

50  
Г35

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

Факультет химических технологий и естествознания

Кафедра «Географии и туризма»

# **ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие

Павлодар  
Кереку  
2015

УДК 502/504 (075.8)

ББК 20.1Я7

Г35

**Рекомендовано к изданию учебно-методических советом  
Павлодарского государственного университета  
им. С.Торайгырова**

**Рецензенты:**

Царегородцева А. Г. – кандидат географических наук, профессор Павлодарского государственного университета им. С.Торайгырова;

Жумадилов Б. З. – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой общей биологии Павлодарского государственного педагогического института.

**Составитель Г. С. Ажаев**

Г35 Геоэкология : учебно-методическое пособие / сост. Г. С. Ажаев. – Павлодар : Кереку, 2015. – 110 с.

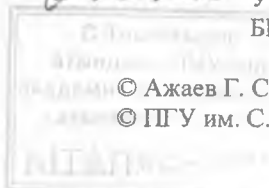
В учебно-методическом пособии изложены основы геоэкологии – междисциплинарного научного направления, изучающего экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом. Рассмотрены природные и социально-экономические факторы экосферы, проблемы глобальных изменений, геоэкологические проблемы атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы.

Учебное-методическое пособие предназначено для студентов вузов обучающихся по специальностям 5В060800 – Экология, 5В060900 – География, изучающих экологию, геоэкологию; учителей и учащихся общеобразовательных школ.

698906

УДК 502/504 (075.8)

ББК 20.1Я7



© Ажаев Г. С., 2015

© ПГУ им. С. Торайгырова, 2015

За достоверность материалов, грамматические и орфографические ошибки  
ответственность несет автор

## Введение

География – одна из древнейших наук, ее возникновение было обусловлено необходимостью познания человеком окружающего его пространства, уровень интереса к которому определялся различными потребностями человечества на разных этапах его развития. Первоначально она носила комплексный типично землеведческий характер, затем в процессе изучения различных свойств природы в пределах единой естественной науки появилась система географических наук. Возросшее воздействие человека на природу, изменение среды его обитания способствовали развитию социально-экономического направления в географии, которая приобрела естественно-общественный характер. Областью исследования географии стала среда жизнедеятельности людей, включающая в себя измененную человеком природу, которая в результате антропогенного воздействия постепенно приобрела ряд специфических свойств, что позволяет называть ее окружающей средой.

В начале XXI в. географическая наука вышла на качественно новый уровень своего развития, обусловленный возросшим значением географии в понимании сложных природных и социальных процессов, происходящих на нашей планете, в оптимизации использования ее пространства и освоении ресурсов, в осмыслении будущего Земли и возможности развития человеческого общества с его постоянно растущими запросами. Это обусловило появление в рамках наук географического цикла нового научного направления – геоэкологии.

Учебная дисциплина «Геоэкология» является одним из интегральных учебных географических курсов, отвечающих принципам комплексного университетского образования. Он направлен на формирование представлений о неразрывном единстве всех компонентов географической среды, знаний об образующих ее структуру геосистемах. Курс «Геоэкология» базируется на анализе глобальных геоэкологических проблем человечества, особенностях их регионального и локального проявления. В нем рассматриваются теоретические и методологические основы геоэкологии, различные подходы к изучению изменений географической среды, происходящих в ходе естественных тенденций ее развития и антропогенного воздействия, геоэкологические аспекты функционирования природно-техногенных геосистем, возможные пути решения геоэкологических проблем и т. д. Изучение этого курса позволит студентам углубить свои знания в области разработки основ оптимизации взаимодействия человека и природы.

## 1 Геоэкология: предмет и задачи

### 1.1 Геоэкология: предмет и задачи

Геоэкология представляет междисциплинарное научное направление, формирующееся в течение последних десятилетий для решения назревших, самых актуальных проблем – от локальных до глобального экологического кризиса.

Геоэкология (от греч. *ge* – Земля, *oikos* – жилище, дом, *logos* – учение, слово) исследует современное состояние экосферы, слагающие ее природные, природно-антропогенные и антропогенные геосистемы различной размерности и уровня интеграции для решения задач оптимизации природопользования и оздоровления окружающей среды.

Первоначально термин геоэкология К. Тролль (1939 г.) использовал для обозначения раздела экологии, изучающую экологию ландшафтов Земли (сообществ живых организмов, свойственных определенным типам природных систем).

Существуют разные подходы и аспекты изучения геоэкологии.

В рамках географического подхода геоэкология изучает географическую среду, ее геосистемы с экологической точки зрения и в целях решения проблем, связанных с жизнедеятельностью человека как элемента живой природы и получением необходимых ресурсов для человечества. При этом геосистемы рассматриваются не только как среда обитания и формирования экосистем, но и как среда обитания и деятельности человека.

В геологическом подходе объектом геоэкологии служит геологическая среда (литосфера), а предметом – решение экологических проблем, проявляющихся в литосфере или процессах, обусловленных взаимодействием литосферы с глубинными сферами Земли.

В расширенной трансдисциплинарном подходе исследуются состав, структура, закономерности функционирования современных (естественных и антропогенно измененных) экосистем высоких уровней организаций. В этом случае геоэкология соотносит законы экологии с закономерностями всех наук о Земле – географии, геологии, геохимии, геофизики. Интегрирует все знания об экологических проблемах и ставит в качестве цели сохранение жизнеобеспечивающей среды и жизни на Земле.

В предмет изучения геоэкологии входит описание, объяснение и предсказание процессов и явлений в природе и обществе, которые влияют на формирование и состояние окружающей человека,

природных и природно-антропогенных экосистем либо сами являются результатом такого влияния. Геоэкология концентрирует внимание на проблемах сохранения среды обитания, преодоления экологических бедствий, катастроф и кризисов, на проблемах рационального использования биологических, минерально-сырьевых, рекреационный ресурсов и геокультурных ценностей.

Природа – совокупность естественных условий существования человеческого общества. Использование ее богатств является основой материальной жизни и экономического развития общества.

Все элементы природы, вовлекаемые в производство для удовлетворения потребностей людей и составляющие его сырьевую и энергетическую базу, называют природными ресурсами.

В соответствии с различиями в основных принципах их рационального использования все природные ресурсы подразделяют на исчерпаемые и неисчерпаемые. В свою очередь, исчерпаемые ресурсы состоят из возобновимых (восполнимых) и невозобновимых (невосполнимых) (рисунок 1).

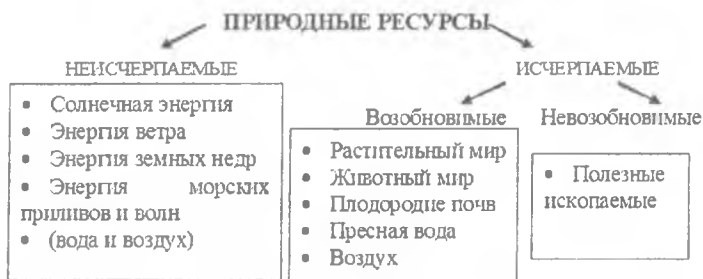


Рисунок 1 – Классификация природных ресурсов (по степени исчерпаемости)

Группу возобновимых образуют ресурсы, которые могут быть восполнены в процессе их использования. К ним относятся биологические ресурсы (животные и растения), а также некоторые соли, быстро осаждающиеся в озерах и морских лагунах. Однако при этом следует иметь в виду, что любой вид биологического ресурса после его уничтожения возобновить, т.е. воссоздать заново, невозможно.

Все полезные ископаемые, которые образуются в геологически длительные сроки, относятся к группе невозобновимых природных ресурсов.

К неисчерпаемым относят часть энергетических ресурсов (солнечные, геотермальные, приливно-отливные, гелиево-водородные), воду и воздух.

Природные условия – это все элементы природной среды, которые на данном уровне развития производительных сил влияют на жизнедеятельность человеческого общества, но не участвуют в материальном производстве.

В процессе исторического развития общества природные условия могут становиться одновременно и природными ресурсами. Например, воздух, до того, как составляющие его газы стали использовать в технологических целях, относился к категории природных условий. Ныне он является природный ресурсом.

В прошлом, когда уровень развития экономики в мире был невысок, природа успевала восполнять большинство ресурсов, компенсируя ущерб, наносимый ей человеком. В 20 веке положение резко изменилось. Это обусловлено, прежде всего, стремительным ростом населения. Растущее человечество нуждается во все большем количестве природных ресурсов, необходимых, прежде всего, для удовлетворения его потребностей в качественном и полноценном питании.

Наша планета обладает значительными возможностями для увеличения производства продовольствия, но они небеспредельны, а в ряде регионов – даже ограничены. Несмотря на то, что на нашей планете биоресурсов вполне достаточно для обеспечения продовольствием всего населения, в настоящее время полноценное питание получают лишь 17 % населения мира.

Обострение экологических проблем связано также с колоссальным ростом потребления и вызванным этим увеличением производства в развитых странах. При чем темпы роста намного опережают показатели увеличения численности населения. Так, за последние сто лет население Земли утроилось, а мировая экономика возросла двадцатикратно. Объем промышленного производства вырос в 50 раз. За последние 20 лет потребление первичной биологической продукции возросло более чем на четверть.

Сокращение площади лесов происходит со скоростью около 180 тыс. кв. км в год (восстанавливается лишь десятая часть сведенных лесных площадей). Скорость потребления природных ресурсов в наши дни многократно превосходит возможности их естественного возобновления.

Гигантских величин достигло и само потребление природных ресурсов:

- в настоящее время на производственные и бытовые нужды ежегодно используется свыше 3,5 тыс. куб.км воды;
- при сжигании топлива потребляется около 15 млрд. т атмосферного кислорода;
- из земных недр извлекается около 1000 млрд. т горных пород;
- при сельскохозяйственных и других работах перемещается около 4 тыс. куб. км почвы и грунтов.

Деятельность человека по своим размерам и масштабу сравнялась с природными процессами. Темпы использования природных ресурсов ныне соизмеримы с их запасами. Стало очевидным, что природные ресурсы ограничены и некоторые из них могут быть полностью израсходованы в ближайшие десятилетия. Следовательно, для предотвращения полного исчерпания природных ресурсов нужна специальная система мер по организации их рационального использования, охране и умножению.

Окружающая природная среда. Существует проблема более острая, чем угроза исчерпания ряда природных ресурсов. Самочувствие и жизнедеятельность людей в значительной мере определяются состоянием окружающей природной среды – среды обитания и производственной деятельности человечества. Каждый биологический вид, включая человека, может существовать при определенном ее состоянии (экологические факторы). При добыче и использовании природных ресурсов, как правило, происходит ухудшение экологических свойств природной среды, что несет угрозу жизни многих живых организмов, в том числе и человека. Поэтому необходимо согласование хозяйственной деятельности с экологическими возможностями природы, ограничение производства экологически обусловленными пределами. Иначе говоря, природопользование должно быть экологически обоснованным.

Рациональное и нерационально природопользование. Охрана природы.

Под природопользованием обычно понимают любой вид хозяйственного и бытового использования природных ресурсов и условий.

Нерациональное природопользование – система деятельности, не обеспечивающая сохранения природно-ресурсного потенциала природы, ведущая к исчерпанию природных ресурсов, подрыву восстановительных сил природы, снижению ее оздоровительных и эстетических качеств.

На огромных территориях разрушены естественные биоценозы (если в 1990 г разрушения коснулись только 20 % суши, то в

2001 г – уже 63 %). Биосфера обладает способностью к саморегулированию, восстановлению экологических свойств, благоприятных для высокоорганизованных организмов, только в том случае, если человечество потребляет не более 1 % чистой продукции биосферы. Такое положение сохранялось до начала 20 века. Ныне потребление сохранялось до начала 20 века. Ныне потребление достигло 10 % чистой продукции биосферы, в результате чего, биосфера уже не в состоянии восстанавливать и поддерживать экологические свойства природной среды в прежнем объеме и качестве.

Рациональное природопользование – система деятельности, призванная обеспечить разумное использование природных ресурсов и их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Антропогенные изменения природных условий. Все виды воздействия человека на природу и все изменения в ней, вызванные этими воздействиями, относятся к числу антропогенных. Их следствия могут быть невелики и охватывают ограниченные пространства. Другие антропогенные изменения окружающей природной среды захватывают значительные регионы.

## **1.2 Основные этапы в истории взаимоотношений общества и природы**

Человек появился на Земле около 4,6 млн. лет назад. Сначала это был человек-собиратель. Около 1,6 млн. лет назад человек научился пользоваться огнем. Это позволило ему заселить территории с умеренным климатом и заняться охотой. Использование огня и изобретение оружия привело к массовому уничтожению (перепромыслу) крупных млекопитающих средних широт (таблица 1). Это послужило причиной первого экологического кризиса (кризиса консументов). Этот кризис заставил человека перейти от присваивающего типа хозяйства (охота и собирательство) к производящему (скотоводство и земледелие).

Первые земледельческие цивилизации возникли в районах недостаточного увлажнения, что потребовало создания оросительных систем. В результате эрозии и засоления почв произошли локальные экологические катастрофы в бассейнах рек Тигр и Ефрат, а сведение лесов привело к появлению пустыни Сахара на месте плодородных земель. Так проявил себя кризис примитивного земледелия.

Позднее земледелие продвинулось на территории достаточного увлажнения, в районы лесостепи и леса, в результате чего началась



## 2 Экологические факторы и общие закономерности их воздействия на геосистемы

### 2.1 Экологические факторы и их взаимодействие в геосистемах

Жизнедеятельность человека, как и любых других живых организмов, неразрывно связана с определенными условиями окружающей среды. Она зависит от температуры, влажности, газового состава атмосферного воздуха, качества воды, механического состава почвогрунтов и плодородия почв, состава пищи и пр. Это, так называемые экологические факторы, под которыми понимают любые условия окружающей среды, на которые живые организмы реагируют приспособительными реакциями.

Экологические факторы характеризуют определенные требования организма к качеству окружающей среды. Качество окружающей среды – это степень соответствия природных условий потребностям людей или других живых организмов. Отклонение от этого соответствия, резкое изменение природных факторов от требуемой организму нормы (другими словами – от привычного качества среды) приводит к нарушениям обмена веществ в организме и даже угрожают жизни растений и человека (рисунок 2).



Рисунок 2 – Действие экологических факторов на организм

Высокое качество окружающей среды географических систем выражается в соблюдении ряда условий. Необходимо:

- устойчивое существование и развитие живых организмов в конкретных условиях окружающей среды природно-антропогенных ландшафтов;

- отсутствие каких-либо неблагоприятных последствий для живых организмов и людей, живущих в том или ином ландшафте.

Качество окружающей среды определяется на основе суммы критериев. В числе их обычно называют: высокую биологическую продуктивность геосистемы, благоприятные условия жизнедеятельности населения в границах определенных природно-антропогенных ландшафтов.

Геосистемы разного уровня в той или иной мере подвержены антропогенному воздействию, следствием чего может явиться экологическая дестабилизация (нарушение экологического фона) природной среды. При этом нарушается режим многих биотических и абиотических факторов, который очень часто выходит за пределы, отвечающие экологическим требованиям живых организмов, в том числе человека. Экологическая дестабилизация природной среды является результатом воздействия на геосистемы различных экологических факторов.

Под экологическим факторами следует понимать условия внешней среды, оказывающие воздействие на человеческое сообщество в пределах природно-антропогенных систем различного структурного уровня. Живые организмы реагируют на экологические факторы различными приспособительными реакциями. Зависимость между организмами и факторами среды имеет характер функции

$$A = f(c),$$

где  $A$  – определенный тип активности организма,  $c$  – мера влияния действующего фактора.

Наиболее полная классификация экологических факторов разработана Н. Ф. Реймерсом. В зависимости от продолжительности воздействия он выделяет факторы и периодические и непериодические (постоянные, повторяющиеся, случайные). Экологические факторы по происхождению можно разделить на: космические, абиотические (абиогенные), биогенные, природно-антропогенные и др. По принципу среды возникновения их разделяют на атмосферные, водные, геоморфологические, физиологические, биосферные и др. По своему характеру факторы среды могут быть физическими, геофизическими, термическими, химическими, климатическими и т. д. Многофакторная классификация Н. Ф. Реймерса относительно сложная для восприятия и практического использования.

Более известна классификация экологических факторов:

- а) абиотические;
- б) биотические;
- в) антропогенные.

Таблица 2 – Классификация экологических факторов среды (по И. Н. Пономаревой)

Абиотические	Биотические	Антропогенные
<b>Климатические:</b> свет, температура, влага, ветер, давление <b>Эдафогенные (почвенные):</b> механический состав, ила-гоемкость, воздухопроницаемость, плотность почво-грунтов <b>Орографические:</b> рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склонов <b>Химические:</b> газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность и состав почвенных растворов.	<b>Фитогенные:</b> растительные организмы <b>Зоогенные:</b> животные <b>Микробиологические:</b> вирусы, простейшие, бактерии	Деятельность человека

Абиотические факторы охватывают совокупность климатических и почвенно-грунтовых условий окружающей среды. К ним относятся: космическая и солнечная радиации; зональные, высотные и глубинные градиенты света и тепла; гравитация и давление с их высотными и глубинными градиентами; электромагнитное поле Земли; атмосфера, ее состав и закономерности циркуляции воздушных масс; поверхность литосферы с ее рельефом, почвами, различным минеральным составом и гранулометрией, теплоемкостью и влагоемкостью; гидросфера с градиентами ее состава, закономерностями водообмена и газообмена.

Космическая радиация – абиотический фактор наземной среды. Источником ее служат процессы, происходящие вне Земли: изменения солнечной активности, поток космических лучей и др. Влияние на геосистемы выражается в проявлении ритмики природных процессов, обусловленных солнечно-земными связями, в нарушении целостности озоносферы Земли («озоновые дыры») и т. п. Солнечная радиация. Лучистая энергия Солнца распространяется в основном в виде электромагнитных волн, которые проникают в земную атмосферу и достигают поверхности Земли. В составе солнечного излучения 48 % приходится на видимую часть спектра, 45 % – на инфракрасное и 7 % – на ультрафиолетовое излучение. Электромагнитное излучение Солнца – единственный источник энергии для экзогенных процессов

на Земле. Роль солнечного света невозможно переоценить. Преимущественное значение для жизни имеют инфракрасные лучи, а для фотосинтеза – ультрафиолетовое излучение. Разрушение озоносферы в результате техногенеза делает возможным проникновение на Землю губительных для живых организмов ультрафиолетовым лучей. Освещенность земной поверхности непосредственно связана с лучистой энергией Солнца. Смена дня и ночи, обусловленная вращением Земли, играет важную физиологическую роль в жизни живых организмов: суточные ритмы активности животных и растений. Проявления техногенеза, выражающиеся в загрязнении атмосферного воздуха, высотной застройке могут вызвать нарушения условий освещенности и ухудшение экологической обстановки антропогенных ландшафтов.

Климатические факторы связаны с поступлением солнечной энергии на земную поверхность, обусловлены характером циркуляции воздушных масс, балансом тепла и влаги, динамикой атмосферного давления и другими метеорологическими элементами. Атмосферные факторы связаны чаще всего с физическим состоянием и химическим составом атмосферы: давлением и влажностью атмосферного воздуха, осадками, газовым составом атмосферы, температурой земной поверхности, движением воздушных масс (ветром) и давлением атмосферы.

Влажность атмосферного воздуха связана с насыщением воздуха водяными парами, количество которых зависит от температуры воздуха. Наибольшее экологическое значение для биотической среды геосистем имеет дефицит влажности, который характеризует разность между максимальным и данным насыщением воздуха водяными парами. Общим правилом является соответствие более высокого дефицита влажности повышенному температурному фону и сухости воздуха геосистемы и наоборот. Значение этого фактора для биоты связано с интенсивностью физиологических процессов живых организмов.

Антропогенез способен вызывать изменение естественного режима влажности атмосферного воздуха в городских, промышленных, сельскохозяйственных и водохозяйственных ландшафтах. Атмосферные осадки тесно связаны с влажностью воздуха. Наибольшее экологическое значение имеет резко выраженная пространственная неравномерность в выпадении осадков, сумма осадков и ее распределение по сезонам года. Антропогенное воздействие оказывает влияние на фактор атмосферных осадков. Например, в городах и промышленных узлах осадков выпадает на

10 % больше, чем в сельской местности. Важная роль принадлежит осадкам в самоочищении атмосферного воздуха.

Экологическая роль термического фактора связана с воздействием температуры на окружающую среду. Наибольшее значение имеют территориальные различия в температурном режиме Земли, выражающиеся в существовании тепловых поясов. Значение термического фактора для эволюции живой природы очень велико. Хозяйственная деятельность человека в основном обуславливает общее повышение температурного фона природно-антропогенных систем на Земле.

Движение воздушных масс (ветер). Ветер оказывает влияние на все элементы климата: режим температуры, влажность, испарение влаги. Это один из наиболее существенных экологических факторов, определяющий транспирацию растений, перенос и рассеивание загрязнителей природной среды. Антропогенез, как правило, замедляет скорость ветра в городских агломерациях, что приводит к усилению загрязнения геосистем.

