структуру земной поверхности из-за вырубки лесов, распашки, мелиорации, затоплений и др.; энергетический баланс; растительный и животный мир (создание новых сортов растений и пород животных, перемещение их на новые территории). Хозяйственная деятельность привела к возникновению аномалий: глобальных, охватывающих большую часть Земли или же всю планету (накопление CO_2 в результате сжигания газа, угля, нефти); региональных, характерных для провинций, природных зон, континентов (повсеместное применение удобрений); локальных - в сфере действия заводов, рудников. Аномалии могут быть полезными, нейтральными и вредными. Полезные аномалии способствуют улучшению условий жизни растений, животных и человека (например, известкование кислых почв, внесение удобрений), а вредные ухудшают условия их существования. Нейтральные аномалии не влияют на окружающую среду.

Тема 3: Классификация природных ресурсов

3.1. Понятие природных ресурсов

Природные ресурсы - это компоненты природы, используемые для создания материальных благ, поддержания условий существования человечества. Вернее, это - средства существования людей, не созданные их трудом, находящиеся в природе. Они могут быть реальными и потенциальными. Природные ресурсы, используемые в производственной деятельности человека на определенном этапе развития производительных сил, относятся к реальным, а не вовлеченные в производство из-за суровых климатических условий, недостатка технической оснащенности и по другим причинам - к потенциальным. Одни из них служат непосредственными условиями существования человека (например, среда обитания воздух и вода, а также рекреационные, лечебно-оздоровительные, познавательно-информационные и другие ресурсы). Другие являются источником и фактором развития производства - это природа как источник сырья, непосредственно потребляемого материальным производством, и пространственный базис для размещения производительных сил.

3.2. Виды природных ресурсов

Природные ресурсы подразделяют на группы по характеру использования (производственные, здравоохранительные, эстетические, познавательно-информационные, рекреационные и др.), по принадлежности к определенным компонентам природы (почвенно-земельные, водные, биологические - ресурсы растительного и животного мира, минеральные, ресурсы атмосферы, энергетические), по степени восстанавливаемости (исчерпаемые и неисчерпаемые). Исчерпаемые природные ресурсы подразделяются на возобновимые, относительно возобновимые и невозобновимые.

Возобновимые ресурсы это ресурсы биосферы, которые по мере использования могут воспроизводиться (растительный и животный мир) вследствие установившихся естественных процессов. Темпы их расходования

обязательно должны находиться в соответствии с темпами восстановления. Эти ресурсы требуют особой охраны Основные признаки *возобновимых* ресурсов:

- 1) способность в определенных условиях к воспроизводству, саморегулированию своего количества и качества;
- 2) способность в результате естественных процессов и хозяйственной деятельности человека переходить из одного качества в другое;
- 3) зависимость и обусловленность функционально-качественных характеристик от направления и степени воздействия на них;
- 4) взаимозависимость и взаимообусловленность состояния одних ресурсов от качества и количества других.

К *относительно возобновимым* ресурсам относятся почвы, которые, как правило, формируются очень медленно (1 см гумусового горизонта образуется примерно за 200.500 лет, а для восстановления разрушенного эрозией пахотного слоя требуется 2.10 тыс. лет).

Невозобновимые (невосполнимые) - те природные ресурсы, которые не восстанавливаются или же восстанавливаются намного медленнее по сравнению с использованием в определенные периоды (например, каменный уголь, нефть, газ и другие полезные ископаемые), а также пространство обитания. Полезные ископаемые необходимо использовать экономно, рационально.

Неисчерпаемые природные ресурсы - космические, климатические и водные (в глобальном масштабе). Космические ресурсы - космические излучения, солнечная радиация, энергия морских приливов и отливов. Климатические ресурсы - тепло влага атмосферы, воздух, энергия ветра. Водные ресурсы - запасы воды на нашей планете.

Почвенно-земельные ресурсы. Почвы - незаменимый природный ресурс, основа материальных благ. От почвы зависят развитие и продуктивность растений, являющихся первоисточником пищевого и биоэнергетического материала для всех жителей Земли. Почвы служат базой всякого производства, а в сельском хозяйстве - основным средством производства. От правильного использования почв зависят функционирование всех отраслей народного хозяйства, благосостояние общества. На долю суши на нашей планете приходится около 149 млн км². Земледельческая площадь составляет 19,4 млн км².

Считают, что почвенно-земельные ресурсы довольно богаты. На самом деле значительная часть их (около 92 млн км²) непригодна для земледелия, так как расположена в холодном климате, представлена болотами, лесом, кустарниками, бедными пастбищами. Примерно до 40% территории России находится в районах вечной мерзлоты (арктические, тундровые почвы). Лучшие земли освоены практически полностью или отчуждены под населенные пункты, промышленные предприятия, аэродромы, дороги, трубопроводы, линии связи и т.п. Резервы земель для освоения имеются, но их качество низкое. Обрабатываемая площадь составляет 10,4% всей площади суши (около 3% поверхности Земли). В расчете на душу населения на планете в среднем приходится 0,3 га пашни, причем эта площадь ежегодно сокращается. Постоянно возрастает потребность в землях для несельскохозяйственных целей, для утилизации отходов промышленного и сельскохозяйственного производств. Происходит прямое уничтожение почв в

результате подземных и открытых разработок полезных ископаемых. Почвы разрушаются под влиянием водной и ветровой эрозии. Потери земель возрастают и в связи со вторичным засолением, осолонцеванием, заболачиванием, загрязнением почв тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами и другими химическими веществами. Тревогу вызывают истощение почв, падения их плодородия из-за неправильного, несбалансированного использования. Все эти почвы требуют сложных мелиоративных работ: осушения, орошения, рассоления, известкования, гипсования, комплекса противоэрозионных мероприятий.