В связи с постоянством состава атмосферного воздуха на Земле, отмечается высокая степень адаптации к нему живых организмов. В атмосферном воздухе содержатся частицы почвенной пыли и морских солей. Под влиянием техногенеза в атмосфере городских и промышленных ландшафтов наблюдается резкое повышение содержания твердых и жидких аэрозольных частиц: сажи, пыли, воды, кислот и пр. Антропогенез определяет повышение  $\text{CO}_2$  в атмосфере («парниковый эффект»), разрушает озоносферу («озоновые дыры»), приводит к загрязнению атмосферы множеством чужеродных ингредиентов. В результате этого, во многих регионах Земли сложились чрезвычайно неблагоприятные для жизнедеятельности человека экологические условия окружающей среды.

Геолого-геоморфологические факторы связаны с геологическими структурами, рельефом, степенью расчлененности земной поверхности. Чаще всего, эти факторы являются регуляторами степени интенсивности природно-антропогенных, экзодинамических процессов (эрозия оползни, обвалы). Антропо-техногенез часто приводит к нарушениям естественного геохимического фонда ландшафтов (выбросы породы с глубины сотен метров и ее последующее выщелачивание), иссяканию водоносный горизонтов и т. д. Местоположение геосистемы, ее географическое строение и рельеф определяют экологические особенности ландшафтов. Например, высокий фон загрязнения атмосферы в городах Алматы и Усть-Каменогорске во многом связан с приземными инверсиями

температуры воздуха и штилевым режимом ветров в условиях котловинного рельефа столицы и этого административного центра Казахстана.

Эдафические факторы. Почвенный фактор играет важную роль в эволюции геосистем. Почва представляет собой сложное биокосное образование, возникшее на контакте литосферы и атмосферы в результате сложного взаимодействия климата, растительности, животных и микроорганизмов. Экологическая роль почвы в геосистемах связана с их плодородием (содержанием гумуса), механическим составом (агрегатностью), влажностью, аэрированностью и газовым составом почвенного воздуха. Большое экологическое значение имеет кислотная реакция почвы, ее плотность и температурный режим. Роль эдафических факторов в эволюции природно-антропогенных геосистем чрезвычайно велика. В то же время, почва весьма уязвима перед проявлениями техногенеза (убывание плодородия, почвенная эрозия, загрязнение почв, деградация почв под асфальтовым покрытием улиц городов и пр.). Особое значение имеют факторы: солености (наличие водорастворимых соединений в почвах) и кислотности, определяемой наличием свободных и обменных ионов (H, Al и др.) в почве (показатель pH среды).

Химические факторы – экологические факторы, обусловленные химическим составом природной среды. Они объединяют газовый состав атмосферного воздуха, соленость поверхностных и подземных вод, кислотность почвенных растворов, засоленность почв легкорастворимыми солями (хлоридами, сульфатами, карбонатами) и пр. Обычно химические факторы влияния на среду обусловлены характером антропогенного воздействия в результате применения химических удобрений, пестицидов, детергентов, промышленных и хозяйственно-бытовых выбросов и пр.

Водный фактор является исключительно важным средообразующим компонентом географических систем. Важнейшими физическими и экологическими свойствами водной среды являются следующие:

- 1) подвижность водной массы, способствующая в результате постоянного перемещения воды, поддержанию относительной однородности физических и химических характеристик водной массы;
- 2) температурная стратификация, т.е. изменение термального режима воды по глубине водного объекта;
- 3) прозрачность воды, определяющая световой жим водной массы.

Важное значение для биотической среды природно-антропогенных систем имеет соленость воды, характеризующаяся содержанием в ней, в основном, карбонатов, хлоридов, сульфатов. Условия жизнедеятельности организмов зависят также от объема растворенного в водной массе кислорода и диоксида углерода, а также от кислотности водной среды (рН). Водная среда испытывает исключительно мощное антропогенное воздействие. В результате загрязнения воды, особенно сильно изменяются параметры прозрачности, мутности, химического состава водной массы.

Под биотическими экологическими факторами понимают совокупность влияния живых организмов на природную среду. Иными словами, это комплекс разнообразных взаимоотношений между животными, растениями и микроорганизмами и средой обитания. Экологическое воздействие биотических факторов на геосистема может проявляться в форме поедания одних организмов другими, конкурентных взаимоотношений, паразитизме болезней, воздействия организмов на объекты неживой природы (термиты), выделение фитонцидов растениями и т.д.

Взаимоотношения между живыми организмами чрезвычайно разнообразны. Они могут иметь форму прямого и косвенного воздействия. Прямое воздействие предлагает непосредственное влияние одного организма на другие; косвенное – проявляется через изменение организмом среды обитания и абиотических факторов, необходимых другим растениям или животным. Например, гибель леса, пораженного сибирским шелкопрядом, приводит к исчезновению лесного биотопа с характерной фауной.

Очень важная форма взаимодействия живых организмов – пищевые (трофические) связи. Каждая природно-антропогенная геосистема характеризуется определенным количеством и качеством первичного органического вещества. Плотность биомассы оказывает определяющее воздействие на взаимоотношения между растениями животными в геосистемах. В свою очередь, биологическая продуктивность природной среды находится под сильным влиянием факторов антропогенного воздействия.

Антропогенные факторы – это факторы, обусловленные различными формами влияния деятельности человека на отдельные компоненты природной среды и геосистемы в целом. Они охватывают процессы, возникающие в ходе непосредственного воздействия человека на природную среду, или косвенно; обязанные своим происхождением техногенезу. По своей природе антропогенные факторы влияния на среду могут быть физическими, химическими,

климатическими и биотическими, по времени действия – постоянными и периодическими, еле заметными и катастрофическими. Они бывают первичными или прямыми (истребление, акклиматизация животных, интродукция растений), вторичными или косвенными (вырубка лесов, осушение болот, распашка земель и т. д.).

Для количественной и качественной характеристик антропогенных факторов обычно используют понятие – антропогенная нагрузка. По своему содержанию эти факторы могут носить как позитивный, так и негативный характер. Антропогенные факторы обычно относят к побочным последствиям взаимоотношений общества с природной средой. Чаще всего они проявляются в виде случайных, разовых воздействий на компоненты природной среды и геосистемы, сопровождающих целенаправленную хозяйственную деятельность человека. Эти воздействия могут носить характер преднамеренного (планируемого, с ожидаемыми последствиями) и непреднамеренного (с неожиданными последствиями) воздействия на геосистемы. В связи с этим факторы антропогенного воздействия на окружающую среду слабо поддаются прогнозированию, их многообразные негативные проявления трудно предвидеть. Кроме того, антропогенные факторы очень часто проявляются в комплексе, обнаруживая эффект суммации. Интеграция факторов антропогенного воздействия затрудняет предвидение их многообразных последствий влияния на геосистемы. Это создает огромные (часто непреодолимые) трудности в управлении качеством окружающей среды. Известно несколько вариантов классификации антропогенных экологических факторов, разработанных разными авторами. И. П. Лаптев (1975 г.) предлагает классифицировать их на основе следующих признаков: по природе, времени происхождения и действия, по длительности антропогенного воздействия, способности аккумуляции в природе и миграции, по стойкости вызываемых ими изменений в природе и видам хозяйственной деятельности человека.

Классификацией антропогенных факторов воздействия на окружающую среду по признаку их происхождения (природы). П. Лаптев различает факторы:

- 1) механические;
- 2) физические;
- 3) химические;
- 4) биологические;
- 5) ландшафтные.



**Механические:** давление колесами и гусеницами машин, взвеси в воде и воздухе, течения, рубка леса, отлов животных, сбор дикорастущих растений, препятствия для движения рыб, вибрация, изъятие, переворачивание пласта почвы и т. д.

**Физические:** тепло, свет, электрополе, радиоволны, звуковые колебания, цвет, изменение влажности

**Химические:** химические элементы и соединения выбрасываемые в природную среду и аккумулирующиеся в геосистемах.

**Биологические:** воздействие интродуцированных организмов, антропогенный естественный отбор, искусств венный отбор в популяциях диких организмов, разведение, посадка лесов и пр.

**Ландшафтные:** искусственные реки и озера, антропогенный рельеф, рекультивированные участки, каналы искусственные леса, луга и т. д.

Рассмотренные природные и антропогенные экологические факторы окружающей среды проявляются, как правило, совместно, тесно переплетаясь между собой, что не позволяет предвидеть многообразные последствия их влияния на геосистемы. Основная задача изучения экологических факторов заключается в познании их с целью обеспечения стабильности геосистем. Стратегическая цель заключается в предотвращении экологической дестабилизации природной среды в режиме, обусловленном экологическими факторами. Например, предупреждение загрязнения атмосферного воздуха в условиях постоянного безветрия или устойчивых температурных инверсий региона г. Алматы. Пределом стремления к идеально организованной в экологическом плане системе является ноосфера (сфера разума), достижение которой в будущем возможно лишь на основе всеобщего экологического мышления населения.

## **2.2 Экологическая дестабилизация как результат воздействия на геосистемы различных экологических факторов**

Ускорение темпов НТР – основная причина прогрессирующей деградации окружающей среды на Земле. Последствия индустриализации, урбанизации и загрязнения природной среды приводят к экологическим кризисам локального и регионального масштаба.

Сложная экологическая ситуация и в Казахстане. Например, в 1987 г. объём сточных вод, сброшенных в водоёмы Республики Казахстан превысил 8 км<sup>3</sup>. В них содержалось до 600 тыс.т. взвешенных веществ, в т.ч. 30 тыс.т. нефтепродуктов. На Тенгизском

нефте-газо-конденсатном месторождении уровень загрязнения атмосферы сероводородом и сернистым ангидридом превысил допустимый в 7–10 раз.

В результате экологической катастрофы в регионе Аральского моря в 1990 г. площадь этого водоёма сократилась в 2 раза, а солёность возросла в 3 раза, по сравнению с 1960 г. В результате в Приаралье ежегодно на 1 га сельскохозяйственных земель выпадает до 520 кг. Различных солей. Содержание нитратов в воде р. Сырдарья в районе г. Кызылорды превышает норму в 46 раз, в ней обнаружены возбудители дизентерии, брюшного тифа и других опасных инфекционных заболеваний.

Перечень подобных примеров, характеризующих крайне опасный уровень экологической дестабилизации природной среды Казахстана, можно продолжить. К ареалам экологического бедствия можно отнести обширные территории Приаралья и Прибалхашья, Рудный Алтай, Прикаспийскую низменность и многие другие природные регионы.

Причины экологической дестабилизации природной среды:

- ошибочная концепция развития народнохозяйственного комплекса без учёта специфики местных природных условий;
- недостаточное развитие ресурсо- и средосберегающих технологий;
- хищническое использование природных ресурсов без учёта возможности их самовосстановления;
- неравномерное размещение промышленности и сверхконцентрация её в отдельных территориальных производственных комплексах (ТПК);
- ведомственность при размещении народнохозяйственных объектов, недопускающая гармоничного развития ТК;
- недейственный правовой контроль за процессом экологической дестабилизации природной среды.

### 3 Экологически дестабилизированные природные среды

#### 3.1 Критерии, определяющие толерантность человека

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). Есть несколько видов ПДК.

Предельно допустимые концентрации загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>р</sub>, мг/м<sup>3</sup>) – 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.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего (вредного) вещества в воздухе населенных мест (ПДК<sub>сс</sub>, мг/м<sup>3</sup>) – концентрация в воздухе населенных пунктов, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного влияния при неопределенно долгом круглосуточном вдыхании.

Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего (вредного) вещества в воздухе населенных мест (ПДК, р., мг/м<sup>3</sup>) – концентрация, не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека.

Предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ, мг/м<sup>3</sup>) – 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.

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. БПК (биологическая потребность в кислороде) – количество кислорода, использованного в биохимических процессах окисления органических

веществ, за исключением нитрификации, за 2, 5, 8, 10 и 20 сут, мг  $O_2$  на 1 мг вещества. ХПК (химическая потребность в кислороде) – количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг  $O_2$  на 1 мг вещества.

Медиками-гигиенистами определены ПДК тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов, радионуклидов в почвах по показателям их вредности. Нормирование подразделяют на транслокационное (переход нормируемого элемента в растение), миграционное воздушное (переход в воздух), миграционное водное (переход в воду) и общесанитарное, гигиеническое (влияние на самоочищающую способность почв и почвенный микробиоценоз).

### 3.2 Адаптация человека к условиям экологически дестабилизированных геосистем

Современное состояние биосферы Земли во многих регионах характеризуется заметным и даже резким отклонением от средних нормативов экологического состояния. Можно утверждать то, что экологическая дестабилизация природной среды синхронизируется с темпами научно-технической революции, т.е. прямо соответствует интенсивности народно-хозяйственного прогресса.

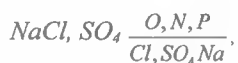
Концепция экологически дестабилизированной природной среды отражает степень нерегламентированности воздействия современной цивилизации на окружающую среду. Ее основные признаки – аномально быстрое развитие процессов деструкции, формирование новых механизмов саморегуляции, неустойчивость условий места обитания. Высшим проявлением экологической дестабилизации природной среды является экологический кризис, который по своим масштабам может иметь глобальный, региональный и локальный характер.

Пределы выносливости живых организмов (читай – человеческого сообщества), зависят от совокупности и интенсивности проявления экологических факторов в конкретной природной системе. Способность живых организмов адаптироваться к отдельным экологическим факторам, или их комплексу получила название экологической валентности или пластичности. Это положение относится и к адаптации в условиях экологически дестабилизированной природной среды. В качестве примера можно назвать вынужденное приспособление населения в низовьях р. Сырдарьи к неуклонно возрастающему загрязнению воды этой

реки, где в 1989 г. уровень содержания только нитратов превысил ПДК в 46 раз.

Пределы устойчивости организмов к экологическим факторам (в т.ч. человека к условиям загрязнения окружающей среды) принято именовать толерантностью организмов.

Адаптация человека к условиям окружающей среде во многом определяется так называемым «законом лимитирующего фактора» или «законом толерантности». Лимитирующими называются факторы, присутствующими как в избытке, так и в недостатке по отношению к оптимальным требованиям организма. Например, для ландшафтов солончаковых пустынь Казахстана характерна следующая геохимическая формула:



где в числителе указаны дефицитные элементы, в знаменателе – избыточные, а за скобками – типоморфные элементы, присутствующие во всех химических соединениях данной геосистемы.

Лимитирующие экологические факторы, определяющие возможности адаптации человека к условиям экологически дестабилизированной окружающей среды, контролируются нормативами ПДК (предельно допустимых концентраций), как отдельных загрязнителей, так и их сочетания.

В обобщенном виде основные критерии, определяющие толерантность человека к условиям загрязнения природной среды (геосистемы) выражаются в следующих положениях:

- допустимой является такая концентрация загрязнителей, которая не оказывает прямого или косвенного воздействия на человека, не отражается на его работоспособности и жизнедеятельности;

- привыкание человека к вредным веществам, содержащимся в составе геосистемы, должно рассматриваться как неблагоприятный фактор, свидетельствующий о недопустимой концентрации загрязнителей;

- недопустимы такие концентрации загрязнителей, которые неблагоприятно влияют на ближайшее окружение человека: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, биоту, создающих в совокупности бытовую среду жизни человека.

Человеческое сообщество испытывает непрерывный стресс в условиях экологически дестабилизированной природной среды. Неблагоприятное экологическое состояние природной среды оказывает весьма заметное воздействие на здоровье людей. Резкое ухудшение экологического качества природного окружения людей не всегда позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям природной среды. Отрицательное воздействие на здоровье людей оказывают химические, физические и биологические факторы природной среды. Можно выделить десятки и сотни загрязняющих веществ, которые отрицательно влияют на здоровье человека.

Влияние вредных веществ на организм людей проявляется по-разному. В некоторых случаях на здоровых людей может влиять только одно вещество, содержащееся в воде, воздухе, почве, растениях. Однако чаще всего отмечается комбинированное, комплексное воздействие загрязняющих природу веществ на организм человека. Это сильно затрудняет профилактику заболеваний, обусловленных экологическим состоянием окружающей среды. Следует постоянно помнить о том, что любое загрязнение чистоты атмосферного воздуха и питьевой воды, выражающееся в отклонении от их нормального состава, неблагоприятно влияет на самочувствие и состояние здоровья людей.

Находящиеся в атмосфере загрязнители оказывают раздражающее воздействие на органы зрения, обоняние, кожные покровы (аллергия, кашель). Другие форма воздействия вредных веществ связаны с поглощением их легкими и аккумуляцией в различных органах человека (бронхиальная астма). Выбросы бензпирена-3,4 в отработанных автомобильных газах и других промышленный токсикантов провоцируют онкологические заболевания. Комплексное взаимодействие между многочисленными загрязнителями окружающей среды способствует заболеваниям сердечно-сосудистой системы человека, катастрофические выбросы радиоактивных элементов вызывают многочисленные онкологические, иммунные, мутагенные заболевания населения (регион Семипалатинского ядерного полигона). Отвратительное качество питьевой воды вызывает массовые заболевания органов желудочно-кишечного тракта (гепатит) населения Казахстанского Приаралья.

Систематическое отравление организма людей возникает при употреблении пищевых продуктов, выращенные на почвах, содержащих промышленные токсиканты, радионуклиды или избыточное количество минеральных удобрений и пестицидов. Этим

объясняется все возрастающий интерес в мире к экологически чистым продуктам питания.

В условиях экологически дестабилизированной среды болеют не только люди, но и растения, животные, ветшают здания, промышленные и инженерные сооружения. Печальную геоэкологическую известность приобрели кислотные дожди. Особо отметим экологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС, катастрофические, до конца не выясненные последствия имеют многолетние активные испытания ядерного оружия на Семипалатинском ядерном полигоне в Казахстане.

Сказанным, разумеется, не ограничивается перечень многочисленных проявлений крайне неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на организм человека. Отметим лишь, что сложное взаимодействие многочисленных загрязнителей атмосферного воздуха, воды, почвы вызывает в их среде неуправляемые физико-химические реакции. Это сильно затрудняет задачу выявления роли тех или иных загрязнителей в заболеваниях человека.

Таким образом, необходим тщательный контроль за состоянием природной среды, нормирование и предотвращение промышленных выбросов, разработка мероприятий по сохранению высокого экологического качества среды жизнедеятельности людей. Не подлежит сомнению, что само будущее человечества, его выживание тесно зависят от экологического состояния окружающей среды.

### **3.3 Техногенные аномалии по А. И. Перельману**

Огромное разнообразие антропогенных ландшафтов создает необходимость установления их таксономических рангов. В основе фундаментальных исследований используется региональный методологический подход. При изучении и выявлении антропогенных ландшафтов используется классификация А. И. Перельмана (1982 г.), который, согласно учению о формах движения материи, делит все ландшафты на три основных ряда: абиогенный (только механическая и физико-химическая миграция); биогенный (добавляется биогенная миграция) и техногенный (добавляется техногенная миграция). Естественные ландшафты, в которых доминируют абиогенная и биогенная миграции, претерпевают изменения как только в их вещественно-энергетическом обмене начинают участвовать элементы техногенной миграции.

Следовательно, разработка классификационных единиц антропогенных ландшафтов должна быть основана на трех типах

миграции, где доминирующая роль должна отводиться техногенной миграции. Классифицируя антропогенные ландшафты по признакам геохимической аномалии, водно-солевого и теплового балансов, необходимо учитывать их естественные и техногенные привнесенные свойства.

С этих позиций, при определении категории антропогенных ландшафтов, следует обратить внимание на степень и характер воздействия конкретной отрасли народного хозяйства. Степень интенсивности развития конкретной отрасли народного хозяйства определяет качественную особенность техногенной миграции химических элементов, масштабы этой миграции, определяемые размерами общественного производства, уровнем развития производительных сил.

На основе общегеографической классификации региональной трактовки и геохимической систематики, критерии выделения каждого таксономического ранга определяются их уровнем. А. И. Перельман выделяет на уровне отрядов – селитебные, агроландшафты, пастбищные, лесохозяйственные, горнопромышленные, дорожные, рекреационные. По степени воздействия и интенсивности процессов техногенеза выделяются их разряды – слабые, умеренные, сильные. Следует отметить, что эти две таксономические единицы выявляются не по геохимическим параметрам, хотя для них свойственны техногенные миграции.

Согласно А. И. Перельману, низшие таксоны геохимической систематики антропогенных ландшафтов – группы, типы, семейства, классы, роды и виды – предлагается выделять по тем же признакам, что и в систематике природных ландшафтов. Эти признаки обусловлены геолого-геоморфологическим, гидро-климатогенным, почвенным и биотическими факторами. Группы антропогенных ландшафтов выделяются по величине биомассы и по её соотношению с ежегодной продукцией.

На территории Казахстана следует выделить группы:

- 1) горнотундровых и нивально-гляциальных;
- 2) горнолесных и горнолуговых;
- 3) горностепных и луго-степных;
- 4) лесостепных;
- 5) сухостепных и полупустынных;
- 6) пустынных.

Типы и семейства антропогенных ландшафтов выделяются по признакам аналогичных природных ландшафтов.



### **3.4 Биогеохимические эндеми. Болезни, вызванные комплексным воздействием загрязнителей**

Загрязнение окружающей природной среды есть внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов или структурных изменений, прерывающих круговорот веществ, их ассимиляцию, поток энергии, вследствие чего данная система разрушается, или снижается ее продуктивность.

Загрязнителем может быть любой физический агент, химическое вещество и биологический вид, попадающие в окружающую среду или возникающие в ней в количествах, выходящих за рамки своей обычной концентрации, предельных естественных колебаний или среднего природного фона в рассматриваемое время.

Основным показателем, характеризующим воздействие загрязняющих веществ на окружающую природную среду, является предельно допустимая концентрация (ПДК). С позиции экологии предельно допустимые концентрации конкретного вещества представляют собой верхние пределы лимитирующих факторов среды (в частности химических соединений), при которых их содержание не выходит за допустимые границы экологической ниши человека.

Ингредиенты загрязнения – это тысячи химических соединений, особенно металлы или их оксиды, токсичные вещества, аэрозоли. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в практике в настоящее время используется до 500 тыс. химических соединений. При этом около 40 тыс. соединений обладают весьма вредными для живых организмов свойствами, а 12 тыс. – токсичны.

Наиболее распространенные загрязнители – зола и пыль различного состава, оксиды цветных и черных металлов, различные соединения серы, азота, фтора, хлора, радиоактивные газы, аэрозоли и т.п. Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха приходится на долю оксидов углерода – около 200 млн. тонн в год, пыли – около 250 млн. тонн в год, золы – около 120 млн. тонн в год, углеводородов – около 50 млн. тонн в год. Прогрессирует насыщение биосферы тяжелыми металлами – ртуть, галлий, германий, цинк, свинец и т.д. При сжигании топлива, особенно угля, с золой и отходящими газами в окружающую среду поступает больше, чем добывается из недр: магния – в 1,5 раза, молибдена – в 3, мышьяка – в 7, урана и титана – в 10, алюминия, йода, кобальта – в 15, ртути – в 50, лития, ванадия, стронция, бериллия, циркония – в 100, галлия и германия – в 1000 раз, иттрия – в десятки тысяч раз.

Процентное соотношение вредности выбросов, произведенных странами: США – 23 %, Китай – 13,9 %, Россия – 7,2 %, Япония – 5 %, Германия – 3,8 %, все остальные – 47,1 %.

Антропогенные источники загрязнения весьма разнообразны. Среди них не только промышленные предприятия и теплоэнергетический комплекс, но и бытовые отходы, отходы животноводства, транспорта, а также химические вещества, вводимые человеком в экосистемы для защиты полезных продуктов от вредителей, болезней, сорняков.

В последние десятилетия проблема профилактики неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека выдвинулась на одно из первых мест среди других общемировых проблем.

Это связано с быстрым нарастанием числа различных по своей природе (физических, химических, биологических, социальных) факторов, сложным спектром и режимом их воздействия, возможностью одновременного (комбинированного, комплексного) действия, а также многообразием патологических состояний, вызываемых этими факторами.

Среди комплекса антропогенных (техногенных) воздействий на окружающую среду и здоровье человека особое место занимают многочисленные химические соединения, широко используемые в промышленности, сельском хозяйстве, энергетике и других сферах производства. В настоящее время известно более 11 млн. химических веществ, а в экономически развитых странах производится и используется свыше 100 тысяч химических соединений, многие из которых реально воздействуют на человека и окружающую среду.

Воздействие химических соединений способно вызывать практически все патологические процессы и состояния, известные в общей патологии.

Причем по мере углубления и расширения знаний о механизмах токсического воздействия выявляются все новые виды неблагоприятных эффектов (канцерогенное, мутагенное, иммунотоксическое, аллергизирующее, эмбриотоксическое, тератогенное и другие типы действий).

Существует несколько принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов действия химических веществ: полный запрет производства и применения, запрет поступления в окружающую среду и любого воздействия на человека, замена токсичного вещества менее токсичным и опасным, ограничение (регламентация) содержания в объектах окружающей

среды и уровней воздействия на работающих и население в целом. В связи с тем, что современная химия стала определяющим фактором в развитии ключевых направлений во всей системе производительных сил, выбор стратегии профилактики является сложной, многокритериальной задачей, решение которой требует анализа как риска развития ближайших и отдаленных неблагоприятных эффектов влияния вещества на организм человека, его потомство, окружающую среду, так и возможных социальных, экономических, медико-биологических последствий запрета производства и применения химического соединения.

Определяющим критерием для выбора стратегии профилактики является критерий предупреждения (недопущения) вредного действия. В нашей стране и за рубежом запрещено производство и использование ряда опасных промышленных канцерогенов и пестицидов. Введен запрет контакта работающих и выброса в окружающую среду наиболее биологически активных химических соединений, например, некоторых лекарственных препаратов.

ПДК атмосферного загрязнения представляет собой максимальную концентрацию, не оказывающую на протяжении всей жизни человека прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на его здоровье и здоровье последующих поколений, не снижающую работоспособность и не ухудшающую его самочувствия, а также санитарно-бытовых условий жизни.

Методологические основы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений формулируются следующим образом:

1) допустимой признается только та концентрация химического вещества в атмосфере, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного или неприятного действия, не влияет на самочувствие и работоспособность;

2) привыкание к вредным веществам, находящимся в атмосферном воздухе, рассматривается как неблагоприятный эффект;

3) концентрации химических веществ в атмосфере, которые неблагоприятно действуют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения, считаются недопустимыми.

#### 4 Антропоустойчивость геосистем

Под устойчивостью геосистем понимается их способность к самоочищению (Глазовская, 1988 г.), обусловленную скоростью трансформации техногенных веществ и выноса их за пределы геосистем. Во многом эта способность обеспечивается совместимостью природных и техногенных потоков вещества. Устойчивость геосистем определяется как способность природных образований к сохранению своей структуры и поведения или их восстановлению после нарушения внешними факторами, то есть способность к саморегуляции.

Устойчивость геосистем резко нарушается в результате различного рода критических ситуаций, спровоцированных обычно внешними антропогенными факторами.

Антропоустойчивость геосистем предполагает способность природных систем противостоять антропогенному воздействию без заметного ущерба для их структуры и функционирования.

Допустимой формой антропогенной нагрузки считается величина, при которой не происходит существенных нарушений свойств и функций ландшафта. Основной частью исследований по определению допустимых норм нагрузки является эксперимент, включающий обоснование и выбор объектов изучения, измерение нагрузки, определение зависимости состояния от нагрузки и разработка основ норм.

В экологии под качеством среды понимают степень соответствия природных условий потребностям людей или других живых организмов. Комфортность среды проживания определяется её качеством.

К концу XX века урбанизация, связанная со стремительным ростом городов и городского населения, охватила около 1 % площади Земного шара. Примерно половина мирового населения уже живет в городских агломерациях. В промышленно-развитых странах более 75 % – это городское население. Этот глобальный процесс изменил ландшафт Земли сильнее, чем другие виды деятельности человека за всю его историю.

Наибольшую опасность для существования человека представляет явление деградации почвенной экосистемы. Изменение условий почвообразования в городе связано со строительной и хозяйственной деятельностью и сопровождается снижением содержания гумуса, разрушением почвенной структуры и гибелью еще оставшихся деревьев. Поэтому к строительной деятельности

сегодня предъявляются экологические требования обязательного сохранения экосистемы, восстановления утраченного равновесия и отдельных компонентов, определяющих устойчивость и качество среды обитания человека в городских условиях.

В настоящее время утрачено свойство экосистемы – комфортность ландшафта, исчезло субъективное чувство и объективное состояние благополучия и спокойствия человека в условиях окружающей природной среды, успокаивающей нервную систему и обеспечивающей весь комплекс его здоровья.

Качество – это динамическое свойство природной системы, определяющее её способность изменяться и сохранять структурно-функциональные характеристики во времени. Выделяются несколько динамических качеств, определяющих нормы природопользования: доступность, живучесть, замкнутость, устойчивость, надежность. Первые три качества среды заметно изменяются при её загрязнении и нарушении требований рационального потребления ресурсов и образования отходов. Два последних свойства: устойчивость и надежность – особенно чувствительны к «стационально-деструктивным загрязнениям» и зависят от правильности ведения строительства на территории.

Нормирование качества окружающей природной среды производится для установления предельно допустимых норм воздействия на окружающую природную среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

В систему оценки техногенного воздействия на окружающую среду входит широкий класс экологических нормативов, включающих предельно допустимые выбросы (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу и предельно допустимые сбросы (ПДС) загрязняющих веществ в водные объекты, размещение твердых отходов, квоты изъятия природных ресурсов, а также многочисленные нормы и регламентации различных сторон хозяйственной деятельности.

Сегодня различают две группы экологических нормативов: предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в природных компонентах и предельно-допустимые уровни (ПДУ) физических свойств природной среды (вкусовые качества, прозрачность, запах, территориальная целостность и т.д.).

Под вредным воздействием понимается нанесение организму временного раздражающего воздействия (появляется головная боль,

кашель и др.). К прямому воздействию на организм человека также относится влияние тех загрязняющих веществ, которые накапливаются в организме и при превышении определенной дозы могут вызвать патологические изменения. Под косвенным воздействием подразумеваются такие изменения в окружающей природной среде, которые, не оказывая прямого воздействия на организм человека, ухудшают обычные условия обитания.

В настоящее время в установленном порядке для атмосферного воздуха утверждены нормативы ПДК более чем для 1500 загрязняющих веществ, для водных объектов – более чем для 2000 веществ, для почв – более чем для 50. И это количество постоянно растет. В основе разработки ПДК для воздуха лежит определение «порогового» содержания в нем того или иного загрязняющего вещества, при котором ни прямое, ни косвенное воздействие на человека и окружающую среду еще не оказывается.

Разработанные и утвержденные в установленном порядке нормативы выступают в качестве стандартов.

## 5 Экологические проблемы техногенеза

### 5.1 Понятие термина техногенез

Техногенез в истории цивилизации – это рождение техники, создание человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания и потребления благ. Техногенез с экологической точки зрения – это порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биотического круговорота. Такое представление смыкается с понятием техногенеза, применяемым в геохимии (А. Е. Ферсман, 1937 г.; А. И. Перельман, 1970 г.).

Наиболее характерные черты всемирного техногенеза в XX в. можно представить следующим образом:

1) за 100 лет мировое потребление энергии увеличилось почти в 14 раз (удвоение в среднем каждые 27 лет);

2) в структуре топливного баланса большинства стран мира произошел переход от преобладания дров и угля к преобладанию углеводородного топлива – нефти и газа (до 65 %), а также к заметному вкладу гидроэнергетики и ядерной энергетики;

3) многократно увеличилась добыча и переработка минеральных ресурсов – руд и нерудных материалов;

4) в XX в. значительно вырос объем и изменилась структура машиностроения в связи со станкостроением, развитием техники двигателей внутреннего сгорания, электротехники и автоматизации.

Важной чертой современного техногенеза является интенсивная химизация всех отраслей хозяйства.

Научно-техническая революция в вооружении устранила географические и природные ограничения в применении военной техники. Космос и воздушное пространство, вода и подводное пространство, земная поверхность вплоть до полюсов холода и жары стали доступны для ведения боевых действий.

Техногенез, как и его инициатор – человек, стремится к занятию всевозможных «экологических ниш» и поэтому оказывает сильное влияние на экологию биосферы, вытесняя природные экологические системы и процессы.

В XX в. техногенез приобрел глобальный характер и качественно новую форму, способствуя быстрому расширению и распространению

техносферы – совокупного результата хозяйственной деятельности человека.

Техносфера – это глобальная совокупность орудий, объектов, материальных процессов и продуктов общественного производства. Техносферу можно определить также как пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной деятельности человека и занятое ее продуктами.

В XX в. человек раздвинул границы техносферы далеко за пределы биосферы – в ближний и дальний космос, в глубины земной коры, под дно океана, в субмолекулярный микромир, создав особую материально-энергетическую оболочку планеты. Она охватывает и пронизывает всю биосферу, особенно сильно на суше, и придает значительной части поверхности планеты совершенно особый облик. Вряд ли остались участки живой природы, которые не испытали бы на себе действие техногенеза. Мировое хозяйство стало не только глобальной технико-экономической, но и глобальной эколого-географической системой.

По различным оценкам, общая масса техносферы в настоящее время составляет от 10 до 20 тыс. Гт. (это больше биомассы живого вещества всей биосферы). Основную ее часть образуют скопления горной массы, отработанных руд, перемещенных грунтов, производственных отходов, оставленные сооружения, развалины и т.п., т.е. накопившееся за всю историю человечества техногенное вещество.

Техногенное загрязнение среды является наиболее очевидной и быстродействующей негативной причиной связью в системе экосферы: «экономика, производство, техника, среда». Оно обуславливает значительную часть природоемкости техносферы и приводит к деградации экологических систем, глобальным климатическим и геохимическим изменениям, к поражениям людей. На предотвращение загрязнения природы и окружающей человека среды направлены основные усилия прикладной экологии.

Источники техногенных эмиссии подразделяются на организованные и неорганизованные, стационарные и подвижные. Организованные источники оборудованы специальными устройствами для направленного вывода эмиссии (трубы, вентиляционные шахты, сбросные каналы и желоба и т.п.); эмиссии от неорганизованных источников произвольны. Источники различаются также по геометрическим характеристикам (точечные, линейные, площадные) и по режиму работы – непрерывному, периодическому, залповому.



## 5.2 Концепция ресурсного цикла И. В. Комара

Под ресурсным циклом понимают совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах использования его человеком.

Концепция ресурсного цикла является важнейшей составляющей прикладной экологии. Она предполагает наиболее полное (малоотходное) промышленное производство и вовлечение неизбежно возникающих при этом отходов (после их трансформации) в повторное или многократное использование. (Например, многократное использование заданного объема технической воды на промышленном предприятии).

Замкнутый производственный цикл означает стремление к безотходному или малоотходному типу производства, промышленному производству без потерь вторичных материалов и выбросов их в окружающую среду.

Полная замкнутость производственных циклов невозможна, из-за потерь энергии в процессе промышленного производства. Потери природных ресурсов происходят в процессе несовершенной технологии добычи, транспортировки сырья к местам переработки, возникновения отходов производства и т.д.

В задачи прикладной экологии входит контроль за соблюдением требований замкнутого производственного цикла, предотвращение или уменьшение производственных потерь при переработке сырья из природных ресурсов, трансформация и утилизация отходов, поступающих в окружающую среду. Конечная цель прикладной экологии и инженера-эколога на промышленном производстве заключается в совершенствовании технологии производства и устранении экологических нарушений в состоянии окружающей среды на каждом этапе ресурсного цикла.

Одной из главных задач является минимизация потерь материальных ресурсов на каждом этапе ресурсного цикла. Именно эти безвозвратные потери минерально-сырьевых, водных и иных ресурсов приводят к ухудшению экологического качества окружающей среды (рисунок 3).

Сокращение отходов производства осуществляется в процессе реализации стратегии рационального природопользования.



Рисунок 3 – Схема ресурсного цикла И. В. Комара

## 7 Антропогенное воздействие на природную среду

Всепроникающий характер экологические проблемы приобрели в XX столетии, когда человечество вступило в эпоху научно-технической революции (НТР) и одновременно осознало, что оно оказалось в состоянии экологического кризиса, на грани экологической катастрофы, угрожающей существованию цивилизации. Это совпадение не было случайным: влияние НТР на экологическую ситуацию носило двоякий характер. С одной стороны, с НТР связан стремительный рост производства и увеличение изъятия из природы различных видов сырья. Новые технические возможности позволили человеку выйти в космос, начать освоение районов с экстремальными условиями, где природные комплексы отличаются необыкновенной ранимостью.

Изменения в природной среде, нараставшие до этого времени постепенно, приобрели лавинообразный характер. Но в это же время применение новых технологий позволило сократить расходы сырья на единицу произведенной продукции. Благодаря достижениям НТР появились новые, эффективные способы защиты окружающей среды, с этими же достижениями связаны и перспективы ее оздоровления. Помощь окажется действенной в том случае, если союзниками нашими будут научная мысль и современные достижения техники.

Многогранность проблем, возникающих в процессе взаимодействия природы и общества, их взаимосвязь с проблемами общественной сферы, разные территориальные масштабы определяют необходимость разделить их на проблемы:

- глобальные, имеющие планетарный, общечеловеческий характер, решение которых возможно лишь на общечеловеческом уровне (например, разрушение озонового слоя атмосферы, парниковый эффект);

- региональные, актуальные для крупных территорий, нередко выходящих за пределы одного государства, решение которых возможно на общегосударственном или межгосударственном уровне (например, проблемы Приазовья, Рейна или Альпийского региона, Чернобыль);

- локальные (местные) наиболее ограниченного характера, касающиеся как территориальных комплексов, так и единичных объектов, решение которых осуществимо на местном уровне (например, проблема загрязнения и деградации Амурского залива Японского моря).

Грань между территориальными уровнями условна: локальные проблемы в комплексе формируют проблемы региональные, региональные способны перерасти в глобальные.

Экологические проблемы можно также разделить на возникающие в сферах неживой природы (в атмосфере и околоземном пространстве, гидросфере и литосфере) и возникающие в биосфере.

Собственно экологические проблемы тесно смыкаются с проблемами социальными, которые возникают в общественной среде. Под их влиянием формируется морально-психологический климат среды обитания, от их состояния во многом зависит возможность реализации духовных и материальных запросов человека.

Между природной средой и обществом существуют сложные взаимодействия, обмен веществом и энергией. При этом природа воздействует на человека, а человек воздействует на природу.

Взаимоотношения общества и природы – воздействие человеческого общества (антропогенных факторов) на природу и природы (природных факторов) на здоровье и хозяйственную деятельность человека.

Расширяющееся использование природных ресурсов вследствие роста населения и развития научно-технического прогресса приводит к их истощению природных ресурсов и увеличению загрязнения природной среды отходами производства и отбросами потребления. Таким образом, ухудшение природной среды происходит по двум причинам:

- 1) сокращение природных ресурсов;
- 2) Загрязнение природной среды.

Демографический взрыв и научно-техническая революция привели к колоссальному увеличению потребления природных ресурсов. Так, ныне в мире ежегодно добывается 3,5 миллиарда тонн нефти и 4,5 тонн каменного и бурого угля. При таких темпах потребления стало очевидным истощение многих природных ресурсов в ближайшее время. Одновременно отходы гигантских производств стали все больше загрязнять окружающую природную среду, разрушая здоровье населения. Во всех промышленно развитых странах большое распространение получили раковые, хронические лёгочные и сердечно-сосудистые заболевания.

Первыми забили тревогу учёные. Начиная с 1968 года, итальянский экономист Аурелио Печчен стал ежегодно собирать в Риме крупных специалистов из разных стран для обсуждения вопросов о будущем цивилизации. Эти встречи получили название Римского клуба. Весной 1972 года вышла первая книга,

подготовленная Римским клубом, с характерным названием «Пределы роста». А в июне того же года ООН провела в Стокгольме Первую международную конференцию по окружающей среде и развитию, которая обобщила материалы о загрязнении и его вредном влиянии на здоровье населения многих стран. Участники конференции пришли к выводу, что человек из субъекта, изучавшего экологию животных и растений, в новых условиях сам должен превратиться в объект многосторонних экологических исследований. Они обратились к правительствам всех стран мира с призывом создать для этих целей специальные государственные учреждения.

После конференции в Стокгольме экология соединилась с охраной природы и начала приобретать теперешнее большое значение. В разных странах стали создаваться министерства, департаменты и комитеты по экологии, причем их главной целью стал мониторинг окружающей природной среды и борьба с её загрязнением для сохранения здоровья населения.

Для проведения исследований по экологии человека требовалась теоретическая основа. Такой основой сначала русские, а потом и зарубежные исследователи признали учение В. И. Вернадского о биосфере и неизбежности её эволюционного превращения в среду человеческого разума – ноосферу.

## 8 Охрана атмосферного воздуха

Жизнь на Земле возможна до тех пор, пока существует земная атмосфера – газовая оболочка, защищающая живые организмы от вредного воздействия космических излучений и резких колебаний температуры. Атмосферным воздухом дышат все аэробные организмы. Когда хотят подчеркнуть важное значение чего-либо, говорят: «необходим как воздух». Если без пищи человек может прожить несколько недель, без воды – несколько суток, то смерть от удушья наступает через 4–5 мин.

Атмосфера – воздушная оболочка Земли имеет слоистое строение (рисунок 4). Масса воздуха в атмосфере  $5,15 \text{ г } 10^{15}$ .