Водные ресурсы. Вода - важнейший незаменимый природный ресурс один из главных компонентов жизни. Без воды невозможна хозяйственная деятельность человека. Вода используется во многих производственных процессах, служит источником дешевой энергии, по воде транспортируют грузы, она необходима в быту. Водные ресурсы - это общий запас воды в океанах, морях, реках, ледниках, а также запас подземных вод, почвенной и атмосферной влаги. С точки зрения материального производства водные ресурсы - те запасы воды, которые технически доступны и которые экономически целесообразно использовать для удовлетворения потребностей общества.

Биологические ресурсы. К биологическим ресурсам относится растительный и животный мир. Без растительности невозможно существование человека, животных и микроорганизмов. Зеленые растения в процессе фотосинтеза синтезируют органическое вещество, очищают воздух от излишков диоксида углерода и обогащают атмосферу кислородом. Растения поставляют первичную продукцию и кислород, следовательно, являются первоисточником существования жизни на Земле. Растения - источник питания для человека и кормов для животных, сырья для изготовления одежды, лекарств, строительных материалов. Они участвуют в образовании некоторых полезных ископаемых (торф, каменный уголь, нефть и др.) и почв. Растительность выполняет функцию регулятора состава атмосферы, имеет особое водоохранное и почвозащитное значение, необходима для лечебно-оздоровительных целей.

Минеральные (геологические ресурсы). Россия богата минеральными ресурсами. К ним относятся металлические и неметаллические руды, нерудные ископаемые, нефть, природный газ, уголь, сланцы, торф. Отдельные ресурсы необходимы для жизни человека (поваренная соль).

При добыче подземным способом высоки потери калийных солей и конденсата, горючих сланцев, железных и медных руд, в отвалы поступают ценные компоненты руд. Лишь 3...4% (от общего выхода) отходов горнопромышленного производства используют для изготовления строительных материалов. Велики потери полезных ископаемых (третья часть олова, четверть железа, цинка, вольфрама и др.) при обогащении минерального сырья.

Запасы многих минеральных ресурсов весьма ограничены, особенно топлива и металлов. Отдельные виды сырья можно заменять синтетическими материалами, следует переходить на биоресурсы, более широко использовать минеральные богатства океанов и морей.

Энергетические ресурсы. В эту группу входят ресурсы, участвующие в постоянном обороте и потоке энергии (энергия приливов и отливов, солнечная и

космическая, геотермальная, т. е. энергия глубин Земли, гравитационная, биоэнергия, атмосферное электричество, энергия атомного распада), депонированные энергетические (нефть, природный газ, уголь, сланцы, торф), искусственно активированные источники энергии (атомная энергия и термоэнергетика). К невозобновимым энергетическим ресурсам относятся газ, нефть, каменный уголь, сланцы, торф, водород, гелий, литий, ядерное топливо; к возобновимым - энергия процессов фотосинтеза, прямого использования солнечных лучей, гидроэнергия, энергия приливов и отливов, ветра, тепловая, геотермальная. Главные источники энергии - каменный уголь, нефть, природный газ, гидроэнергия и ядерная энергия. Весьма перспективно использование солнечной радиации, геотермальной энергии, энергии приливов и отливов, ветра.

Тема 4: Загрязнение окружающей среды

4.1. Понятие загрязнения окружающей среды

Под загрязнением окружающей среды понимают нежелательные изменения физических, физико-химических и биологических характеристик воздуха, почв, вод, которые могут неблагоприятно влиять на жизнь человека, необходимых ему растений, животных и культурное достояние, истощать или портить его сырьевые ресурсы. Эти негативные изменения являются результатом деятельности человека. Они прерывают или нарушают процессы обмена и круговорота веществ, их ассимиляцию, распределение энергии, в результате меняются свойства окружающей среды, условия существования организмов, снижается продуктивность или же разрушаются экосистемы. Прямо или косвенно такие преобразования влияют на человека через биологические ресурсы, воды и продукты.

Типы загрязнений и вредных воздействий:

физические загрязнения - радиоактивные элементы (излучение), нагрев или тепловое загрязнение, шумы;

биологические загрязнения - микробиологическое отравление дыхательных и пищевых путей (бактерии, вирусы), изменение биоценозов вследствие внедрения чужеродных растений или животных;

химические загрязнения - газообразные производные углерода и жидкие углеводороды, моющие средства, пластмассы, пестициды, производные серы, тяжелые металлы, фтористые соединения, аэрозоли и др;

эстетический вред - нарушение ландшафтов, примечательных мест малопривлекательными постройками и др.