До высоты 16–18 км над экватором и 8–10 км над полюсами воздух наиболее плотный:  $0,001 \text{ г/см}^2$  на уровне моря. Этот слой, в котором находится  $4/5$  всей массы воздуха, называется тропосферой. Нижняя часть тропосферы входит в состав биосферы, в ней существуют живые организмы. Даже современные самолеты не поднимаются выше тропосферы. Состояние тропосферы определяет погоду. При удалении от поверхности Земли в тропосфере происходит понижение температуры на  $6^\circ$  на каждый километр. На высоте 18–20 км плавное понижение температуры прекращается, и здесь она остается почти постоянной –  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ . Этот небольшой слой называется тропопаузой. Следующий слой – стратосфера – занимает высоту 20–50 км от земной поверхности. В ней сосредоточена остальная часть воздуха. Температура в стратосфере повышается при удалении от Земли на  $1\text{--}2^\circ$  на каждый километр, и в стратопаузе, на высоте 50–55 км, доходит до нуля. Далее на высоте 55–80 км располагается слой мезосферы. При удалении от Земли температура в нем понижается на  $2\text{--}3^\circ\text{C}$  на каждый километр и на высоте 80 км, в мезопаузе, достигает  $75\text{--}90^\circ\text{C}$ . Слои термосферы и экзосферы (наружная сфера), занимающие высоты соответственно 80–1000 км и 1000–2000 км, представляют собой наиболее разреженные части атмосферы. Здесь встречаются лишь отдельные молекулы, атомы и<sup>+</sup> ионы газов, плотность которых в миллионы раз меньше, чем у поверхности Земли. Следы газов обнаружены до высоты 10–20 тыс. км от поверхности Земли.

Наибольшее значение для всех живых организмов имеет относительно постоянный состав атмосферного воздуха. В нем содержится азота ( $\text{N}_2$ ) 78,3 %, кислорода ( $\text{O}_2$ ) – 20,95 %, диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) – 0,03 %, аргона ( $\text{Ar}$ ) – 0,93 % от объема сухого

воздуха, небольшое количество других инертных газов. Пары воды составляют 3–4 % от всего объема воздуха.



Рисунок 4 – Схема строения атмосферы

Состав воздуха поддерживается за счет постоянно идущих процессов: использования газов живыми организмами и выделения их в атмосферу.

В последние годы происходит некоторое изменение баланса азота в атмосфере за счет хозяйственной деятельности людей. Возросла фиксация азота, включение атмосферного азота в сложные химические соединения при производстве азотных удобрений. Уменьшается поступление его в атмосферу из-за нарушения почвообразовательных процессов на больших территориях, например в Западной Сибири.

Однако из-за огромного количества азота в атмосфере проблема его баланса не так серьезна, как баланс кислорода и углекислого газа. Известно, что около 3,5–4 млрд лет назад содержание кислорода в атмосфере было в тысячу раз меньше, чем сейчас, так как не было основных продуцентов кислорода – зеленых растений.

Жизнедеятельность живых организмов поддерживается современным соотношением в атмосфере кислорода и углекислого газа. Естественные процессы потребления углекислого газа и кислорода и их поступление в атмосферу сбалансированы.

С развитием промышленности и транспорта кислород стали использовать на процессы горения. Так, на сжигание разных видов топлива сейчас требуется от 10 до 25 % кислорода, производимого зелеными растениями. Уменьшается поступление кислорода в

атмосферу из-за сокращения площадей лесов, саванн, степей и увеличения пустынных территорий. Сокращается число продуцентов кислорода и в водных экосистемах из-за загрязнения рек, озер, морей и океанов. Ученые полагают, что в ближайшие 150–180 лет количество кислорода в атмосфере может сократиться на 1/3 по сравнению с современным его содержанием.

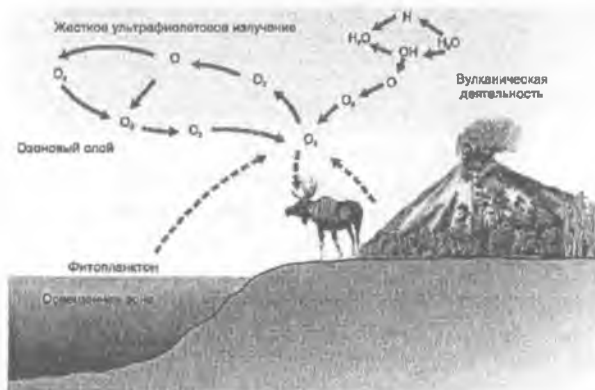


Рисунок 5 – Схема круговорота кислорода в природе

Увеличение потребления кислорода происходит одновременно с увеличением выделения в атмосферу диоксида углерода. За последние 100 лет количество углекислого газа в атмосфере увеличилось на 10–15 %, а к 2200 г. может возрасти до 25 %, т. е. с 0,0324 % сейчас до 0,04 % к концу столетия. Некоторое увеличение  $\text{CO}_2$  в атмосфере положительно сказывается на продуктивности растений. Например, насыщение углекислым газом воздуха теплиц повышает урожайность овощей за счет интенсификации процессов фотосинтеза. Однако общее увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере приводит к сложным глобальным явлениям. Углекислый газ свободно пропускает коротковолновое солнечное излучение, но задерживает тепловые лучи, идущие от нагретой земной поверхности. Это явление получило название парникового эффекта. Считается, что за счет парникового эффекта средняя температура Земли в начале XXI в. повысится на 1–1,5 °С. Дополнительный нагрев нижних слоев атмосферы дает сжигание топлива. Это особенно заметно в крупных городах, где температура в центре на 2–4 °С выше среднегодовой для данного района. Повышение среднегодовой температуры нижних слоев атмосферы Земли может вызвать таяние ледников Антарктиды и



Гренландии, что приведет к повышению уровня Мирового океана, затоплению низменных участков материков, усилению тектонических процессов, изменению климата.

Противоположный эффект дает запыление и задымление атмосферы. Механические частицы отражают солнечные лучи, увеличивают отражательную способность (альбедо) Земли, уменьшают ее нагревание. Преобладание этих процессов может привести к увеличению ледниковых шапок на полюсах, резкому похолоданию и наступлению ледникового периода.

В настоящее время проводятся исследования теплового баланса Земли, чтобы найти пути управления им.

Загрязнение атмосферы может быть естественным и искусственным (или антропогенным). Естественное загрязнение происходит при извержении вулканов, выветривании горных пород, пыльных бурях, лесных пожарах, выносе в атмосферу кристалликов солей. В норме природные источники не вызывают существенных загрязнений.

Источниками искусственного загрязнения служат промышленные, транспортные и бытовые выбросы. Основные поставщики загрязнений – промышленные предприятия. Они выделяют в атмосферу несгоревшие частицы топлива, пыль, сажу, золу. В индустриальных районах выпадает свыше 1 т пылевых частиц на 1 км<sup>2</sup> в сутки. Мощными поставщиками тончайшей пыли в атмосферу служат цементные заводы.

Главный химический загрязнитель атмосферы – сернистый газ (SO<sub>2</sub>), выделяющийся при сжигании каменного угля, сланцев, нефти, при выплавке железа, меди, производстве серной кислоты и др. Сернистый газ служит причиной выпадения кислотных осадков.

При высокой концентрации сернистого газа, пыли, дыма во влажную тихую погоду в промышленных районах возникает белый, или влажный, смог – ядовитый туман, резко ухудшающий условия жизни людей. В Лондоне во время такого смога из-за обострения легочных и сердечных заболеваний с 5 по 9 декабря 1952 г. умерло на 4000 человек больше, чем обычно.

Влажный смог лондонского типа – сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства.

Ледяной смог аляскинского типа – смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов.

Сухой смог лос-анджелесского типа – смог, возникающий в результате фотохимических реакций, которые происходят в газовых

выбросах под действием солнечной радиации; устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.

Фотохимический смог – смог, основной причиной возникновения которого считаются автомобильные выхлопы. Автомобильные выхлопные газы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон.

Фотохимический смог может вызвать поражение дыхательных путей, рвоту, раздражение слизистой оболочки глаз и общую вялость. В ряде случаев в фотохимическом смоге могут присутствовать соединения азота, которые повышают вероятность возникновения раковых заболеваний.

В больших городах и густонаселенных районах первенство в загрязнении атмосферы переходит от промышленности к автомобильному транспорту. С выхлопными газами в атмосферу поступают угарный газ, оксиды азота, углеводороды (в том числе обладающие канцерогенными свойствами). В некоторые сорта бензина в качестве антидетонатора добавляют тетраэтилсвинец, при этом в атмосферу с выхлопными газами поступают мелкие частички свинцовой пыли. Наибольшее количество загрязнений поступает от автомобилей с плохо отлаженными двигателями и работающими на холостом ходу.

Самое опасное загрязнение атмосферы и всей окружающей среды – радиоактивное загрязнение. Оно представляет угрозу для здоровья и жизни людей, животных и растений не только ныне живущих поколений, но и их потомков из-за появления многочисленных мутационных уродств. Последствия такого мутагенного влияния на растения, животных и человека изучены еще плохо и труднопредсказуемы. В районах умеренного радиоактивного загрязнения увеличивается число людей, заболевших лейкозами.

Источниками радиоактивного загрязнения служат экспериментальные взрывы атомных и водородных бомб. Радиоактивные вещества выделяются в атмосферу при изготовлении ядерного оружия, атомными реакторами электростанций, при дезактивации радиоактивных отходов и др.

Сейчас стало понятно, что не существует такой малой дозы ионизирующего излучения, которая была бы безопасна.

Серьезные отрицательные последствия для человека и других живых организмов влечет за собой загрязнение воздуха хлорфторметанами, или фреонами ( $\text{CFCl}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ). Их используют в холодильных установках, в производстве полупроводников и

аэрозольных баллончиков. Утечка фреонов приводит к появлению их у тонкого озонового слоя в стратосфере, расположенного на высоте 20–50 км. Толщина этого слоя очень небольшая: 2 мм на экваторе и 4 мм у полюсов при нормальных условиях. Максимальная концентрация озона здесь 8 частей на миллион частей других газов. Озоновый экран поглощает жесткое ультрафиолетовое излучение с длиной волны 290 нм и менее, поэтому до поверхности Земли доходят ультрафиолетовые лучи, полезные для человека и других высших животных и губительные для микроорганизмов. При разложении фреонов под действием ультрафиолетовых лучей выделяются хлор и фтор, которые взаимодействуют с озоном. Есть опасность, что слой озонового экрана резко уменьшится, и это приведет к росту числа заболеваний раком кожи из-за проникновения на землю жесткого ультрафиолетового излучения. Утончение озонового экрана, появление озоновых «дыр» отмечено над территориями Антарктиды, Австралии, Южной Америки, некоторых районов Евразии.

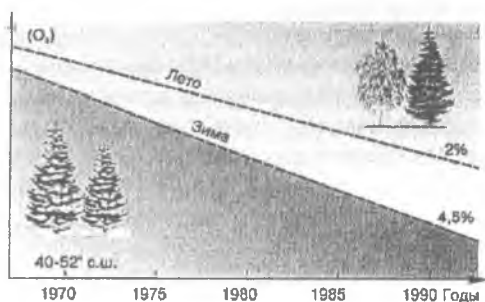


Рисунок 6 – Уменьшение содержания озона в атмосфере в Северном полушарии в 1970 – 1990 (на 2 – 4,5 %)

Атмосфера обладает способностью к самоочищению. Оно происходит при вымывании аэрозолей из атмосферы осадками, турбулентном перемешивании приземного слоя воздуха, отложении загрязненных веществ на поверхности земли и т. д. Однако в современных условиях возможности природных систем самоочищения атмосферы серьезно подорваны. Под массивным натиском антропогенных загрязнений в атмосфере стали проявляться весьма нежелательные экологические последствия, в том числе и глобального характера. По этой причине атмосферный воздух уже не в полной мере выполняет свои защитные, терморегулирующие и жизнеобеспечивающие экологические функции.

Для каждого вредного вещества в воздухе устанавливают нормативы: ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з) – концентрация, которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний у работающих и их потомства.

Для защиты воздушного бассейна от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения его вредными веществами используют следующие меры:

- экологизацию технологических процессов;
- очистку газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- устройство санитарно-защитных зон;
- архитектурно-планировочные решения и др.

Наиболее радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнения – экологизация технологических процессов и в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

В целом защита атмосферного воздуха от загрязнений должна проводиться не только в региональном или местном масштабе, а в первую очередь в глобальном, поскольку воздух не знает никаких границ и находится в вечном движении.

## 9 Охрана земельных ресурсов и почв

### 9.1 Анализ состояния земельного фонда планеты

По данным аэрокосмических исследований, проведенных в 80-е годы, не затронутых хозяйственной деятельностью земель осталось лишь около 38 млн. км<sup>2</sup>, т.е. 28 %, не считая материковых льдов. Нарушение естественных экосистем на большей части территории суши – самый существенный результат экономики техногенеза, более серьезный, чем глобальное изменение климата.

Из 149 млн. км<sup>2</sup> площади суши на долю земель, пригодных для хозяйственного освоения и в значительной степени уже освоенных, приходится лишь около 60 млн. км<sup>2</sup>.

В настоящее время площадь занятых и возделанных человеком земель близка к 25 млн. км<sup>2</sup> (1/6 площади суши). Из них около 10 млн. км<sup>2</sup> заняты городами и другими поселениями, сооружениями, коммуникациями, полигонами, горными выработками, т.е. техногенными ландшафтами, исключающими на этих землях биосферную регуляцию. Остальные 15 млн. км<sup>2</sup> заняты агроценозами, пашней, т.е. также сильно измененными ландшафтами. Площадь постоянных пастбищ для сельскохозяйственных животных близка к 25 млн. км<sup>2</sup>. Следовательно, под прямым контролем человека находится около 50 млн. км<sup>2</sup>. По мнению экологов, эта площадь уже превышает допустимый предел земельных ресурсов, подлежащих хозяйственному использованию, в том числе и для интенсивного земледелия. Площадь пашни может быть увеличена лишь за счет пастбищ и лесов, что чревато серьезными эколого-экономическими потерями.

Землепользование на большой площади сельскохозяйственных угодий имеет истощительный характер: нарушается агротехника, недостаточно или неправильно вносятся удобрения, отклик урожая на внесение удобрений невысокий.

Основные причины утраты части земельных ресурсов сельского хозяйства:

- эрозия почвы – смыв или сдувание поверхностного, наиболее плодородного слоя почвы водой и ветром;
- потеря гумуса и снижение плодородия вследствие неправильной агротехники, в основном из-за отсутствия севооборотов и недостаточного возвращения в почву питательных веществ;
- подтопление и вторичное засоление почвы, вызываемое бездренажным орошением неконтролируемой подачей воды;

- машинная деградация почвы (переуплотнение, нарушение структуры пахотного слоя, смешивание его с подстилающей породой и т.п.);

- химическое и радиационное загрязнение почвы.

Одним из наиболее серьезных проявлений деградации земель является техногенное опустынивание, вызванное деятельностью человека и изменениями климата. Большая площадь современных пустынь имеет антропогенное происхождение. От деградации почвы уже пострадали 70 % засушливых земель планеты (3,6 млрд. га) – территория, по площади втрое превышающая Европу. Скорость опустынивания в мире сейчас достигла 7 – 10 млн. га в год. Кроме этого, ежегодно еще 20 млн. га теряют продуктивность из-за эрозии и наступления песков. Примерно такова же и скорость сокращения площади лесов. Это одна из самых длительных и грозных тенденций утраты природы.

Поверхность Земли испытывает самую значительную антропогенную нагрузку. Если в атмосферу выбрасывается менее 1 млрд. т вредных веществ (без  $\text{CO}_2$ ), а в гидросферу – около 15 млрд. т загрязнителей, то на землю попадает ежегодно примерно 85 млрд. т антропогенных отходов. По некоторым оценкам, их общий объем к концу 90-х годов превысил  $1500 \text{ км}^3$ , что соответствует объему 600 тыс. пирамид Хеопса. Если даже преобладающая часть этого объема химически инертна, то для того, чтобы разместить его на земле, человек уничтожает природные экосистемы на значительной площади.

На каждого жителя Земли приходится в среднем за год 0,12 т отходов потребления, 1,2 т всех продуктов производства («отложенных» отходов) и около 14 т отходов переработки сырья. С экоцентрической точки зрения вся масса отходов опасна. Но для человека считается опасной лишь их часть – те, которые обладают тем или иным уровнем токсичности.

Существуют различные оценки опасности отходов, загрязняющих землю. Наиболее опасны те токсичные<sup>е</sup> терраполлютанты, которые и геохимически, и биохимически достаточно подвижны и могут попасть в питьевую воду или в ткани растений, служащих пищей для человека и сельскохозяйственных животных. Это, в первую очередь, соединения тяжелых металлов, некоторые производные нефтепродуктов – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и соединения типа диоксинов, а также разнообразные синтетические яды – биоциды. Кроме них, в связи с определенной вероятностью технических аварий,

террористических актов и вооруженных конфликтов чрезвычайно высокую опасность представляют боевые отравляющие вещества (ОВ) и радионуклиды.

Основными загрязнителями почвы антропогенного происхождения являются:

- твердые и жидкие отходы добывающей, перерабатывающей и химической промышленности, теплоэнергетики и транспорта;
- отходы потребления, в первую очередь твердые бытовые отходы (ТБО);
- сельскохозяйственные отходы и применяемые в агротехнике ядохимикаты;
- токсичные вещества, содержащиеся в атмосферных осадках;
- аварийные выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

Удалить отходы можно несколькими известными способами:

- 1) закопать (требуются новые территории и значительные расходы на земляные работы, изоляцию и последующую рекультивацию);
- 2) затопить (сохраняется опасность загрязнения гидросферы);
- 3) сжечь (загрязняются атмосфера и гидросфера);
- 4) утилизировать.

Последний вариант предпочтителен, но реален лишь для небольшой части отходов и содержит немало технических, экономических и организационных трудностей. В развитых странах мира (США, Германия) сейчас утилизируется всего лишь 10 % ТБО.

Итак, главные загрязнители земли – это тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и их высокотоксичные производные.

По токсичности, присутствию в современной окружающей среде и вероятности попадания в живые организмы может быть выделена приоритетная группа тяжелых металлов (ТМ): свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, таллий, висмут, олово, ванадий, сурьма. Несколько меньшее значение имеют хром, медь, цинк, марганец, никель, кобальт, молибден и селен. Все эти ТМ токсичны по отношению к человеку и высшим животным. Они попадают в организм с пищей, водой, при вдыхании загрязненного воздуха, и в зависимости от химической формы их соединений с той или иной скоростью (иногда довольно быстро) выводятся из организма. Но незначительная их часть задерживается в органах и тканях, вступая в соединение с биогенными элементами и радикалами. Так как эти элементы не участвуют в нормальном обмене веществ и для большинства из них характерны длительные периоды полувыведения (от и месяцев до десятков лет),

происходит постепенное накопление ТМ, ведущее к различным нарушениям и хроническим заболеваниям.

К началу 90-х годов мировое производство ТМ составляло более 36 млн. т в год. По приблизительной оценке, к концу XX века в мире накоплено (в млн. т): меди – 300, цинка – 200, хрома – 70, свинца – 20, никеля – 3,5, кадмия – 0,6, ртути – 0,5. Природа никогда прежде не знала такого груза ТМ на поверхности Земли, в экосфере. ТМ попадают в атмосферу с эмиссиями предприятий энергетики, промышленности и транспорта – в виде аэрозолей, пыли и копоти, в составе растворов и суспензий промышленных стоков, с твердыми промышленными отходами, а также с минеральными красителями, бытовой техникой и другими товарами.

Предельно допустимые суточные дозы (ПДД<sub>с</sub>) различных ТМ, поступающих в организм человека с водой или пищей, колеблются в широких пределах – от 0,1 мкг (ртуть) до 5 мг (цинк). Сопоставление ПДД<sub>с</sub> с массой ТМ, находящихся в окружающей среде, и простой расчет показывают, что эти вещества заключают в себе потенциал многократного отравления всего человечества.

С середины нашего столетия для уничтожения вредных (с точки зрения человека) организмов начали широко применять синтетические органические соединения – пестициды. В зависимости от объекта назначения их подразделяют на инсектициды (убивают насекомых), гербициды (уничтожают нежелательную растительность), фунгициды (уничтожают болезнетворные виды грибов). Ни один из этих химикатов не обладает абсолютной избирательностью и представляет угрозу для других групп организмов, в том числе и для людей. Т.е. все они являются биоцидами – веществами, угрожающими различным формам живого. Никакие организмы не обладают соответствующими механизмами детоксикации, даже сравнительно малотоксичные пестициды не подвергаются ферментативному разложению. Все пестициды являются ксенобиотиками – чужеродными по отношению к биосфере, искусственно синтезированными веществами, участие которых в биогенном круговороте «не предусмотрено конструкцией», и поэтому ущерб от них может быть непредсказуем.

В 1938 г. был рекомендован к применению сильный инсектицид – дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), обладающий широким спектром действия и устойчивый в окружающей среде. Достоинства ДДТ казались столь выдающимися, что его создатель – швейцарский химик П. Мюллер – получил за свое открытие Нобелевскую премию.



Сегодня в мире применяется около 6000 наименований пестицидов, а их производство достигло 1,2 млн. т в год.

Однако выяснилось, что применение пестицидов вызывает целый ряд проблем:

1) приспособляемость и развитие устойчивости вредителей к применяемым препаратам;

2) восстановление и вторичные вспышки численности вредителей, повышение их агрессивности;

3) рост затрат на применение в возрастающих дозах все новых и более дорогих пестицидов;

4) отрицательное воздействие на природную среду и здоровье человека.

В результате загрязнения биосферы гибнут целые популяции полезных насекомых, рыб, птиц и других животных. По данным ВОЗ, отравлению пестицидами каждый год подвергается в мире до 2 млн. человек и умирает от него до 40 тыс. человек.

Новая стратегия защиты сельскохозяйственных культур должна исходить не из идеи уничтожения неугодных нам форм жизни, а из идеи сосуществования с ними, контроля численности агрессивных биологических видов, что предполагает сохранение биоразнообразия, более широкое применение биологических методов борьбы с вредителями.

## **9.2 Почвы. Классификация и состояние**

Почвы – это природные органо-минеральные образования, возникшие в результате длительного взаимодействия живых организмов и субстрата (определенного типа горных пород – гранитов, известняков, базальтов, глин, песков, сланцев и т.д.), разложения живых организмов, влияния природных вод и атмосферного воздуха. Характеризуются плодородием (способностью обеспечивать растения веществами, необходимыми для их жизнедеятельности, а также накопленными водой и воздухом).

Самые плодородные и мощные почвы – черноземы, сформировавшиеся тысячелетиями в зонах луговых степей, где был благоприятный климат (теплое лето, 500–600 мм осадков в год) для развития богатой травяной растительности.

Севернее, где больше влаги, но не достаточно тепло, в лесной зоне сформировались темно-серые, серые и светло-серые почвы (подзолистые, дерново-подзолистые и болотные) и торфяники.

Южнее, где больше тепла, чем в степной зоне, но значительно меньше влаги, растительность бедная, почвообразование

осуществляется слабее. Здесь, в сухих степях, полупустынях и пустынях преобладают бурые, серо-бурые и каштановые почвы, сероземы, солонцы и солончаки. Всего в Украине 650 видов разных почв.

Важным компонентом почвы является перегной (гумус) – органическое вещество, образующееся из остатков растений под влиянием микроорганизмов, питающихся углеводами, белками, жирами. Лигнином, пектином, сахарами и др. веществами (они разлагают их на глюкозу, аминокислоты, глицерин, хиноны и полифенолы).

С помощью ферментов они синтезируют гумус (почвенный перегной),  $\text{CO}_2$  и воду, аммиак, окислы азота и другие вещества.

Почвообразование является важной составной частью биологического круговорота веществ и энергии. Почва обеспечивает растительные организмы калием и углеродом, а также азотом и фосфором, входящими в состав белка.

Плодородие зависит от количества азота в перегное, перегной в почве и мощности почвы. Лучшие черноземы содержат 10–15 % гумуса (перегной).

Значение почв:

1. Являются основным источником получения продуктов питания.

2. Играют активную роль в очистке сточных вод, которые через них фильтруются (почва – универсальный фильтр и нейтрализатор всех антропогенных загрязнений).

3. Почвенно-растительный покров планеты является регулятором водного баланса суши (поглощает, удерживает и перераспределяет огромное количество атмосферной влаги).

Как сказано в одном из последних докладов ООН о состоянии земельных ресурсов мира, дальнейшее существование нашей цивилизации поставлено под угрозу вследствие широкомасштабного уничтожения плодородных земель.

Одна из актуальных задач – охрана и рациональное использование земельных ресурсов (пахотных земель, пастбищ, сенокосов, рекреационных зон).

Общая площадь пахотных земель суши около 1,5 млрд. га (10–11 % площади суши), пастбищ и сенокосов – около 3 млрд. га (20 % площади суши). На каждого жителя планеты приходится в среднем лишь 0,4 га пахотной земли.

## 10 Охрана ресурсов недр. Понятие термина «недра». Классификация природных ресурсов

Недра – это верхняя часть земной коры, в которой добывают полезные ископаемые. Исключительно важное значение полезных ископаемых в развитии человеческого общества отражено в названиях длительных исторических периодов: «каменный», «бронзовый», «железный». В настоящее время использование полезных ископаемых достигло максимума и темпы эксплуатации их запасов продолжают возрастать.

Большинство полезных ископаемых относится к невозобновимым природным ресурсам, и их запас уменьшается по мере использования. По прогнозам ученых, в начале XXI в. человечество исчерпает пятую часть железных руд, половину запасов никеля и кобальта, большую часть запасов свинца, цинка, вольфрама. В настоящее время многие богатые месторождения с высоким содержанием металлов в рудах уже отработаны и используют бедные месторождения. Например, сейчас считается рациональной разработка медных руд с содержанием меди менее 1 % – в 10 раз ниже, чем в первой половине XIX в. Создаются новые технологии извлечения металла, обогащения и переработки руд. Следовательно, одной из важнейших задач охраны недр является бережное расходование минеральных и энергетических ресурсов.

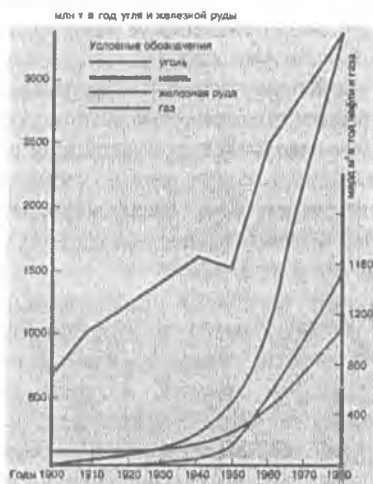


Рисунок 7 – Возрастание мировой добычи полезных ископаемых

Потери при разработке полезных ископаемых достигают огромных размеров. Так, при мировой добыче ежегодно теряется меди 600 тыс. т, свинца – 300, цинка – 500. Отдача нефтеносных слоев в 1975 г. не превышала 30 %, к концу столетия она достигла почти 40 %.

При современных технологиях добычи и переработки только 1–5 % от всего объема извлекаемых полезных ископаемых реализуется в виде чистой продукции, а остальное является отходами. Поэтому важнейшим направлением в рациональном использовании и охране недр является совершенствование методов добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых.

Добывая полезные ископаемые шахтным и открытым методом, человек иногда полностью преобразует природные ландшафты. Сейчас открытым способом в мире добывают до 70 % минерального сырья. В районах открытых горных разработок обычными становятся безжизненные рукотворные, «лунные» ландшафты. Такие рукотворные каньоны, «лунные долины», характерны для Курской магнитной аномалии, Криворожского бассейна, Черемховского угольного месторождения.

Охрана недр включает в себя максимально полное использование разрабатываемых месторождений, что позволяет не начинать разработку новых. Полнота выработки служит характеристикой рациональности работы добывающего предприятия.

Преимущество отдается открытым способам добычи полезных ископаемых, при которых месторождения разрабатываются с более высоким КПД. Наиболее полной выработке месторождений способствует использование сопутствующих компонентов. Так, рационально одновременно с железом добывать сопутствующие ему титан, ванадий, молибден, кобальт, вместе с медью – кадмий, селен, галлий, вместе с нефтью – иод, бром, серу. Применяемая ранее добыча только одного металла на месторождении полиметаллических руд считается сейчас нерациональной.

Большое значение в сохранении месторождений полезных ископаемых имеет использование в промышленности вторичного сырья. Так, существенное увеличение производства металлов может быть достигнуто благодаря сбору и использованию металлолома. Общая масса изделий из металла, которые сейчас находятся в обращении, составляет 6 млрд т. Многие изделия сравнительно быстро изымаются из обращения из-за технического износа и морального старения. Подсчитано, что 20–25 % металла,

заклученного в них, может сравнительно быстро вновь использоваться в производстве, а еще 40–45 % – через более долгий срок. Общие запасы потенциального металлолома таковы, что могут долгое время полностью удовлетворять промышленность в сырье. При этом 1 т чугуна или стального лома может сберечь 3,5 т минерального сырья, 2 т железной руды, 1 т кокса и 0,5 т известняка.

Одним из путей сохранения полезных ископаемых служит использование попутных энергетических ресурсов. Например, мало используется тепло, образующееся при сжигании топлива на цементных заводах, в мартеновских печах. Оно в этих производствах теряется и рассеивается вместе с отходящим паром.

Экономия ископаемых энергетических ресурсов возможна также при переходе на использование альтернативных источников энергии – геотермальных вод, энергии солнца, ветра и морских приливов.

Важное значение имеет замена редкого минерального сырья синтетическими материалами. Металлы во многих случаях успешно заменяют пластмассами.

## 11 Водные ресурсы и их рациональное использование

Вода – самое распространенное на Земле вещество. Водная оболочка, гидросфера, содержит 1,4 млрд км<sup>3</sup> воды, из них воды суши составляют только 90 млн км<sup>3</sup>.

Моря и океаны занимают 71 % поверхности земного шара, поэтому существует представление о неисчерпаемости водных запасов. Однако соленые воды морей и океанов используются людьми очень мало, а получение пресной воды за счет атмосферных осадков и ледников локально и ограничено.

В последнее время возник острый дефицит пресной воды, хотя общее ее количество огромно. Больше всего пресной воды расходуют на орошение. При этом получают высокие устойчивые урожаи, поэтому расход воды на орошение будет увеличиваться. По прогнозам, использование воды на орошение к 2000 г. достигнет 37 % всех ресурсов пресных вод, или около 7000 км<sup>3</sup> в год.

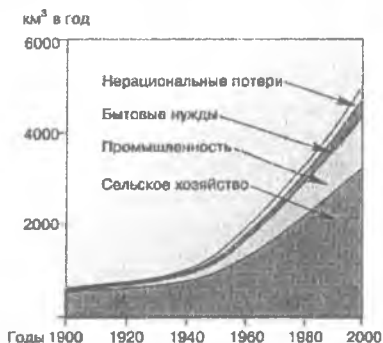


Рисунок 8 – Увеличение годового расхода воды

Потребление воды увеличивается с ростом народонаселения и все возрастающей его концентрацией в городах и промышленных центрах. Уже сейчас около трети населения Земли испытывает недостаток в чистой пресной воде. Это касается почти всех крупных городов.

Недостаток воды стал особенно ощутим в связи с увеличением ее расходования на нужды промышленности. Так, для выплавки 1 т чугуна и перевода его в сталь и прокат требуется 300 м<sup>3</sup> воды, 1 т никеля – 4000 м<sup>3</sup>, 1 т синтетического каучука – 3600 м<sup>3</sup>, 1 т капрона – 5600 м<sup>3</sup>.

Все в больших количествах вода идет на разбавление отходов. К 2000 г. на эти цели будет расходоваться более 34 % общегодовой потребности человечества в пресной воде.

Возросший дефицит пресной воды связан с загрязнением водоемов промышленными и бытовыми стоками. Особенно сильно загрязняют поверхностные воды отходы целлюлозно-бумажных, химических, металлургических, нефтеперерабатывающих предприятий, текстильных фабрик и сельского хозяйства.

К наиболее распространенным загрязнителям относятся нефть и нефтепродукты. Они покрывают поверхность воды тонкой пленкой толщиной  $10^{-4}$  см<sup>2</sup>, препятствуют нормальному газо- и влагообмену между водой и воздухом. Это вызывает гибель водных и околотоводных организмов. Если пятно небольшое (до десятка квадратных метров), то оно исчезает с поверхности воды в течение 24 часов, образуя эмульсии. Тяжелые фракции нефти оседают на дно.

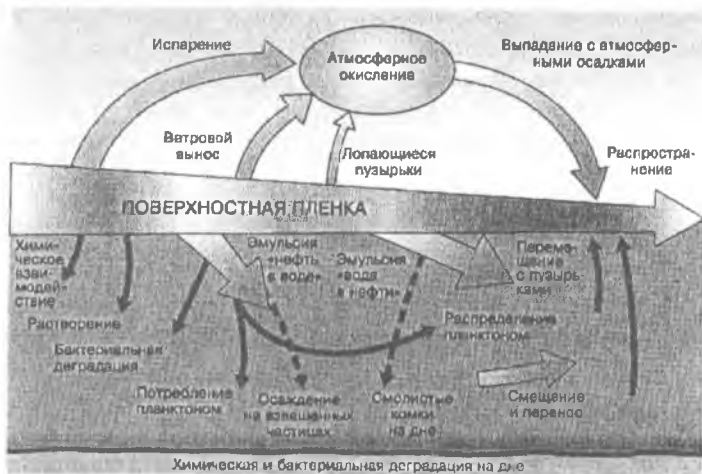


Рисунок 9 – Схема процессов распределения и разрушения нефти, разлитой в море

Сильно загрязняют водоемы поверхностно-активные вещества (ПАВ), в том числе синтетические моющие средства (СМС), широко применяемые в быту и промышленности. Присутствие СМС в воде придает ей неприятный вкус и запах. В загрязненных реках с быстрым течением образуется пена. Концентрация СМС в воде в 1 мг/л вызывает гибель микроскопических планктонных организмов,

3 мг/л – гибель дафний и циклопов, 5 мг/л – заморы рыбы. СМС замедляют естественное самоочищение водоемов, действуя угнетающе на многие биохимические процессы.

Важную роль в ухудшении качества пресной воды играет эвтрофикация водоемов (от греч. «эуτροφис» – хорошее питание). Снос биогенных веществ в водоемы в естественных условиях происходит очень медленно – в течение тысячелетий. Человек вносит на поля удобрения, и во время дождей, паводков они сносятся в водоемы. Быстрое накопление органических веществ, азотных и фосфорных удобрений в водоемах приводит к обильному размножению плавающих сине-зеленых водорослей. Вода мутнеет, в ней начинается разложение органических веществ, ухудшается снабжение воды кислородом, гибнут ракообразные и рыбы, вода приобретает неприятный вкус.

Опасными загрязнителями водоемов служат соли тяжелых металлов – свинца, железа, меди, ртути. Их поступление связано с промышленными предприятиями, расположенными на берегах водоемов. Иногда концентрация ионов этих металлов в теле рыб в десятки и сотни раз превышает исходную их концентрацию в водоеме.

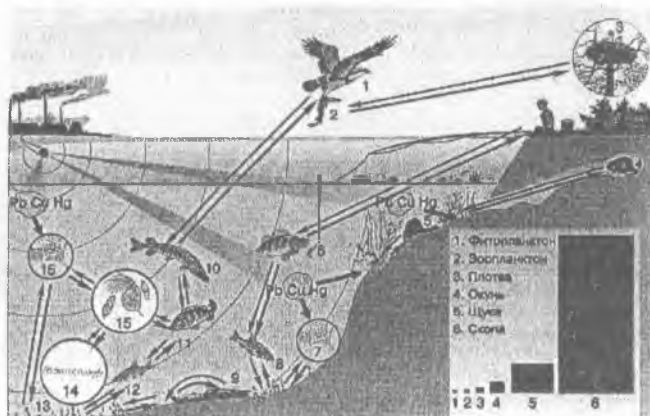


Рисунок 10 – Накопление тяжелых металлов по цепям питания в пресноводном биоценозе:

1 – скопа; 2, 10 – щука; 3 – гнездо скопы; 4, 5 – ондатра; 6, 11 – окунь; 7, 16 – бактерии и фитопланктон; 8, 12 – плотва; 9 – речной рак; 14 – мотыль; 15 – зоопланктон

Одна из важнейших причин уменьшения запасов пресных вод связана с сокращением водоносности рек. Она вызвана вырубкой



лесов, распашкой пойм и осушением болот. За счет этого резко увеличивается поверхностный сток и понижается уровень грунтовых вод. Быстрое таяние снега весной, выпадение обильных дождей в этих условиях вызывает катастрофические половодья, а летом реки мелеют и иногда пересыхают полностью.

Важнейшая мера по охране водных ресурсов – бережное их расходование. Сейчас при орошении полей около 25 % воды теряется на фильтрацию и испарение. Надежная гидроизоляция дна и стенок каналов позволяет снизить непроизводительный расход воды и препятствует засолению почвы в засушливых районах. При использовании дождевальных установок расходуется в 5–6 раз меньше воды, чем при обычном поливе. Другой способ экономного расходования воды для полива – подведение воды непосредственно к корневой системе плодовых деревьев при помощи капельниц. Это позволяет избежать излишнего испарения и строго дозировать поступление воды к растениям.

Наиболее эффективный путь защиты водоемов от загрязнений – это создание безотходного производства, когда отходы одной ступени производственного цикла используются как сырье для другой. Однако в настоящее время не существует универсальной бессточной системы, пригодной для различных отраслей народного хозяйства.

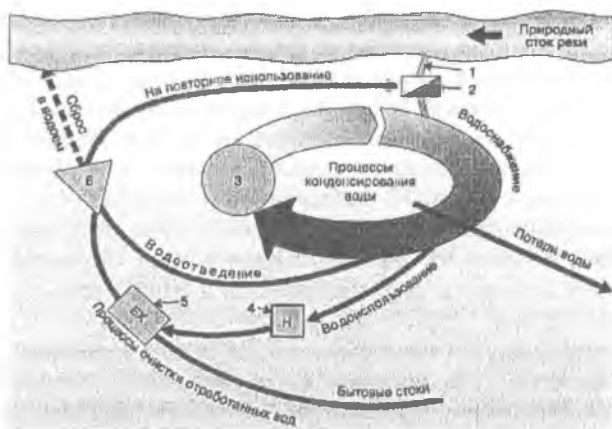


Рисунок 11 – Схема безотходного производственного цикла воды: 1 – дозатор; 2 – фильтровальная и насосная станции; 3 – градирни для охлаждения воды; 4 – станция очистки сточных вод; 5 – станция биохимической очистки; 6 – отстойники

Наибольшее распространение получила очистка сточных вод. Современные методы очистки позволяют удалить различные примеси из сточных вод на 95–96 %. Часто этого бывает недостаточно, но для дальнейшей очистки воды необходимо строить более дорогие очистные сооружения, что экономически невыгодно. Так как сточные воды многих предприятий сложно, дорого, а иногда невозможно очистить до такой степени, чтобы они стали безвредными для растений, животных и человека, их очищают частично и используют в замкнутых оборотных системах. За последние годы такие системы внедрены на нескольких нефтехимических, металлургических, целлюлозно-бумажных предприятиях.

В зависимости от степени и характера загрязнения применяют механические, химические и биологические методы очистки сточных вод.

Механическими методами удаляют грубые дисперсные примеси с помощью решеток, сит, фильтров, отстойников, нефтеловушек. Этими методами удаляют нерастворимые примеси из бытовых стоков – до 60 %, из промышленных – до 95 %.

Химическая очистка – это добавление в сточные воды реагентов, способствующих образованию осадков из коллоидных и некоторых истинных растворов.

Биологическая очистка в естественных условиях происходит на специальных полях орошения или полях фильтрации. Здесь создается сеть магистральных и распределительных каналов и карт (площадок) шириной 20 м и длиной 100–150 м, окруженных земляными валами. Карты периодически заполняют сточными водами. Под воздействием солнечного света, воздуха, микроорганизмов они очищаются и просачиваются в грунт. На поверхности карт образуется перегной. Через несколько лет после прекращения слива сточных вод поля фильтрации используют для выращивания трав, кормовых культур или овощей, которые можно употреблять в пищу после термической обработки.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях производится в специальных сооружениях – биофильтрах и азротенках. Биофильтр представляет собой сооружение из кирпича или бетона, внутреннее его помещение заполнено прочным пористым материалом: шлаком, гравием, щебнем, керамзитом. На эти пористые материалы нанесена пленка микроорганизмов (бактерий, простейших и др.), которые в процессе жизнедеятельности поедают и разлагают органические вещества, очищая от них воду. В биофильтр периодически подаются сточные воды и воздух, идущий на процессы

окисления. В аэротенках поступающим воздухом в сточных водах перемешивается активный ил, который состоит из сообществ аэробных микроорганизмов – минерализаторов органического вещества. Во вторичных отстойниках происходит отделение бактериальной пленки от чистой воды. В таких биофильтрах и аэротенках устраняется более 90 % загрязнений органическими веществами.

Бытовые сточные воды могут содержать патогенные микроорганизмы, поэтому их обеззараживают жидким хлором или хлорной известью.

Работа очистных сооружений и установок на предприятиях контролируется законом об охране окружающей среды.

## 12 Охрана животного мира и растительности

Число видов организмов, населяющих Землю, очень велико, но оценки этой величины сильно отличаются, варьируя от 5 до 80 млн. Однако более или менее четкая таксономическая принадлежность установлена для 1,4 млн. видов. Из этого известного числа видов примерно 750 тыс. – это насекомые, 41 тыс. – позвоночные животные, 250 тыс. – растения. Остальные виды представлены сложным набором беспозвоночных животных, грибов водорослей и других микроорганизмов.