Кроме того, выделяют группы загрязняющих факторов:

материальные, включающие механические (аэрозоли, твердые тела и частицы в воде и почве),

химические (разнообразные газообразные, жидкие и твердые химические соединения),

биологические загрязнения (микроорганизмы и продукты их деятельности),

энергетические (физические) загрязнения - энергия тепловая, механическая (вибрация, шум, ультразвук), световая, электромагнитные поля, ионизирующие излучения. Радиоактивные отходы - материальные и энергетические загрязнения. Различают также точечные (сосредоточенные) и рассредоточенные источники загрязнения, а также источники загрязнения непрерывного и периодического действия.

Загрязнители бывают:

- стойкие неразлагающиеся (например, соли ртути, фенольные соединения с длинной цепью, ДДТ, алюминиевые банки и др), не существует природных процессов, разлагающих эти загрязнители с той же скоростью, с какой они вводятся в экосистемы;

- неустойчивые (бытовые сточные воды, избыток нитратов и др.) разрушающиеся под воздействием биологических процессов.

4.2. Загрязнение атмосферы

Атмосферное загрязнение - присутствие в воздухе различных газов, паров, частиц твердых и жидких веществ, включая и радиоактивные, отрицательно влияющих на живые организмы, ухудшающих условия жизни человека и наносящих ему материальный ущерб.

При сжигании топлива в атмосферу попадают диоксид и оксид углерода оксиды азота и серы, сажа, пыль.

Черная металлургия является источником выбросов не только оксидов углерода, но и марганца, соединений мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, паров ртути. Нефтедобывающая и нефтехимическая промышленность - источники выброса углеводородов, различных оксидов, твердых частиц, а химическая промышленность - различной пыли, оксидов тяжелых металлов, хлористых соединений, аммиака, фтористого водорода, силикатов, альдегидов, углеводородов, кремнефтористого натрия и токсических веществ.

Все виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, морской, речной, авиация) значительно загрязняют воздух.

Особенно вредны из всех выбросов диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, различные углеводороды, пыль, тяжелые металлы. Часто образуется смог - смесь дыма, влаги, химических веществ. Оксиды азота и серы, растворяясь в атмосферной влаге, образуют кислоты, выпадающие с дождями и подкисляющие и без того кислые почвы таежно-лесной зоны.

Выбросы промышленных предприятий приводят к повреждению растительности, особенно лесов.

Под влиянием вредных веществ подавляется фотосинтез, нарушается водообмен, угнетаются рост и развитие растений, снижается их продуктивность. Загрязнение отрицательно влияет на плодovitость животных, птиц, человека.

Исключительно вредны для здоровья человека оксиды свинца, соединения мышьяка, кадмия, бериллия, пыль, оксиды углерода. Так, пыль вызывает раковые заболевания, аллергию, дерматозы, силикоз; оксид углерода раздражает слизистую оболочку глаз и дыхательных путей; диоксид серы вызывает хронический гастрит, атеросклероз, расстройства нервной и сердечно-сосудистой систем, бронхит, ларингит, рак легких; свинец изменяет состав крови и костного мозга, поражает печень и почки и др; мышьяк, ртуть, селен приводят к отравлениям, а также могут вызвать импотенцию, ослабить умственные способности (ртуть); сероводород - причина расстройств центральной нервной и сердечно-сосудистой систем и т.п.

4.3. Загрязнение водных ресурсов

Источниками загрязнений вод могут быть атмосферные осадки, с которыми поступают различные загрязнители антропогенного характера из воздуха и почв; городские сточные воды, в основном хозяйственно-бытовые (коммунальные), содержащие фекалии, моющие средства, патогенные микроорганизмы; промышленные сточные воды различных отраслей производства. Наиболее стойкие загрязнители - нефтяные масла.

Источником загрязнения является и сельское хозяйство в связи с применением пестицидов, удобрений, образованием животноводческих стоков, богатых мочевиной (они могут поступать в водоемы с сельскохозяйственных угодий с ливневыми водами).

Обычно различают биологическое (органическое), химическое, физическое (тепловое) загрязнения вод.

Биологическое загрязнение - стоки, содержащие фекалии, мочу, пищевые отходы, стоки боен, пивоваренных, молочных и сахарных заводов, сыроварен, отходы целлюлозно-бумажной промышленности, кожевенных производств и др. Такие воды являются бактериологически зараженными и могут вызывать заболевания - дизентерию, кишечные инфекции, тиф и другие инфекционные заболевания.

Химическое загрязнение вод вызывают сточные воды предприятий, содержащие в токсичных количествах соли свинца, меди, никеля, цинка, кадмия, бериллия, нитраты и нитриты, сульфаты и сульфиды, персульфаты, нефтепродукты, фенолы, пестициды и другие химические соединения, которые нарушают процессы фотосинтеза, обуславливают непригодность воды для рыбного хозяйства, рекреационных целей и хозяйственно-питьевого назначения.

Тепловое загрязнение исходит от тепловых электростанций. Сброс нагретых вод в природные водоемы вызывает повышение температуры воды, замену обычной флоры синезелеными водорослями, выделяющими при разложении токсические вещества. Такая вода непригодна для питья, рыбного хозяйства, часто и для промышленности, так как возможны нарушение технологических процессов, коррозия металлических конструкций

Токсические вещества, содержащиеся в водах, весьма опасны для человека, так как активно накапливаются в пищевых цепях.

4.4. Загрязнение литосферы

В наибольшей степени загрязнению подвергается самый верхний слой литосферы - почвы - в связи с применением в больших дозах удобрений, пестицидов на сельскохозяйственных угодьях, внесением вредных веществ с ирригационными водами, накоплением отходов промышленности, полеводства и животноводства, антисанитарным состоянием многих населенных пунктов, выпадением атмосферных загрязнителей, например тяжелых металлов.

Основная часть источников загрязнения имеет локальное действие, меньшая - региональное (опасность загрязнения составляет несколько сотен километров) и глобальное (в тех случаях, когда загрязняющие вещества попадают в почву из воздуха или когда минеральные удобрения используют на больших площадях).

Все почвенные загрязнители включаются в пищевые цепи и с продуктами питания или водой попадают в организм человека.

4.5. Санитарные аспекты загрязнения окружающей среды

Организм человека испытывает влияние факторов окружающей среды, причем загрязнение воздуха, водоемов, почв и растений представляет большую опасность для здоровья. В деле создания благоприятных условий для жизни и здоровья населения определенную роль должны сыграть санитарно-гигиенические нормативы и критерии. Так, для санитарной оценки степени загрязнения окружающей среды используют предельно допустимые концентрации (ПДК). Виды ПДК:

1. ПДК загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{рз.}}$, мг/м³) - концентрация вредного вещества в воздухе, не вызывающая у человека при ежедневном вдыхании в течение 8 ч или при другой продолжительности (не более 41 ч в неделю) в течение рабочего стажа заболеваний, отклонений в состоянии здоровья.

2. Предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего (вредного) вещества в воздухе населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{сс.}}$, мг/м³) - концентрация в воздухе населенных пунктов, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного влияния при неопределенно долгом круглосуточном вдыхании.

3. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего (вредного) вещества в воздухе населенных мест ($\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ мг/м³) - концентрация, не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека.

4. Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ, мг/м³) - максимально допустимые количества загрязняющих веществ, выделяемых источниками загрязнения в единицу времени, установленные с учетом, что они не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК для человека, растений и животных.

5. Предельно допустимые концентрации загрязняющего (вредного) вещества в воде водоемов (ПДК, мг/л) - концентрация химического вещества в воде, не оказывающая вредного воздействия на организм человека при различных видах употребления ее (для питья, приготовления пищи, гигиенических целей, для отдыха).

Биологические показатели (БПК и ХПК) дополнительно характеризуют воду как источник питья и среду обитания.

Особое значение имеет загрязнение почв биологическими организмами, преимущественно патогенными, представленными бактериями, вирусами, нематодами, простейшими, насекомыми и другими паразитами, переносчиками которых являются человек и животные. Эти организмы попадают в почвы с различными отходами и отбросами. Заражение типа «человек - почва - человек» характерно для болезней, вызываемых такими патогенами, как палочки тифа, паратифа, дизентерии, холерные вибрионы, вирусы полиомиелита, передающиеся через желудочно-кишечный тракт. Заражение типа «животное - почва - человек» характерно для болезней вызываемых бактериями столбняка, сибирской язвы, газовой гангрены, бруцелл при наличии поврежденных участков кожи у животных или человека.

Через почвы передаются и другие болезни, вызываемые гельминтами, нематодами и др.

Тема 5: Загрязнение почвенного покрова

5.1. Источники загрязнения почв

Почва является индикатором многолетних природных процессов, и ее состояние - это результат длительного воздействия разнообразных источников загрязнения. Выбросы в атмосферу от промышленных предприятий и автотранспорта, орошение земель загрязненными водами, нарушение технологических требований при добыче, переработке и использовании нефтепродуктов, многочисленные аварии на нефтепроводах, несбалансированное применение минеральных удобрений и пестицидов приводят к загрязнению почв, ухудшению их физического и химического состояния и в результате к снижению плодородия. Свойством же плодородия определяется огромная роль почвы в природе как источника существования и эволюции жизни на Земле. Загрязнение почв оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье населения, так как вредные вещества по трофическим цепям могут попадать в организм человека.

Основная часть загрязняющих веществ поступает в почвы с атмосферными осадками, с мест складирования промышленных и бытовых отходов, с удобрениями и пестицидами, вносимыми в почву. Особую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами, которое может быть обусловлено геохимическими аномалиями, но чаще всего происходит за счет выбросов промышленных предприятий, в первую очередь металлургических заводов, и за счет выхлопных газов автотранспорта. Тяжелые металлы участвуют в биологических процессах, входя в состав многих ферментов и оказывая токсическое воздействие на организм человека даже при низких концентрациях. По степени опасности тяжелые металлы делятся на три класса: I - мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор; II - бор, кобальт, никель, молибден, сурьма, хром; III - барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

5.2. Загрязнение почв пестицидами

Большую тревогу вызывает загрязнение почв России пестицидами, которые используются для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, с эктопаразитами у домашних животных, а также с переносчиками опасных заболеваний человека и животных. К пестицидам относятся также химические средства стимулирования и торможения роста растений, препараты для предуборочного удаления листьев и подсушивания растений. Пестициды - это единственный загрязнитель, который сознательно вносится человеком в окружающую среду. Все виды пестицидов (инсектициды и акарициды, гербициды, фунгициды, родентициды, ДДТ, ГХЦГ и др.) представляют собой яды и поражают не только животных-вредителей, растения (сорняки) и возбудителей болезней культурных растений, но и много других полезных животных и растений, а также представляют серьезную опасность для человека. Пестициды обладают способностью накапливаться в окружающей среде и организме животных и человека, передаваясь по пищевым цепочкам, нарушая обмен веществ, повреждая структуры клеток, в том числе аппарат наследственности.