Видовое «богатство» различных климато-географических зон сильно отличается, хотя четко прослеживается тенденция увеличения от полюсов к экватору.

Биоразнообразие является основой жизни на Земле, одним из важнейших жизненных ресурсов. Биологические ресурсы являются также значительным источником сырья для промышленности, в том числе медицинской, это тот фактор, от которого зависит национальная экономика.

В последнее время человечество осознало полезность диких видов растений и животных. Они не только содействуют развитию сельского хозяйства, но и полезны для окружающей среды, являясь обязательным компонентом – биотической составляющей – природных экосистем. Биоразнообразие считают главным фактором, определяющим устойчивость биогеохимических циклов вещества и энергии в биосфере.

Биоразнообразие рассматривается на трех уровнях: генетическом, видовом и экосистемном.

Эксплуатация биоресурсов Земли не ограничивается сельским хозяйством. За его рамками оказывается масштабное изъятие человеком значительной части ресурсов, контролируемых биосферой: вырубка лесов, сбор их продукции, промысел рыбы, морепродуктов, зверей и птиц, нарушение и уничтожение природных биоценозов, уменьшение биологического разнообразия.

Одно из наиболее серьезных проявлений давления техносферы на биосферу – обеднение природных экосистем, уменьшение биологического разнообразия. Здесь следует подчеркнуть, что биоразнообразие является не только условием существования биосферы, но и может рассматриваться как важный ресурс техносферы.

Однако из нескольких миллионов биологических видов в поле зрения людей, занятых изучением или хозяйственным

использованием организмов, попадает едва лишь сотая часть. В то же время из-за деградации природной среды, загрязнения, разрушения биоценозов биосфера ежегодно теряет 10–15 тысяч биологических видов, преимущественно низших форм.

Особенно невосполнима утрата редких эндемических видов растений, насекомых, рыб и других животных, как это происходит в районах со своеобразной флорой и фауной. Считается, что под угрозой исчезновения сейчас находится более 10 тыс. видов, в основном высших растений, позвоночных животных и некоторых групп насекомых.

Человек своей деятельностью оказывает огромное влияние на растительность, как положительное, так и отрицательное. Как объект охраны растительность можно разделить на водную, почвенную, подземную и надземную. Трудно сегодня сказать – сколько на планете исчезло растений, которых создать заново уже невозможно. Однако много фактов свидетельствует об исчезновении около 30 тыс. видов растений.

Лес входит в состав разнообразного растительного мира и представляет особую ценность. Лес оказывает влияние на все компоненты биосферы, играет огромную средообразующую роль.

В результате деятельности человека на огромных площадях дикое растительное сообщество заменяется культурными, т. е. человек в своих интересах постоянно преобразует окружающий мир растений.

Для рационального использования все леса подразделены на три группы.

Леса первой группы не эксплуатируются, в них проводятся только рубки в санитарных целях, омоложения, ухода, осветления и т. д. Во второй группе режим рубок ограниченный, эксплуатация в размере прироста леса. Леса третьей группы имеют промышленный режим рубки. Они являются основной базой заготовки древесины. Кроме хозяйственной классификации, леса различают и по их назначению и профилю – промышленные, водоохранные, защитные, курортные, придорожные и т. д.

Одно из тревожных явлений последних лет – усыхание лесов: новый вид разрушений, ведущий к нарушению всех внутрисистемных связей и к гибели лесной экосистемы.

Основными задачами охраны леса являются иррациональное использование и восстановление. Все большее значение приобретают мероприятия по охране леса малолесистых районов в связи с их водоохранной, почвозащитной, санитарно-оздоровительной ролью.

Особое внимание должно уделяться охране горных лесов, так как они выполняют важные водорегулирующие почвозащитные функции.

Международный союз охраны природы и ее ресурсов (МСОП) при поддержке Программы ООН по окружающей среде (HNEP) и содействии Всемирного фонда охраны дикой природы (WWE) разработал Всемирную стратегию охраны природы. Цель, которой способствовать скорейшему и полнейшему достижению удовлетворительной охраны живых природных ресурсов, от которых зависит выживание и благосостояние человечества на Земле.

Разрабатывается четыре вида мер, направленных на сохранение и устойчивое использование биоразнообразия:

1) Защита особой среды обитания – создания национальных парков, биосферных заповедников и других охранных зон;

2) Защита отдельных видов или групп организмов от чрезмерной эксплуатации;

3) Сохранение видов в виде генофонда в ботанических садах или в банках генов;

4) Сокращение загрязнения окружающей среды.

Важным средством сохранения биоразнообразия является разработка международных национальных программ и конвенций, направленных на осуществление этих мер.

### 13. Охрана ландшафтов. Классификация антропогенных ландшафтов по Ф. Н. Милькову

В конце XX в. наиболее широкое распространение получило следующее определение ландшафта.

Ландшафт – это имеющий естественные границы участок зеленой поверхности, в пределах которого все природные компоненты (горные породы, рельеф, воды, почвы, растительный и животный мир) образуют взаимосвязанное и исторически взаимообусловленное единство.

Антропогенный ландшафт – один из генетических типов географического ландшафта, образовавшегося в результате целенаправленной деятельности человека или в ходе непреднамеренного изменения природного ландшафта. Ландшафтно-техногенные и инженерные системы.

Считают, что человек, существующий как вид 2 млн. лет, стал ландшафтообразующим фактором 40–38 тыс. лет назад. Верхнепалеолитический человек (40–10 тыс. лет назад) при охоте прибегал к палу и положил начало антропогенного безлесья на территории современных разнотравных степей. Первыми собственно антропогенными ландшафтами можно считать места стоянок людей. В результате своей деятельности они изменяли растительный и животный мир прилегающей территории.

3–10 тыс. лет назад в неолите и бронзе в семиаридных и аридных районах субтропиков и тропиков возникло земледелие и вместе с ним возникли практически все виды и типы антропогенного ландшафта, которые известны сейчас. Полевые и садовые ландшафты возникли 10 тыс. лет назад в Междуречье, Египте и прилегающих районах. Здесь были окультурены пшеница, ячмень, рожь, виноград, груша, черешня, алыча. Аналогичные антропогенные ландшафты возникали в других очагах древнего земледелия: Средиземноморье, Эфиопии, Средней Азии, Китае, Мексике и Перу. Но здесь сложился свой набор сельскохозяйственных культур и свои приемы ведения сельского хозяйства, что несомненно отложило отпечаток на особенности формирования сельскохозяйственных ландшафтов. В частности существенно отличалось устройство ирригационных систем которые получили широкое распространение около 4 тыс. лет назад (Мургабское междуречье). Еще раньше возникли пастбищные ландшафты.

В центральной Европе в неолите преобладали лугово-пастбищные ландшафты и появлялись первые полевые.

Города возникли в Междуречье 6-5 тыс. лет назад. Изготовление орудий труда и строительство городов привели к появлению первых горнорудных ландшафтов, карьеров, отвалов, шахт.

Таким образом, основные типы антропогенных ландшафтов появились давно, но долговечность их различна.

По долговечности можно выделить три группы ландшафтов:

1) Долговременные саморегулируемые ландшафты. Они могут существовать очень долго без вмешательства человека для их поддержанию. Раз возникнув, они в дальнейшем развиваются как естественные в соответствии с природными закономерностями, т.е. обладают высокой степенью саморегуляции. Это известняково-карстовые пустоши Средиземноморья, болотные мари Дальнего Востока.

2) Многолетние частично регулируемые ландшафты. Они существуют длительное время, но периодически нуждаются во вмешательстве человека. Это пруды (их нужно чистить), пойменные и суходольные луга (они требуют сенокосения и выпаса скота для уничтожения кустарников), лесополосы (им необходимы рубки ухода).

3) Кратковременные регулируемые ландшафты. Их существование необходимо постоянно поддерживать вмешательством человека. Это прежде всего полевые ландшафты.

К антропогенным ландшафтам относится большинство современных ландшафтов Земли, существует много их разновидностей, создано много вариантов классификаций, построенных на основе учёта степени антропогенной изменённости природного ландшафта, генезиса, целей использования, хозяйственной ценности, длительности существования и степени регулируемости и др.

Например, А. Г. Исаченко (1965 г.) намечает четыре группы ландшафтов по степени изменения их хозяйственной деятельностью:

- 1) условно изменённые, или первобытные;
- 2) слабо изменённые;
- 3) нарушенные (сильно изменённые);
- 4) собственно культурные, или рационально преобразованные, ландшафты.

Функционирование ландшафтов последней группы «должно постоянно регулироваться человеком в соответствии с заранее разработанным планом».

Сельскохозяйственные ландшафты – древнейший вид природно-антропогенных ландшафтов. Они возникли в результате неолитической



революции. В ландшафтоведении со времен Докучаева большое внимание уделялось их изучению. Сформировалось агроландшафтное направление.

Принципиальные отличия сельскохозяйственных агроландшафтов от природных ландшафтов:

1) антропогенное искажение всей энергетики агрогеосистемы. Нарушены естественные трофические связи, закон пирамиды энергии. До 90 % продукции изымается, потери восполняются за счет внесения удобрений. При зеленой революции энергетические затраты растут все равно быстрее урожайности. Закон снижения энергетической эффективности сельскохозяйственного природопользования – на каждую дополнительную единицу сельскохозяйственной продукции необходимы все возрастающие затраты антропогенной энергии;

2) агроландшафт сельскохозяйственного типа представляет собой сукцессионно очень молодое образование. Поэтому меньше его устойчивость, хотя и больше биологическая продуктивность, чем у климаксовой геосистемы (закон сукцессионного омоложения). Растительные сообщества представлены однолетними растениями, экологически ненадежными, но весьма продуктивными. Агроценоз – созданное с целью получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемое человеком растительное сообщество, обладающее малой экологической надежностью, но высокой продуктивностью;

3) агроландшафты нуждаются в постоянной антропогенной регуляции, управлении, основанном на оптимальном сотворчестве человека и природы.

Сельскохозяйственные ландшафты самые распространенные из антропогенных комплексов. Они занимают 32 % от всей суши Земли. Ф. Н. Мильков выделяет 4 подкласса этих ландшафтов.

Полевой подкласс. Его характерные черты – перепашка почвенного слоя, внесение удобрений, выращивание агрофитоценозов. Наибольшие изменения под влиянием полевых культур испытывают почвы. Это изъятие или привнос минеральных и органических соединений. Распашка почв коренным образом преобразует круговорот воды, усиливая поверхностный сток. Водная и ветровая эрозия приводит к разрушению почвенного слоя. Для каждого полевого урочища характерен свой микроклимат, например, ячменное поле теплее и суше люцернового (т.к. оно ночью покрывается росой). Очень многие ландшафты подвергаются орошению.

Садовый подкласс. Это сады из яблонь, груш, винограда, персиков, абрикосов, цитрусовых и других древесных растений. Особая

разновидность – виноградники. Внешне сады ближе к лесным ландшафтам, однако низкий уровень саморегуляции и потребность в высокой агротехнике определяют принадлежность садов к сельскохозяйственным ландшафтам. Садовые культуры требовательны к теплу и влаге. Их нет на севере.

Лугово-пастбищный подкласс. Занимает обширные пространства земли. В СНГ 1/6 часть занята этим классом. Современное состояние лугов и пастбищ как ландшафтов зависит от характера и интенсивности хозяйственного использования. Важную роль в жизни лугов играет сенокосение. Оно способствует прогреву и просушиванию почвы, препятствует сорнякам. Еще больше воздействует на луга и пастбища неумеренная пастьба скота. Происходит уплотнение почвы и ее иссушение, обедняется растительный покров, отсюда ветровая и водная эрозия, развитие многих вредителей. Такие изменения в ландшафте знакомо степей Высоцким названы пасквальной дигрессией. Она состоит из 5 стадий:

- 1) недостаточного выпаса (олуговения);
- 2) умеренного выпаса (ковыльная);
- 3) угасания ковылей (типчакковая);
- 4) тонконогового сбоя (практически степь лишена ковылей и типчака);
- 5) выгона (отсутствие растительности).

Неумеренная пастьба способствует смещению на север пустынь и полупустынь.

Смешанный садово-полевой подкласс. Эти ландшафты преобладают в тропических странах, когда среди посевов полевых и огородных культур разбросаны одиночные плодовые деревья. Деревья могут быть посажены человеком или представлять остатки вырубленного естественного леса. В нашей стране к этому типу близки некоторые приусадебные участки.

Лесохозяйственные ландшафты. Лесистость суши составляет 27 %, в доагрикультурную эпоху она достигала 70 %. Все леса бывшего СССР подразделяются на три группы государственного значения:

1) 15 % – леса заповедников и национальных парков, почвозащитные и водоохранные леса, санитарно-экологические леса густонаселенных районов, леса рекреационных зон. Разрешены только рубки ухода и санитарные рубки. Леса этой группы представляют собой экологическую инфраструктуру, их функция – природоохранная.

2) 7 % – леса хозяйственно освоенных территорий, включая бассейны главных рек Европейской части бывшего СССР. Это густонаселенные и сельскохозяйственные районы. Лесное хозяйство

ориентировано на сохранение и улучшение лесов. Допустимы выборочные рубки пород, достигших зрелости.

3) 78 % – леса промышленного значения, леса главного пользования – Север европейской части России, Сибирь, Дальний Восток. В этих лесах разрешаются сплошные промышленные рубки. Функция таких лесов – ресурсовоспроизводящая.

Среди лесных антропогенных ландшафтов различают условно естественные, вторичные или производные и лесокультурные.

Условно естественные лесные ландшафты – леса того же самого типа, что и до вырубки, возобновляющиеся стихийно. Они широко распространены и отличаются длительностью существования.

Вторичные, или производные, лесные ландшафты возникают, когда гари и вырубки коренных пород (ель, сосна, пихта) захватываются активно ведущими себя березой, осиной, ольхой. Они недолговечны.

Лесокультурные ландшафты – леса, искусственно насаженные человеком. Особенно в густонаселенных районах. Сюда входят и полезащитные лесные полосы.

Селитебные городские ландшафты. В настоящее время около 50 % населения земного шара проживает в городах, причем доля городского населения постоянно увеличивается. Городские ландшафты, занимающие не более 4 % площади суши, становятся главной, преимущественной средой обитания человека.

Большинство городов располагается в экотонных ландшафтно-географических позициях. Особенно это характерно для древних городов. Типы положения городов:

1) Города, расположенные в речных долинах и на примыкающих частях междуречий – Киев, Москва, Париж;

2) Приморские города, часто расположены в устьях рек – Санкт-Петербург, Астрахань, Одесса;

3) Межгорно-котловинные и горно-долинные города – Тбилиси, Кабул, Мехико;

4) Подгорные города – Алма-Ата, Ашхабад, Владикавказ.

В современных крупных городах существенно трансформируется тепловой баланс. Городские ландшафты обычно являются «островами тепла», температура на 1–2 °С теплее, чем в смежных районах. Это связано с тепловым загрязнением и особенностями поверхности городских ландшафтов.

Городской архитектурный рельеф определенным образом влияет на скорость и направление ветра. В целом скорость ветра падает в 1,5–2 раза, однако вдоль крупных магистралей, особенно если их

направление совпадает с направлением господствующих ветров, дуют сильные «коридорные ветры»

Из-за большой шероховатости поверхности городского ландшафта и обилия ядер конденсации в городах повышено количество атмосферных осадков (на 20–30 мм в год).

Особую опасность представляет загрязнение воздушного бассейна города выбросами промышленных, энергетических и транспортных систем. Помимо опасных химических соединений, воздух загрязнен опасными патогенными микроорганизмами. Основные источники биологического загрязнения – канализация, свалки, отстойники, поля орошения.

В городах очень важна проблема кислородного обеспечения. Кислород вырабатывается зелеными насаждениями, потребляется при работе транспорта и дыхании людей. Москву от кислородного голодания спасает атмосферная циркуляция – западный перенос. В более тяжелых условиях оказываются города, орографически изолированные – Новокузнецк.

Территориальная дифференциация городского ландшафта определяется как природными, так и антропогенными факторами. Город должен обеспечивать жилье, работу, образование, отдых, лечение, коммуникации для своих жителей. В соответствии с этими требованиями в городском ландшафте выделяются функциональные зоны:

- селитебная;
- административно-культурная;
- промышленная;
- коммунально-складская;
- транспортная;
- рекреационная;
- лечебно-оздоровительная.

Перечисленные функциональные зоны городского ландшафта нередко сложно переплетаются.

Промышленные ландшафты связаны с добычей полезных ископаемых. С каждым годом в мире все больше добывается нефти, угля, железной руды, газа, других полезных ископаемых. Наиболее глубокое и зримое воздействие на ландшафты оказывает разработка полезных ископаемых открытым способом. Возникают карьеры глубиной 300–500 м в районе добычи железных руд КМА, добычи угля открытым способом. Все это приводит к формированию провальных воронок, обрушениям, оседаниям откосов карьеров, дренажам грунтовых вод.

Карьерно-отвалыные комплексы после их эксплуатации должны пройти рекультивацию – искусственное восстановление нарушенных горными выработками земель. Сюда входит выравнивание поверхности отвалов, облесение территории и превращение ее в зону отдыха.

Водные антропогенные ландшафты. В состав этого типа ландшафтов входят водохранилища, пруды, каналы. От озер своих естественных аналогов водохранилища отличаются рядом свойств. Высокая амплитуда уровня, связанная с хозяйственной эксплуатацией. Более интенсивный, чем в озерах, водообмен, и, наконец, наблюдается закономерное падение глубин от плотины вверх по затопленной реке, чего нет в озерах. Самое крупное водохранилище в России Братское построено в 1967 году.

Прудов насчитывается примерно в сто раз больше, чем водохранилищ – 150 тысяч. Пруд представляет собой сложное урочище, главными структурными частями которого являются плотина, приплотинное центральное глубоководье, прибрежное мелководье. Пруды используются для местных бытовых нужд, водопоя скота, орошения, а также как места для отдыха.

Каналами человек исправляет рисунок естественной гидросети, соединяя с помощью их реки, озера, океаны. Кроме судоходства они используются как оросительные. У нас в стране находятся такие известные каналы, как Беломоро-Балтийский, канал им. Москвы, Волго-Донской и др.

Линейно-дорожные ландшафты в последнее время все более увеличивают свою площадь. К ним относят автодороги, которые служат источниками загрязнения атмосферы, способствуют эрозии, уплотнению грунта, шума и прочее.

Строительство железных дорог приводит к изменению рельефа, потока поверхностных и грунтовых вод, привнесу тяжелых металлов.

Нефтепроводы и газопроводы также изменяют облик территории.

Линейно-дорожные ландшафты практически всегда входят в состав других типов антропогенных ландшафтов.

Рекреационные ландшафты – это экологически благополучные территории, представляющие собой благоприятные природные объекты, которые используются населением для отдыха, восстановления сил и здоровья.

Беллигеративные ландшафты многие считают ландшафтами без будущего. Самые древние их типы – это урочища земляных оборонительных валов. Они есть в основном в европейской части России. Многие компоненты природного ландшафта преобразовываются или уничтожаются боевыми действиями.

## 14 Охраняемые природные территории. Классификация и категории ОПТ

Впервые общество по охране природы в Казахстане было организовано в 1958 г. под названием «Друзья лесов и садов», которое в 1962 г. преобразовано в «Общество по охране природы Республики Казахстан». 16 июня 1962 г. был издан Указ «Об охране природы Казахстана». 18 июня 1991 года – вышел Закон «Об охране окружающей природной среды в Казахской ССР». В 1991 г, в Республике образован Государственный комитет по экологии и использованию природных ресурсов. В 1997 г. вышел новый Закон «Об охране окружающей среды».



Рисунок 12 – Виды особо охраняемых природных территорий Республики Казахстан

Режим охраны природных территорий может быть заповедным, заказным, комбинированным. По степени строгости заповедного режима различают следующие категории: заповедники, заповедники биосферные, заказники, национальные и природные парки, резерваты, памятники природы, памятники всемирного наследия и др.

Заповедники – особо охраняемые территории (и акватории), полностью исключены из хозяйственной деятельности ради

## 15 Экономические и эколого-хозяйственные аспекты охраны природы

### 15.1 Экономическая оценка стоимости мероприятий направленных на поддержание оптимального состояния геосистем

В истории формирования природоохранной концепции можно выделить несколько последовательных этапов: видовая и заповедная охрана природы – поресурсная охрана – охрана природы – рациональное использование природных ресурсов – охрана среды обитания человека – охрана окружающей среды. Соответственно расширилось и углублялось само понятие природоохранной деятельности.

Охрана природы – совокупность государственных и общественных мероприятий, направленных на сохранение атмосферы, растительности и животного мира, почв, вод и земных недр.

Охрана окружающей среды – новая форма во взаимодействии человека и природы, рожденная в современных условиях, она представляет собой систему государственных и общественных мер (технологических, экономических, административно-правовых, просветительных, международных), направленных на гармоничное взаимодействие общества и природы, сохранение и воспроизводство действующих экологических сообществ и природных ресурсов во имя живущих и будущих поколений.