Несбалансированное применение пестицидов приводит к подавлению биологической активности почв и препятствует естественному восстановлению плодородия, накоплению пестицидов в продуктах животного и растительного происхождения, увеличивает потери и сокращает сроки хранения сельскохозяйственной продукции, снижает урожайность ряда культур из-за гибели насекомых-опылителей.

5.3. Минеральные удобрения

Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения. При самых благоприятных условиях из всего количества азотных удобрений поглощается растениями 80%, а в среднем по стране лишь 50%. Это приводит к нарушению биогеохимического круговорота азота, фосфора и некоторых других элементов. Экологические последствия этого нарушения в наибольшей степени проявляются в водной среде, в частности при формировании эвтрофии, которая возникает при смыве с почв избыточного количества азота, фосфора и других элементов. Неумеренное потребление минеральных удобрений вызывает в ряде районов и нежелательное подкисление почв.

Большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов — закиси азота и метана.

К интенсивному загрязнению почв приводят отходы и отбросы производства. В нашей стране ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами и др., которые интенсивно загрязняют почвы, а их способность к самоочищению, ограничена.

5.4. Нефтяное загрязнение почв

Наблюдается в районах добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти. Оно происходит в основном из-за утечек нефти, связанных с несоблюдением технологий ее добычи, изношенностью оборудования, нарушениями при проектировании, несанкционированными врезками в действующие нефтепроводы.

Значительную угрозу для здоровья людей представляет загрязнение почв различными патогенами, которые могут проникать в организм человека следующим образом (Розанов, 1984):

во-первых, через цепь: человек - почва - человек. Патогенные организмы выделяются зараженным человеком и через почву передаются другому, либо через выращенные на зараженной почве овощи и фрукты. Таким способом человек может заболеть холерой, бациллярной дизентерией, брюшным тифом, паратифом и др. Аналогичным путем в организм человека могут попадать и черви-паразиты;

во-вторых, через цепь: животные - почва - человек. Существуют ряд заболеваний, животных, которые передаются человеку (лептоспироз, сибирская язва, туляремия, лихорадка Ку и др.) путем прямого контакта с почвой, загрязненной выделениями инфицированных животных;

в-третьих, через цепь: почва - человек, когда патогенные организмы попадают из нее в организм человека при прямом контакте (столбняк, ботулизм, микозы и др.).

5.5. Вторичное засоление и заболачивание почв

В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подверженно около 30% орошаемых земель. Площадь засоленных почв в России составляет 36 млн га (18% общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание почв сопровождается деградационными процессами в биоценозах, появлением признаков оглеения и накоплением на поверхности неразложившихся остатков. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

5.6. Опустынивание

Опустынивание — это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в

экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Причины и основные факторы опустынивания различны. Как правило, к опустыниванию приводит сочетание нескольких факторов, совместное действие которых резко ухудшает экологическую ситуацию.

На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, а следовательно, подрывается и способность экосистем восстанавливаться.

Многие экологи считают, что в списке злодеяний против окружающей среды на второе место после гибели лесов можно поставить «опустынивание».

В результате непродуманной хозяйственной деятельности на таких территориях произошли глубокие необратимые деградационные изменения природной среды и в первую очередь ее эдафической части. Это повлекло за собой резкое снижение биоразнообразия фито- и зооценозов и разрушение природных экосистем. Специалисты отмечают, что там, где по условиям рельефа, качества почвы, мощности травостоя можно было выпасать только одну овцу, выпасалось в десятки раз больше. В результате травянистые пастбища превратились в эродированные земли.

5.7. Отчуждение земель

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель. Конечно, эти потери в связи с развитием цивилизации неизбежны, однако они должны быть сокращены до минимума.

Тема 6: Эрозия земель

6.1. Общая характеристика эрозии почв на территории России

Неблагоприятное воздействие на почвенный покров оказывает эрозия почв, которая заключается в разрушении и сносе почвы и подстилающих пород потоками воды или ветра. Это процессы, приводящие к нарушению экологического равновесия. Эрозия очень усилилась в связи с антропогенной деятельностью, которая связана с неправильным ведением хозяйства. Ускорение эрозии почв может быть обусловлено многими причинами. Это использование слишком обширного поля, неправильная его обработка, отсутствие противоэрозионных мероприятий или их неверное проведение, уничтожение растительного покрова при распашке, строительстве, добыче полезных ископаемых, перевыпасе скота и т.д.

В наиболее общем варианте различают ветровую и водную эрозию. В России наибольшее распространение получила водная эрозия. Она проходит широкой полосой через всю территорию страны и присуща достаточно увлажненным

земледельческим землям. Южнее, на более засушливых территориях, располагается зона распространения ветровой эрозии. Очень сложная ситуация складывается в областях совместного распространения водной и ветровой эрозий. В этих регионах разрушение почвенного покрова наиболее интенсивно.

6.2. Водная эрозия почв

Водной эрозией называется процесс разрушения почв и подстилающих пород дождевыми и текучими водами. По темпу эрозии почв ее часто разделяют на нормальную (снос почвы не превышает темпа почвообразования) и ускоренную (снос почвы превышает темп почвообразовательного процесса). В результате ускоренной эрозии снижается почвенное плодородие. В разных природных зонах темп Почвообразовательного процесса различен.

Различают виды эрозии в зависимости от того, стоком каких вод она вызывается: талых, дождевых или орошения (ирригационная эрозия). Эрозия иногда возникает в результате сезонного выхода на поверхность грунтовых вод, а также в результате сброса на почвенный покров сточных вод в процессе неправильной эксплуатации различных инженерных сооружений. Эрозию можно подразделять на поверхностную, или смыв почвы, и линейную, или размыв почвы и подстилающих пород.

Вода со склонов почти всегда стекает не сплошным слоем, а струями. Они-то и вызывают смыв поверхностного слоя почвы. В результате на пахотных склонах, если не применялись специальные меры против эрозии, после стока талых вод, как и после выпадения ливней, можно видеть струйчатые размывы различных размеров. После вспашки или обработки почвы культиватором струйчатые размывы заравниваются. При очередном снеготаянии или ливне они снова образуются и снова заравниваются во время обработки почвы и т.д. Многократное образование струйчатых размывов и их систематическое заравнивание постепенно приводят к тому, что мощность почвы уменьшается. В результате смыва поверхностного слоя образуются смытые почвы. В зависимости от величины смытого слоя выделяют слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильносмытые почвы.

Струйчатые размывы могут способствовать зарождению линейной эрозии. Если струйчатые размывы не заравнивать, то при очередном снеготаянии или ливне они концентрируют поверхностный сток вод и перерастают в типично линейные формы эрозии — сначала в промоины, а затем в овраги.

6.3. Ветровая эрозия почв

Все процессы разрушения, переноса и отложения почв и пород, связанные с деятельностью ветра, получили название эоловых. К эоловым процессам относится дефляция — выдувание и развеивание почв и пород. Обтачивание, шлифовка, высверливание и разрушение твердых пород обломочным материалом, перемещаемым под действием ветра, называют коррозией.

Возможность и интенсивность выдувания почвы определяются аэродинамическими особенностями воздушных потоков, свойствами почв и почвозащитной способностью растительного покрова. С увеличением скорости

ветра и его продолжительности в приземном слое возрастает опасность дефляции. Однако при хорошем растительном покрове дефляция не проявляется даже при продолжительном сильном ветре. Чем хуже почва защищена растительностью, тем больше возможностей для проявления дефляции. Противодефляционная устойчивость почв во многом определяется механическим, минералогическим составом фракций, содержанием в почве гумуса и карбонатов, агрегатным составом почвы, емкостью и составом поглощающего комплекса, содержанием водорастворимых солей, плотностью сложения почвы, ее влажностью. Легче подвергаются дефляции почвы легкого механического состава, сильно распыленные почвы среднего и тяжелого механического состава, почвы с малым содержанием гумуса и большим количеством карбонатов, пересушенные почвы. На возможность и интенсивность проявления дефляции также оказывает влияние характер поверхности почвы. Неровная поверхность уменьшает скорость ветра в приземном слое и, следовательно, снижает интенсивность дефляции. В возникновении дефляции и интенсивности ее проявления очень большую роль играют антропогенные факторы.

По современным оценкам, ежегодный вынос плодородной почвы в атмосферу вследствие ветровой эрозии составляет 0,37 т/га. В результате ветровой эрозии особенно выражены опустынивания на территории Черных земель и Кизлярских пастбищ. При этом общая площадь земель России, подверженных процессам опустынивания или потенциально опасных в этом отношении, составляет, по разным оценкам, от 50 до 100 млн га.

6.4. Повреждение земель при добыче полезных ископаемых

Горнопромышленный комплекс представляет собой опасный источник разрушения и загрязнения природной среды. Особенно хорошо это видно на примере крупномасштабных разработок. Типичные техногенные ландшафты сформировались в районе открытой разработки железных руд Курской магнитной аномалии (КМА), на территориях добычи нефти и природного газа в Западной Сибири других территорий. Наибольших масштабов воздействия горнопромышленный комплекс приобретает в связи с авариями, разливами нефти, утечкой газа и т.д. Не случайно районы добывающей промышленности часто являются территориями экологического бедствия. Специфика воздействия горнодобывающего комплекса зависит от способа добычи (открытый или закрытый), добываемого ресурса, природных особенностей территории где идет добыча.

Выделяют следующие основные направления воздействия отраслей добывающей промышленности на природу и человека;

- а) повреждение земель, образование антропогенных форм рельефа;
- б) изменение водного баланса территории;
- в) запыление атмосферы, связанное с взрывными работами при открытой добыче;

г) изменение всего ландшафта, образование так называемых техногенных ландшафтов, характеризующихся почти полным отсутствием почвенного покрова, растительности, микроорганизмов.