Охрана окружающей среды тесно связана с природопользованием – одним из разделов прикладной экологии.

Природопользование – общественно-производственная деятельность, направленная на удовлетворение материальных и культурных потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов и природных условий.

Из этого закона следует другой основополагающий принцип охраны природы и среды жизни: «экологичное – экономично», т. е. чем рачительнее подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше требуется энергетических и других затрат. Воспроизводство природно-ресурсного потенциала и усилия на его воплощение должны быть сопоставимы с экономическими результатами эксплуатации природы.

На рубеже II и III тысячелетий н.э. в мышлении человека и его практической деятельности происходит смена парадигмы. Экономические приоритеты, господствовавшие всю историю развития

цивилизации вплоть до середины XX века, постепенно заменяются экологическими.

Экономические интересы общества направлены на достижение максимальной экономической эффективности от использования природных ресурсов. Этого можно добиться в том случае, если из затрат полностью исключить средства на природоохранную деятельность. Именно на поиск оптимального сочетания экономических и экологических интересов общества нацелена молодая наука экономика природопользования.

Эффективность (в общем смысле) – отношение полезного действия (эффекта) к затраченным усилиям.

Эффективность природопользования – эколого-социально-экономическая результативность использования природных ресурсов и эксплуатации природной среды. При этом следует рассматривать не отдельные формы природопользования, которые в некоторых случаях могут быть псевдоубыточными (например, создание заповедников), а их комплекс, проводя соответствующее моделирование и расчеты.

Эффективность природоохранных мероприятий – эколого-социально-экономическая результативность проведения тех или иных природоохранных мероприятий.

Эффективность природоохранных мероприятий рассчитывается по формуле:

$$\text{Эпом} = \Sigma \Delta Y / Z,$$

где Эпом – эффективность природоохранных мероприятий;  $\Sigma \Delta Y$  – сумма уменьшений ущерба;  $Z$  – годовые затраты на осуществление природоохранных мероприятий.

Расчет экономического эффекта природоохранных мероприятий основывается на сопоставлении затрат на их осуществление с экономическим результатом, достигнутым благодаря этим мероприятиям. Этот результат выражается величиной ликвидированного или предотвращенного экономического ущерба от нарушения или потерь ресурса.

Превышение экономического результата над затратами на его достижение свидетельствует об экономической эффективности природоохранного мероприятия. Разность между результатом и затратами характеризует экономический эффект.

Экономический эффект от природоохранных мероприятий может быть определен как общий – по приросту чистой продукции при стоимости природного ресурса (согласно его экономической оценке),



а также как хозрасчетный – по приросту прибыли предприятия или снижению себестоимости продукции.

Временной типовой методикой рекомендуются формулы для определения эффекта по отдельным видам повышения качества промышленной продукции, рыбного и сельского хозяйства, увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий, эффекта от потерь сырья, топлива, денных компонентов с твердыми отходами, неочищенными сточными водами, отходящими газами, от мероприятий по предотвращению гибели или снижения продуктивности лесных насаждений.

При расчете эффективности капитальных вложений на охрану окружающей среды различают народнохозяйственный и хозрасчетный эффекты природоохранных мероприятий.

Общий эффект от повышения производительности труда в отраслях материального производства рассчитывается по приросту чистой продукции, а в непроектируемой сфере – по сокращению затрат. Хозрасчетный эффект рассчитывается по приросту прибыли или экономии затрат.

В основе рационального природопользования и охраны природы лежат следующие мотивы (аспекты): экономический, здравоохранительный, эстетический, научно-познавательный, воспитательный.

## **15.2 Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды**

Национальные усилия в природоохранной деятельности приносят результаты только тогда, когда согласуются с международными мерами в этой области. Объективная необходимость объединить усилия всего мира для решения глобальных экологических проблем возникла в результате нарастания угрозы экологического кризиса в масштабах планеты.

Международно-правовые принципы. Международное сотрудничество сегодня немислимо без международно-правовой охраны окружающей среды. Основные правовые принципы были выработаны совместными усилиями членов международного сообщества (государств, международных организаций и конференций). Они изложены во многих документах, основными из которых являются:

- решения генеральной Ассамблеи ООН (1962 г., 1968 г., 1980 г.);
- решения Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972 г.);

- Заключительный акт Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, 1975 г.);

- Всемирная Хартия природы (1986 г.), решения Международной конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) и др.

В обобщенном виде эти принципы можно сформулировать следующим образом:

- приоритетность экологических прав человека;
- суверенитет государств на природные ресурсы своей территории;
- недопустимость экологического благополучия одной страны за счет нанесения экологического вреда другой;
- экологический контроль на всех уровнях;
- свободный международный обмен экологической информацией;
- взаимопомощь государств в чрезвычайных обстоятельствах;
- разрешение эколого-правовых споров мирными средствами.

Названные выше принципы международного сотрудничества в области охраны природы распространяются и на отношения Казахстана со странами СНГ. В феврале 1992 г. представители этих стран в Москве подписали Соглашение о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей среды. Для координации экологической деятельности стран СНГ создан Межгосударственный экологический совет (МЭС), секретариат которого является постоянно действующим органом. Основан также международный экологический фонд стран СНГ в Минске.

Объекты международного сотрудничества. Основными объектами международного сотрудничества являются те, по поводу которых разные страны вступают в экологические отношения.

Первые – это воздушный бассейн, космос, Мировой океан, Антарктика, мигрирующие виды животных.

Эти объекты охраняются и используются в соответствии с нормами международного экологического права.

Вторые – это объекты, входящие в юрисдикцию государств: международные реки, моря, озера; объекты мирового природного наследия, занесенные в Международную Красную книгу исчезающих и редких животных и растений.

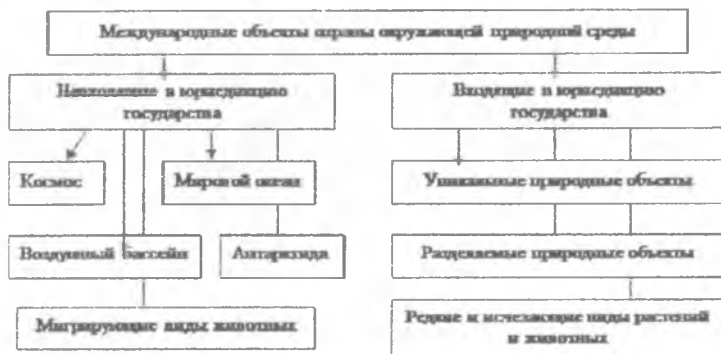


Рисунок 13 – Международные объекты охраны окружающей природной среды

Среди них выделяют две категории объектов:

- 1) не входящие;
- 2) входящие в юрисдикцию государств.

Воздушный бассейн. Глобальная охрана воздуха опирается на договоры о запрещении испытаний и применения оружия массового уничтожения – ядерного, биологического, химического и др.

На Венской встрече министров иностранных дел в 1986 г. было принято решение о сокращении выбросов  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$  на 30–50 % до 1945 г. в надежде остановить потепление климата и сократить число кислотных дождей.

Космос принадлежит всему мировому сообществу. Приняты Декларация правовых принципов деятельности по использованию космического пространства (1963 г.) и Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (1967 г.). В них сформулировано следующее положение: космос – достояние всего человечества; недопустимы национальное присвоение его частей, загрязнение космического пространства и использование его в военных целях. Однако в настоящее время в околоземном пространстве уже находится около 3,5 млн. т космического мусора. Если не принять меры, то через 20–30 лет космические полеты могут стать невозможными. Для ограничения военного использования Космоса заключен Договор об ограничении систем противоракетной обороны и советско-американские Соглашения об ограничении стратегических наступательных вооружений.

Мировой океан оказывает решающее влияние на климат планеты. Охране мирового океана посвящено около 23 правовых и нормативных международных документов, а также ряд решений, соглашений, резолюций и договоров. Среди них большое значение имеют запрещение загрязнения океана нефтью, химическими и радиоактивными веществами, другими вредными отходами.

На глобальном уровне действуют Конвенция о рыболовстве и охране живых ресурсов моря (1958 г.) и Конвенция ООН по морскому праву (1982 г.). Они провозглашают право государств на промысел животных с учетом международных норм. Признается суверенное право прибрежных государств на биоресурсы в 200-мильных прибрежных зонах. Подтверждена незыблемость принципа свободного мореплавания за исключением территориальных вод, внешняя граница которых установлена на 12-мильном расстоянии от берега.

На национальном уровне рыболовство регулируется вне пределов территориальных вод лишь в зонах юрисдикции прибрежных государств, которые установлены Женевской конвенцией 1958 г.

Антарктика – международный объект охраны природы. Принципы охраны и использования южного материка изложены в Договоре об Антарктике (1959 г.). Его основные положения – свобода научных исследований, запрет военных мероприятий, охрана животного мира.

Разделяемые международные природные ресурсы – ресурсы находящиеся в пользовании двух или более суверенных государств: например. Балтийское море, река Дунай, Великие озера (США и Канада) и др. Основой регулирования охраны и использования таких объектов являются договоры, заключаемые заинтересованными странами. Для управления международным объектом создаются постоянные комиссии, комитеты.

В ноябре 1972 г. конференцией ЮНЕСКО была принята Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия: заповедников, национальных парков, резерватов, памятников культуры. Эти объекты принимаются на международный учет. За счет средств специальных фондов международных организаций оказывается материальная помощь этим государствам.

Международные организации и конференции. Охраной окружающей природной среды занимаются многие международные организации. Ведущая роль принадлежит Организации Объединенных Наций (ООН) и ее специализированным органам. Одним из главных органов ООН является Экономический и социальный совет

(ЭКОСОС), в рамках которого действуют национальные и региональные комиссии и комитеты.

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) создана в декабре 1972 г. ЮНЕП имеет Совет управляющих, Совет по координации и Фонд окружающей среды. К первоочередным направлениям деятельности ЮНЕП относятся:

- 1) здоровье человека;
- 2) охрана земель и пресных вод;
- 3) защита мирового океана;
- 4) охрана животных и генетических ресурсов;
- 5) энергетические ресурсы;
- 6) образование;
- 7) торговля, экономика, технология.

В рамках ЮНЕП работают и другие международные организации.



Рисунок 14 – Международные организации в области охраны окружающей среды

Организация объединенных нации по культуре, науке, образованию (ЮНЕСКО) создано в 1948 г. Штаб-квартира находится в Париже. Основные направления ее деятельности:

- руководство экологическими программами, в которых занято свыше 100 государств. Например, «Человек и биосфера». Международная программа по образованию и др.;

- учет и организация охраны объектов, отнесенных к всемирному наследию;

- оказание помощи развивающимся странам в подготовке специалистов-экологов.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) также учрежден в 1948 г. Эта неправительственная организация представляет около 100 стран. По инициативе МСОП ведется Красная книга. Основные задачи МСОП:

- сохранение естественных экосистем, растительного и животного мира;

- сохранение редких и исчезающих видов;

- организация заповедников, резерватов, национальных парков.

Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) образована в 1946 г., занимается вопросами охраны здоровья человека в аспекте его взаимодействия с окружающей средой, консолидируется с ЮНЕП, МАГАТЭ и др.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) образовано в 1957 г. для обеспечения ядерной безопасности и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения. Неподчинение государств требованиям МАГАТЭ может вызвать применение экономических санкций по решению Совета Безопасности ООН.

Всемирная метеорологическая организация ООН (ВМО) создана в 1947 г. Ее основная задача – изучение и обобщение воздействий человека на климат планеты. Она работает, главным образом, в рамках глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС).

Международная морская организация (ММО) создана в 1948 г., действует в области морского судоходства и охраны моря от загрязнения. При ее участии разработаны конвенции по борьбе с загрязнением моря нефтью и другими вредными веществами.

Сельскохозяйственная и продовольственная организация ООН (ФАО) организована в 1945 г. Сфера ее деятельности – сельское хозяйство и мировые продовольственные ресурсы. ФАО подготовила почвенную карту мира, участвует во многих экологических программах, активно сотрудничает ЮНЕП, ЮНЕСКО, МСОП.

Помимо названных ведущих международных организаций, в мировом сообществе функционирует множество структур природоохранного профиля: например. Международный регистр потенциально токсичных химических веществ (МРПТХВ), Бюро ООН по оказанию помощи при стихийных бедствиях (ЮНДРО), Европейская экономическая комиссия – ЕЭК (занимается внедрением малой безотходных технологий). Хельсинкский комитет по охране Балтийского моря (Хел-ком) и многие другие.

В конце 90-х годов в мире насчитывалось несколько сотен (по разным данным 200–500) неправительственных международных

организаций, включивших в свою деятельность природоохранные мероприятия, а также проявляющих интерес к экологическим проблемам.

Всемирный фонд охраны дикой природы (от англ. WWF – World Wide Fund for Nature) – самая многочисленная частная международная экологическая организация, создана в 1961 г., объединяет 27 национальных отделений во всем мире (Российское представительство было открыто в 1994 г.), а также около 5 млн индивидуальных членов. Деятельность фонда заключается в основном в оказании финансовой поддержки природоохранным мероприятиям; в природоохранные проекты России уже вложено более 12 млн долл. США.

Международная юридическая организация (МЮО), созданная в 1968 г., уделяет большое внимание разработке правовых вопросов охраны ОС.

Римский клуб – международная неправительственная организация, которая внесла значительный вклад в изучение перспектив развития биосферы и пропаганду идеи необходимости гармонизации отношений Человека и Природы. Основная форма ее деятельности – организация крупномасштабных исследований по широкому кругу вопросов, преимущественно в социально-экономической области.

Римский клуб положил начало по исследованиям, названных «Глобальной проблематикой». Для ответа на поставленный вопрос ряду выдающихся ученых того времени была заказана серия «Докладов Римскому клубу» под общим названием «Трудности человечества». Полученные результаты прогнозирования перспектив развития мира по компьютерным моделям были опубликованы и обсуждались во всем мире.

Первым в 1972 г. был доклад группы Д.Медоуз «Пределы роста».

В период с 1973 по 1980 гг. (годы расцвета деятельности и международного влияния Римского клуба) были подготовлены еще несколько докладов, в том числе Я. Тинбергенем (1977 г.), Э. Ласло (1977 г.). В 1978–1980 гг. обсуждались проблемы переработки отходов, использования энергии, организации общества, достижения изобилия и благосостояния. Важную роль сыграл доклад Боткина с соавторами «Нет пределов обучению» (1980 г.).

В 1994 г. Э. Вайцеккер с соавторами подготовили обстоятельный доклад «Фактор четыре», наметивший основные пути решения проблем энергосбережения. В настоящее время Римским клубом продолжаются исследования современного состояния мира, в

котором произошли фундаментальные перемены, особенно в геополитике, при этом экологическая ситуация на планете продолжает ухудшаться.

В работе Римского клуба участвовали и участвуют наши выдающиеся соотечественники. В разное время действительными членами клуба были академики Д. М. Гвишиани, Е. К. Федоров, В. Е. Примаков, А. А. Логунов, Ч. Айтматов, почетными членами – М. С. Горбачев и Б. Е. Патон.

Международный экологический суд (МЭС) был учрежден по инициативе юристов на конференции в Мехико в ноябре 1994 г. В практической экологической деятельности мирового сообщества возникают споры, требующие соответствующего компетентного разрешения. Состав судей включает 29 юристов-экологов из 24 стран, в том числе представителя России.

Споры в Международном экологическом суде рассматриваются на принципах третейского суда. Стороны сами принимают решение об обращении в суд и выбирают из его состава трех или более судей для рассмотрения дела, которое проводится на основании международного права ОС, национального законодательства сторон и прецедентов.

ГРИНПИС (Greenpeace – «Зеленый мир») – независимая международная общественная организация, ставящая своей целью предотвращение деградации окружающей среды, создана в Канаде в 1971 г. Она насчитывает около 1,5 млн членов, 1/3 которых – американцы. Гринпис имеет статус полноправного члена или официального наблюдателя в ряде международных конвенций по охране ОС; имеет отделения в 32 странах мира, в том числе в России его официальное представительство действует с 1992 г.

Большинство международных неправительственных организаций занимается вопросами охраны отдельных природных объектов или видов природных ресурсов. К ним относятся Международный совет по охране птиц, Международная федерация по охране альпийских районов, Европейская федерация по охране вод и т. п.

Ежегодно в мире проводятся сотни и даже тысячи конференций экологического направления (многосторонние и двусторонние, правительственные и неправительственные), некоторых принимаются соответствующие документы: соглашения, конвенции, декларации, договоры и др. Это одна из развитых форм международного сотрудничества.

Приняв международные обязательства СССР, Россия стала участницей всех соответствующих международных соглашений.



Особый интерес и особое международное значение, имеют следующие конференции и соглашения, приводимые в хронологическом порядке:

Международная конвенция по борьбе с заразными болезнями животных (Женева, 20 февраля 1935 г.);

Международная конвенция по регулированию китобойного промысла (Вашингтон, 2 декабря 1946 г.), дополнившая и развившая положения Соглашения по регулированию китобойного промысла (Лондон, 8 июня 1937 г.);

Первая Межправительственная конференция экспертов по научным основам рационального использования и сохранения естественных ресурсов биосферы (Париж, 4–13 сентября 1968 г.), подготовленная ЮНЕСКО в сотрудничестве с ООН, ФАО, ВОЗ, МСОП и др. Работа шла по трем направлениям: научные исследования, образование, политика;

Конференция ООН по окружающей среде (Стокгольм, 5–6 июня 1972 г.) при участии 113 стран приняла два основных документа:

Декларацию принципов, включающую 26 основных положений;

План мероприятий, где обозначены пути решения организационных, экономических и политических задач взаимоотношений государств при сотрудничестве в области охраны ОС;

Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (Париж, ноябрь 1972 г.);

Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, август 1975 г.) с участием стран Европы, США и Канады приняло Заключительный акт, в котором отражены вопросы политической и экологической безопасности. С целью реализации достигнутых соглашений позже приняты:

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха (Женева, 13 ноября 1979 г.);

Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (Хельсинки, 17 марта 1992 г.);

Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью (Брюссель, 29 ноября 1969 г. с изменениями и дополнениями от 18 декабря 1971 г. и от 19 ноября 1976 г.);

Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (Женева, 18 мая 1977 г.);

Всемирная хартия природы, принятая Генеральной Ассамблеей ООН (28 октября 1981 г.), определила приоритетные направления экологической деятельности международного сообщества и способствовала формированию экологической политики государств на то время;

Венская встреча представителей государств – участников Совещания в Хельсинки (Вена, 22 апреля 1985 г.), принявшая итоговый документ, содержащий, в частности, рекомендации:

- сократить выбросы в атмосферу серы на 30 % до 1995 г., а также углеводородов и других загрязняющих веществ;

- разработать способы захоронения опасных отходов, альтернативных способу захоронения в море;

- сократить производство озоноразрушающих веществ;

- провести исследования роли  $\text{CO}_2$  в глобальных климатических изменениях;

Монреальская встреча (Монреаль, 16 сентября 1987 г.), на которой представители 98 стран приняли Соглашение (Монреальский протокол) о постепенном прекращении серийного производства хлорфторуглеродов (ХФУ) и запрещении выброса их в атмосферу;

Лондонская встреча (Лондон, 27–29 июня 1990 г.), где представители почти 60 стран подписали дополнительный (к Монреальскому) протокол с требованием полностью прекратить производство ХФУ к 2000 г.;

Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 г.), организованная для подведения итогов 20-летней деятельности после Стокгольмской конференции. В Конференции участвовали 179 государств и более 30 международных организации; на ней встретились 114 глав государств, представители 1600 неправительственных организаций. В Рио были обсуждены и приняты пять основных документов:

1) Декларация РИО по окружающей среде и развитию, 27 принципов которой определяют права и обязанности стран в деле обеспечения развития и благосостояния людей;

2) Программа действий ООН «Повестка дня на XXI век» – программа того, как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения;

3) Заявление «О принципах в отношении лесов», касающееся управления, защиты и устойчивого развития всех видов лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни;

4) Рамочная конвенция «Об изменении климата», цель которой – стабилизация концентрации в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект, на таких уровнях, которые не вызовут опасного дисбаланса климата планеты;

5) Конвенция «О биологическом разнообразии», требующая, чтобы страны приняли меры для сохранения разнообразия живых существ и обеспечили справедливое распределение выгод от использования биологического разнообразия.

## 16 Планы семинарских занятий

**Тема 1. Геоэкология: предмет и задачи. Стратегия геоэкологии. Взаимодействие общества и природы в период современной научно-технической революции. Структура геоэкологии.**

### Контрольные вопросы

1. Что изучает геоэкология?
2. На какие направления подразделяется геоэкология?
3. На чем основывается понятийная база геоэкологии?
4. Каковы природоохранные функции геоэкологии?
5. Какое значение имеет природа в жизни человека и человеческого общества?
6. Какие этапы взаимодействия человека и природы выделяют в истории человеческого общества?
7. Какие аспекты гармонизации взаимоотношений человека и природы являются основными?