Результатом шахтной добычи являются многокилометровые подземные пустоты. Они приводят к опусканию больших площадей земной поверхности, просадке грунта, его смещению и деформации. В ряде случаев породы, попадающие в отвалы, содержат значительное количество вредных соединений. Они загрязняют почву, воды, воздух. Например, сульфидные рудные отвалы, выщелачиваясь, высвобождают кадмий и мышьяк. Мышьяк угнетает рост растений, а в более высоких концентрациях становится причиной их гибели. Он, как и кадмий, очень опасен для человека. Ртутные отходы вызывают многие серьезные заболевания.

6.5. Воздействия на горные породы и их массивы

В процессе инженерно-хозяйственной деятельности человека горные породы, слагающие верхнюю часть земной коры в той или иной степени, претерпевают сжатие, растяжение, сдвигание, водонасыщение, осушение, вибрации и другие воздействия.

Изменения, происходящие в породах при различных воздействиях, детально изучают. Это необходимо для прогноза возможного развития опасных геологических процессов, негативно влияющих на экологическую обстановку.

К числу основных антропогенных воздействий на породы относятся: статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрические воздействия и др.

Статические нагрузки. Это наиболее распространенный вид антропогенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок от здания и сооружений, достигающих 2 МПа и более, образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин 70—100 м. При этом наибольшие изменения наблюдаются: 1) в вечномерзлых льдистых породах, на участках залегания которых часто наблюдаются оттаивание, пучение и другие процессы; 2) в сильносжимаемых породах, например, заторфованных илистых и др.

Динамические нагрузки. Вибрации, удары, толчки и другие динамические нагрузки типичны при работе транспорта, ударных в вибрационных строительных машин, заводских механизмов и т. д. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы (пески, водонасыщенные лессы, торф и др). Прочность этих пород заметно снижается, они уплотняются (равномерно или неравномерно) структурные связи нарушаются, возможно внезапное разжижение и образование, оползней, отвалов, плывущих выбросов и других неблагоприятных процессов.

Другим видом динамических нагрузок являются взрывы, действие которых сходно с сейсмическими воздействиями. Горные породы разрушаются взрывным способом при строительстве автомобильных и железных дорог, гидротехнических плотин, добыче полезных ископаемых и т. д. Очень часто взрывы сопровождаются нарушением природного равновесия — возникают оползни, обвалы, осыпи и т. п.

Тепловое воздействие. Повышение температуры горных пород наблюдается при подземной газификации углей, в основании доменных и мартеновских печей и др. В ряде случаев температура пород повышается до 40-50 °С, а иногда и до 1100 °С и более (в основании доменных печей). В зоне подземной газификации углей при температуре 1000-1600 °С породы спекаются, «каменеют», теряют свои первоначальные свойства.

Изменяются почвы, подземные воды, растительность.

Электрическое воздействие. Создаваемое в горных породах искусственное электрическое поле (электрифицированный транспорт, ЛЭП и др.) порождает блуждающие токи и поля. Наиболее заметно они проявляются на городских территориях, где имеется наибольшая плотность источников электроэнергии. При этом изменяются электропроводность, электросопротивляемость и другие электрические свойства пород.

Динамическое, тепловое и электрическое воздействие на породы создают физическое загрязнение окружающей природной среды.

Массивы горных пород и, в первую очередь, их поверхностные толщи, в ходе инженерно-хозяйственного освоения подвергаются мощному антропогенному воздействию. При этом развиваются такие опасные ущербообразующие процессы, как оползни, карст, подтопление, просадочные процессы и др. Особенно легко подвержены опасным процессам массивы вечномерзлых пород, так как они весьма чувствительны к тепловому антропогенному воздействию.

Оползни. Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по склону под действием собственного веса грунта и нагрузки - фильтроционной, сейсмической или вибрационной. Для оползней характерно отсутствие вращения и опрокидывания смещающихся масс. Оползни - явление частое на склонах долин рек, оврагов, берегов морей, искусственных выемок.

Карст. Геологическое явление, связанное с растворением водой горных пород (известняков, доломита, гипса, каменной соли), образованием при этом подземных пустот (пещер, каверн и др.) и сопровождаемое провалом земной поверхности, получило название карста. Массивы горных пород, в которых развивается карст, называются закарстованными.

Одним из важных направлений в сохранении окружающей природы является охрана карстовых пещер — уникальных памятников природы. При массовых туристских посещениях в них нарушается тепловой и водный режим, наблюдается «таяние» сталактитов и сталагмитов, другие негативные изменения геологической среды.

Подтопление - любое повышение уровня грунтовых вод до критических величин (менее одного-двух метров от поверхности земли).

Подтопление территорий весьма негативно влияет на природную среду. Массивы горных пород переувлажняются и заболачиваются. Активизируются оползни, карст и другие неблагоприятные процессы. В лессовых глинистых грунтах возникают просадки, в глинах — набухание.

На подтопленной территории возрастает сейсмическая балльность. Кроме того, в результате вторичного засоления почв угнетается растительность,

возможно химическое и бактериальное загрязнение грунтовых вод, ухудшается санитарно-эпидемиологическая обстановка.

Вечная мерзлота. В ряде районов земного шара (север Европы и Америки, север и восток Азии) толщи верхней части земной коры постоянно находятся в мерзлом состоянии. Их температура всегда ниже 0 °С. Такие породы называют вечномёрзлыми (или многолетнемёрзлыми), а территорию — областью вечной мерзлоты. На территории нашей страны они занимают более 50% площади.

Проведенные исследования позволили выделить ряд основных особенностей, обуславливающих хрупкость экосистем в области вечной мерзлоты. В первую очередь это очень небольшое видовое разнообразие организмов, поскольку лишь немногочисленная группа отдельных видов способна приспособиться к существованию в условиях «вечного холода». Движение машин, тракторов и другого вида транспорта, особенно гусеничного, разрушает покров из мха, лишайников и др., что также приводит к резкому снижению устойчивости экосистем и к их угнетению. Массовую гибель лишайников вызывает и малейшее загрязнение воздуха диоксидом серы.

Землетрясения и вулканизм - вызывают весьма значительные смещения в массивах горных пород в земной коре, уничтожают животный и растительный мир, приводят к многочисленным, а нередко к катастрофическим человеческим жертвам и другим тяжелым экологическим последствиям.

Тема 7: Контроль и охрана земельных ресурсов

7.1. Государственный земельный контроль

Государственный земельный контроль осуществляют соответствующие органы законодательной и исполнительной власти. Задача госземконтроля - обеспечить соблюдение физическими, должностными и юридическими лицами требований земельного законодательства.

Государственные органы осуществляют госземконтроль в соответствии со своей компетенцией; они организуют:

- 1) проверку и экспертизу изменения качественного состояния земель и функционального зонирования городов и других поселений;
- 2) принимают меры к устранению нарушений земельного законодательства;
- 3) участвуют в подготовке нормативных и законодательных актов, касающихся использования и охраны земель;
- 4) вносят предложения о консервации деградированных и загрязненных земель, дальнейшее использование которых может привести к угрозе жизни и здоровью человека, чрезвычайным ситуациям, катастрофам, разрушению историко- культурного наследия и природных ландшафтов, негативным экологическим последствиям и загрязнению сельскохозяйственной продукции и водных источников;
- 5) информируют население о состоянии земельного фонда, эффективности его использования и принимаемых мерах по охране земель;
- 6) участвуют в согласовании градостроительной и землеустроительной документации, в работе комиссий по приемке мелиорированных,

рекультивированных и других земельных участков, на которых проведены мероприятия по улучшению их качественного состояния, а также объектов, сооруженных для охраны земель.

7.2. Основные виды нарушений земельного законодательства

1. Самовольное занятие земельных участков.
2. Противоправные действия, повлекшие самовольное занятие земель.
3. Нерациональное использование сельскохозяйственных земель.
4. Невыполнение обязательных мероприятий по улучшению земель и охране почв от ветровой, водной эрозии и по предотвращению других процессов, ухудшающих состояние почв.
5. Использование земельных участков не по целевому назначению, способами, приводящими к порче земель, а также несоблюдение режима использования земель.
6. Систематическое невнесение платежей за землю.
7. Захламление земель.
8. Порча и уничтожение плодородного слоя почвы.
9. Нарушение сроков возврата занимаемых земель, невыполнение обязанностей по приведению их в состояние, пригодное для использования по целевому назначению.
10. Проектирование, размещение, строительство и ввод в эксплуатацию объектов, отрицательно влияющих на состояние земель.
11. Приписки и искажение сведений в статистической документации о наличии, состоянии и использовании земельных угодий, об объемах выполненных работ по мелиорации, культуртехнике, рекультивации и др.
12. Нарушение сроков рассмотрения заявлений (ходатайств) граждан о предоставлении земельных участков и сокрытие информации о наличии свободного земельного фонда.
13. Уничтожение межевых знаков.

7.3. Охрана земельных ресурсов

Определение ущерба от загрязнения земель.

Ущерб - это фактические или возможные экономические и социальные потери, возникающие в результате загрязнения земель. Следует различать ущерб одномоментный (разовый) и перманентный (постоянный), латентный (проявляющихся со временем), ослабевающий и возрастающий со временем, прямой и косвенный, существенный и несущественный (превышающий или не превышающий порога чувствительности экосистем). Кроме того, выделяют эколого-экономический ущерб. Под которым понимают материальные и финансовые потери землевладельцев и землепользователей, производящие в результате неблагоприятных воздействий на землевладения и землепользования их территориально-промышленные комплексы и агроландшафты при несоблюдении утвержденных нормативов и параметров функционирования данной экологической среды.

Наиболее опасен ущерб от загрязнения земель химическими веществами. Сумма ущерба от загрязнения земель взимается с граждан, предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц независимо от их местоположения, организационно-правовых форм и форм собственности, на которых они основаны, включая совместные предприятия. Сумму ущерба взимают на основании исков, которые составляют и предъявляют виновным лицам органы системы Министерства природных ресурсов РФ и Государственного земельного комитета РФ.

Выплаты по искам за загрязнение земель не освобождают виновных от выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды, а также от уплаты штрафов и возмещения причиненного вреда.