### Задание:

- 1) Составить терминологический словарь по предмету «Геоэкология».
- 2) Заполнить таблицу Объекты и предметы по геоэкологическим исследованиям.

### Методические рекомендации

Для выполнения работы необходимо использовать учебники и словарь – справочники. Словарь составляется по следующей схеме: термин – понятия – литературный источник.

Используя рекомендуемую литературу по данной теме заполнить таблицу 3 и определить объекты и предметы по геоэкологическим исследованиям.

Таблица 3 – Объекты и предметы по геоэкологическим исследованиям

Автор и место в системе наук	Объект исследования	Предмет исследования
1	2	3
В. С. Преображенский		
В. Т. Трофимов, Н. Ф. Реймерс		

Продолжение таблицы 3

Автор и место в системе наук	Объект исследования	Предмет исследования
1	2	3
К.М.Петров		
Г.И.Швебс		
А.Г.Исаченко		
А.И.Витченко		

Рекомендуемая литература: [2, 5, 13, 14].

**Тема 2. Экологические факторы и общие закономерности их воздействия на геосистем. Основные понятия экосистемы, биогеоценоза, ландшафта. Качество окружающей среды, ее критерии.**

**Контрольные вопросы**

1. Что такое среда обитания и какие среды заселены организмами? Понятие об экологических факторах.

2. Как называются экологические факторы, ограничивающие развитие организма? Законы минимума Ю. Либиха и толерантности В. Шелфорда.

3. Приведите примеры использования законов минимума и толерантности в практической деятельности.

4. На какие тенденции оказывают наибольшее влияние экологические факторы городской среды?

5. Что понимают под качеством окружающей среды?

6. Какова роль и значение экологического нормирования?

**Задание:**

1) Назовите основные группы экологических факторов и дайте их характеристику, заполнив таблицу 4.

Таблица 4 – Основные группы экологических факторов и их характеристика

Основные группы экологических факторов	Основные характеристики экологических факторов и примеры.

### **Методические рекомендации**

Для выполнения работы необходимо использовать учебно-методическую литературу.

Рекомендуемая литература: [2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14].

**Тема 3. Антропоустойчивость геосистем, критерии и методы оценки экологического качества окружающей среды.**

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните понятие антропогенез?
2. Что понимается под антропогенным воздействием на биосферу?
3. Охарактеризуйте понятие экологическая дестабилизация природной среды.
4. Что понимают под устойчивостью природно-антропогенных систем к антропогенезу?
5. Какие ландшафты и формы рельефа создаются в результате антропогенной деятельности?

### **Задание:**

1) Прокомментируйте основные тенденции воздействия современного человека на природу:

- a. интенсификация;
- b. индустриализация;
- c. урбанизация;
- d. глобализация;
- e. деструктуризация окружающей среды;
- f. космизация.

2) Прокомментируйте схему «Составные части окружающей человека среды» (рисунок 15).



Рисунок 15 – Составные части окружающей человека среды

### Методические рекомендации

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14].

### Тема 4. Проблемы техногенеза в современный период.

#### Контрольные вопросы

1. Дать определение терминам «антропогенез» и «техногенез», в чем их существенное различие?
2. Что означает понятие «техногенный тип развития» ПТГ?
3. К чему привело нарастание экологической напряженности при техногенном развитии?

4. Каковы основные техногенные процессы, оказывающие наибольшее влияние на состояние биосферы?

5. Какие негативные последствия оказывает хозяйственное освоение ПТС и меры, предпринимаемые по их предотвращению?

6. Какова структура техногенно-промышленного комплекса Казахстана?

#### **Задание:**

1) Составить таблицу социоэкосистемных центров Казахстана, загрязняющих и дестабилизирующих окружающую среду. Выделить источники загрязнения и дестабилизации экосистем.

2) На контурной карте мира отметьте наиболее урбанизированных территории. Выделите регионы экологической дестабилизации.

#### **Методические рекомендации**

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

По второму заданию обратить внимание на регионы экологической дестабилизации. Найдите и опишите взаимосвязь между этими регионами (условные знаки используйте по своему усмотрению).

Рекомендуемая литература: [2, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14].

**Тема 5. Охрана атмосферного воздуха. Источники загрязнения атмосферы. Мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнений.**

#### **Контрольные вопросы**

1. Какое значение имеет атмосфера? Охарактеризуйте ее строение?

2. Перечислите естественные и искусственные загрязнения атмосферы?

3. Каковы важнейшие экологические последствия глобального загрязнения?



4. Почему охрана природного воздуха считается ключевой проблемой оздоровления окружающей среды?

5. Перечислите геоэкологические проблемы в атмосфере.

6. Какие вы знаете законы и постановления по охране атмосферы?

### **Методические рекомендации**

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [2-10, 12-15]

**Тема 6. Охрана земельных ресурсов и почв. Анализ состояния земельного фонда планеты. Структура земельного фонда РК. Мероприятия по защите почв. Охрана земель, земельный кадастр.**

### **Контрольные вопросы**

1. Как распределены почвенные ресурсы на нашей планете?
2. Что представляет собой земельный фонд в Казахстане?
3. Перечислите основные группы почвенных загрязнений.
4. Что такое деградация почв (земель) и каковы ее причины?
5. Что понимают под правовой охраной почв?
6. Какое значение для рационального землепользования имеет Государственный земельный кадастр?

### **Задание:**

1) Охарактеризуйте структуру земельных ресурсов планеты в целом и основные закономерности ее динамики. Попробуйте сделать прогноз изменений соотношения основных категорий земельных ресурсов мира на обозримое будущее.

2) Проанализируйте таблицу 5 «Деградация земель мира». Назовите основные причины деградации земель в мире и охарактеризуйте их экологические и социально-экономические последствия.

Таблица 5 – Деградация земель мира

Континент	Деградация земель в % от площади			
	слабая	умеренная	сильная	всего
Африка	60	23	17	100
Азия	56	28	16	100
Австралия	38	55	7	100
Европа	69	25	6	100
Северная Америка	70	23	7	100
Южная Америка	73	17	10	100
Всего	60	30	10	100

### Методические рекомендации

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [1-2, 5-8, 12-16]

**Тема 7. Охрана ресурсов недр. Классификация природных ресурсов. Топливо-энергетические ресурсы Казахстана. Принципы рационального использования и охраны богатств недр.**

### Контрольные вопросы

1. Что называются недрами?
2. Какова основная стратегия охраны недр?
3. Какие экологические принципы положены в основу рационального использования недр?
4. На какие две больших группы можно разделить природные ресурсы Земли?
5. Для каких целей представляется право недропользования?
6. Объясните, почему разработка недр оказывает огромное негативное воздействие на окружающую среду?
7. Какие организации в нашей стране осуществляют контроль за рациональным использованием и охраной недр?

8. Что представляет государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых?

**Задание:**

1) В тетради подготовить конспект по вышеперечисленным вопросам лабораторного занятия.

2) Назовите виды природных ресурсов. Дайте краткую природно-экономическую классификацию ресурсов.

3) Составить и проанализировать схему «Экологические последствия разработки недр».

**Методические рекомендации**

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [1-2, 5, 11, 14, 15]

**Тема 8. Водные ресурсы и их рациональное использование. Водопотребление. Виды и источники загрязнения акваторий. Водоохранные мероприятия.**

**Контрольные вопросы**

1. Как происходит круговорот воды на планете и какое влияние он оказывает на природные процессы?

2. Какие вещества, загрязняющие водоемы, наиболее опасны и почему?

3. Какова роль Мирового океана в жизнедеятельности человека?

4. Каковы последствия выброса отходов в море с целью их захоронения?

5. Каким образом очищают сточные воды? Назовите метод, который является завершающим в системах очистки сточных вод.

6. Как предотвращают истощение запасов пресных подземных вод?

7. Какие меры необходимо принять по охране морей и океанов?

8. В чем суть оборотного водоснабжения?

9. Что такое зоны санитарной охраны (ЗСО)?

10. Какова роль экономических методов в управлении водными ресурсами?

**Задание:**

1) Назовите наиболее загрязненные реки и озера мира, а также участки (районы) Мирового океана. Выявите причины и источники загрязнения, оцените соответствующие последствия для водных экосистем и экономики.

2) Заполнить в таблице 6 удельное водопотребление в отдельных отраслях промышленности (тонн воды на 1 т продукции).

Таблица 6 – Удельное водопотребление в отдельных отраслях промышленности

Вид продукции	Расход воды
Синтетическое волокно	
Искусственные ткани	
Никель	
Медь	
Чугун	
Бумага	
Азотные удобрения	

**Методические рекомендации**

Используя учебно-методическую литературу заполнить таблицу удельное водопотребление в отдельных отраслях промышленности (тонн воды на 1 т продукции). Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

По второму заданию, на основе таблицы №3 в приложении 3 нанести на контурную карту гидрографические объекты с различными уровнями загрязнения вод. Дать письменный анализ территориального распределения загрязнения поверхностных вод РК.

Рекомендуемая литература: [2,5-9, 12-16]

**Тема 9. Охрана животного мира и растительности. Биологические ресурсы мира. Значение лесов их классификация. Мероприятия по охране биоресурсов.**

**Контрольные вопросы**

1. Какую роль играют животные в круговороте веществ в природе и какое значение они имеют для человека?

2. В чем заключается прямое и косвенное воздействие человека на животных?

3. Как охраняют редких и исчезающих животных в нашей стране?

4. Охарактеризуйте значение лесов в природе и в жизни людей.

5. Каково современное состояние лесных ресурсов в Казахстане?

6. Назовите основные функции почвозащитных лесов.

7. Какие леса относятся к объектам рекреационного назначения? Назовите основные рекреационные функции леса.

8. Назовите законодательные акты по охране лесов и другой растительности в нашей стране.

9. Какие лесохозяйственные и другие мероприятия необходимо проводить в целях регулирования рекреационного использования лесов?

**Задание:**

1) Используя таблицу 7 «Распределение мировых лесных ресурсов по крупным регионам», составьте круговую диаграмму и проанализируйте.

Таблица 7 – Распределение мировых лесных ресурсов по крупным регионам

Регион, мир	Лесная площадь, млн га	Лесопокрытая площадь		Лесистость, %	Запас древесины, млрд м <sup>3</sup>
		всего, млн га	на 1 человека, га		
СНГ	940	755	2,2	35	84
Зарубежная Европа*	105	150	0,3	27	19
Зарубежная Азия*	600	500	0,2	19	55
Африка	1140	545	0,9	18	56
Северная Америка	750	455	1,7	25	53
Латиноская Америка	1260	970	2,2	48	110
Австралия и Океания	180	70	0,5	9	7
<b>ВСЕГД МНР</b>	<b>5125</b>	<b>3445</b>	<b>0,6</b>	<b>27</b>	<b>384</b>

2) Составить в виде таблицы комплекс организационных, экономических, правовых мер охраны и защиты лесов.

3) Подготовить доклад об основных мерах направленных на сохранение биоразнообразия в отдельных странах мира (по выбору студента).

### **Методические рекомендации**

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [1-2, 5-8, 12-16]

**Тема 10. Экономические и эколого-хозяйственные аспекты охраны природы.**

### **Контрольные вопросы**

1. В чем суть и целесообразность создания рынка природных ресурсов?

2. Каковы основные подходы к экономической оценке ассимиляционного потенциала окружающей среды?

3. Раскройте сущность, состав и структуру экологических издержек.

4. В чем заключается административно-правовые и экономические методы управления природопользованием?

5. Перечислите основные меры экономического стимулирования охраны окружающей природной среды.

Рекомендуемая литература: [1, 3-8-14]

**Тема 11. Международные аспекты охраны окружающей среды**

### **Контрольные вопросы**

1. Какие международные организации занимаются охраной окружающей природной среды?

2. Какие принципы положены в основу международного экологического сотрудничества?

3. Какие задачи стоят перед мировым сообществом для перехода к устойчивому развитию (Декларация по окружающей среде и развитию, г. Рио-де-Жанейро)?

4. Каковы основные направления деятельности ЮНЕП?

5. Какова эффективность от деятельности международных организаций в решении проблем глобального развития?

6. Охарактеризуйте деятельность Международной морской организации (ИМО). Какие цели и задачи стоят перед ИМО?

7. Какова сфера деятельности Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП)? Принимает ли Казахстан участие в работе этой организации?

8. Как осуществляется международное сотрудничество в сфере глобального экологического регулирования? Какова роль ООН в решении глобальных экологических проблем?

9. Назовите приоритеты глобальной экологической политики в современном мире? В каких международных документах они представлены?

10. Приведите примеры участия Казахстана в международном сотрудничестве по вопросам об охране окружающей среды.

#### **Задание:**

1) Дайте характеристику системы управления природопользованием и природоохранной деятельностью одной из зарубежных стран, указав структуру, особенности экономических и административно-правовых механизмов, специфику, отличительные особенности, характерные для системы управления природопользования и ОП этой страны.

#### **Методические рекомендации**

При составлении конспекта и выполнении заданий студент должен использовать географические атласы, конспект лекций, творческий подход, предложенную литературу.

Обратить внимание на карты, схемы, рисунки, диаграммы, таблицы, которые необходимо использовать при изучении данных вопросов.

Работа выполняется в письменном виде в тетради. По окончании работы подводятся итоги, формулируются основные выводы по теме.

Рекомендуемая литература: [1-2, 5-8, 12-16]

## Тесты

**1. Совокупность естественных условий существования человеческого общества называется:**

- A) природой;
- B) природной средой;
- C) географической средой;
- D) окружающей средой;
- E) квазиприродной средой.

**2. Совокупность геохимических процессов, вызванных горно-технической инженерно-строительной и сельскохозяйственной деятельностью человека называется:**

- A) ноогенезом;
- B) урбанизацией;
- C) эоцентризмом;
- D) техногенезом;
- E) техносферой.

**3. Полезные ископаемые недр планеты относятся к:**

- A) неисчерпаемым природным ресурсам;
- B) возобновляемым природным ресурсам;
- C) невозобновляемым природным ресурсам;
- D) пополняющимся ресурсам;
- E) рекреационным ресурсам.

**4. Главная причина усиления эрозии почвы:**

- A) потепление климата;
- B) распашка земель;
- C) строительство дорог;
- D) строительство городов;
- E) обмеление малых рек.

**5. Важная роль атмосферы заключается в том, что она защищает живые организмы от:**

- A) резких колебаний температуры;
- B) канцерогенных веществ;
- C) радиоактивного загрязнения;
- D) возбудителей заболеваний;
- E) нет правильного ответа.



**17. Ученый, автор экологического районирования территории Казахстана:**

- А) Баранский Н.Н.
- В) Сатпаев К.И.
- С) Ахметова А.
- Д) Уалиханов Ш.
- Е) Чигаркин А.В.

**18. Аналог государственной экополитики в границах малых территориальных образования называется:**

- А) международно-глобальной экополитикой;
- В) локальной экополитикой;
- С) Государственной экополитики;
- Д) национальной экополитикой;
- Е) региональной экополитикой.

**19. Виды экологической экспертизы – это:**

- А) государственная, международная;
- В) локальная региональная экологическая;
- С) международно-глобальная экологическая;
- Д) государственная, общественная экологическая;
- Е) национальная экологическая.

**20. Всемирная стратегия устойчивого развития человечества была принята:**

- А) в 1972 году в Стокгольме
- В) в 1977 в Тбилиси
- С) в 1980 в Таллине
- Д) в 1992 в Рио-де-Жанейро
- Е) в 1988 в Берлине

**Ключи правильных ответов**

Номер вопроса	Правильный ответ	Номер вопроса	Правильный ответ
1	A	11	A
2	D	12	A
3	C	13	E
4	B	14	C
5	A	15	B
6	D	16	A
7	C	17	E
8	D	18	B
9	A	19	D
10	D	20	D

## Экзаменационные вопросы по курсу

1. Геоэкология, объект исследования, задачи, методы.

2. Взаимосвязь общества и системы Земля на современном этапе.

3. Общий обзор изменений геосфер под влиянием деятельности человека.

4. История геоэкологии: Томас Мальтус, Адам Смит, Джорж Перкинс Марш, Элизе Реклю, В.В. Докучаев.

5. Современные международные программы, исследующие глобальные изменения в экосфере.

6. Геосферы Земли, их характерные особенности. Экосфера Земли как сложная динамическая саморегулируемая система.

7. Население мира и его регионов: численность, пространственное распределение, возрастная структура, миграция, изменения в прошлом, прогноз, демографическая политика.

8. Потребление природных ресурсов, его региональные и национальные особенности, необходимость регулирования. Классификация природных ресурсов. Геоэкологические «услуги» и их потребление.

9. Научно-техническая революция, её роль в формировании глобального экологического кризиса.

10. Роль технологий будущего в решении геоэкологических проблем.

11. Атмосфера. Антропогенные изменения состояния атмосферы и их последствия (изменение альбедо поверхности Земли, изменение влагооборота, климат городов).

12. Загрязнение воздуха: источники, загрязнители, последствия. Мониторинг и управление качеством воздуха.

13. Парниковый эффект. Повышение содержания углекислого газа. Нарушение озонового слоя.

14. Гидросфера. Экологические проблемы регулирования – крупномасштабный перебросок воды.

15. Экологические проблемы орошения и осушения земель. Регулирование водопотребления. Основные проблемы качества воды. Водно-экологические катастрофы.

16. Педосфера. Земельный фонд мира и его использование.

17. Литосфера. Основные процессы функционирования и поддержания гомеостаза (инертность, круговорот вещества, проточность и т.п.). Основные типы техногенных воздействий на литосферу и их экологические последствия.

18. Биосфера. Антропогенное ухудшение состояния биосферы. Современные ландшафты.
19. Проблемы обезлесения и опустынивания. Сохранение генетического разнообразия. Международная конвенция по охране биологического разнообразия.
20. Геоэкологические проблемы энергетики. Различные виды электростанций. Альтернативные источники энергии.
21. Экологические проблемы земледелия (водная и ветровая эрозия почв, засоление, заболачивание, последствия применения удобрений и п.т.). Экологические последствия животноводства и скотоводства.
22. Геоэкологические аспекты разработки полезных ископаемых.
23. Геоэкологические аспекты промышленного производства. Управление выбросами, сбросами и отходами промышленности. Промышленные катастрофы и меры защиты.
24. Геоэкологические аспекты транспорта (авиационный, автомобильный, железнодорожный, водный, трубопроводный, ЛЭП).
25. Геоэкологические аспекты урбанизации: техногенные биогеохимические аномалии, качество воздуха, водоснабжение и канализация, удаление и переработка отходов, использование земель.
26. Методы анализа геоэкологических проблем (биологические, географические, геологические, системно-аналитические, химические, физические и пр.). Методы геоэкологического мониторинга.
27. Международное экологическое сотрудничество и механизмы его осуществления. Проблемы экологической безопасности.
28. Стратегия устойчивого развития, её анализ. Принципы устойчивого развития. Различия между ростом и развитием.
29. Понятие об экологической экономике. Геоэкологические индикаторы. Необходимость экологизации социально-экономических процессов и институтов как важнейшее средство выживания человечества.
30. Законодательное управление природоохранной деятельностью.

## Литература

- 1 Абиева Г. Б. Геоэкология : учебно-методический комплекс / сост. Г. Б. Абиева. – Караганда : Изд-во КарГУ, 2010. – 127 с.
- 2 Арустамов, Э. А. Экологические основы природопользования : учебник / Э. А. Арустамов и др. ; под. ред. Э. А. Арустамова. – Изд. 5-е, перер. и доп. – М. : Изд-во «Дашков и ко», 2003. – 279 с.
- 3 Комарова Н. Г. Геоэкология и природопользование : учебное пособие для высш. пед. учеб. заведений / Н. Г. Комарова. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.
- 4 Горелов А. А. Экология : учеб. пособие для вузов. – М. : Юрайт-М, 2001. – 312с.
- 5 Колесников С. И. Экологические основы природопользования. – М. : ИКЦ МарТ, 2005. – 336с.
- 6 Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология : учебник для вузов. – Ростов на Дону : Феникс, 2008. – 602 с.
- 7 Коробкин В. И., Передельский Л. В. Экология в вопросах и ответах : учеб.пособие – Ростов на Дону : Феникс, 2009. – 378 с.
- 8 Родзевич Н. Н. Геоэкология и природопользование : учебное пособие – М. : Дрофа, 2003.
- 9 Рыспеков Т. Р. Мониторинг природной среды. – Алматы : Қазақ университеті, 2003. – 156 с.
- 10 Сулеев Д. К., Сагитов С. И. и др. Экология и природопользование. – Алматы : Ғылым, 2004. – 128 с.
- 11 Трушина Т. П. Экологические основы природопользования. – М. : Феникс, 2003. – 384 с.
- 12 Тонкопий М. С. Экология и экономика природопользования. – Алматы : Экономик'С, 2003. – 592с.
- 13 Чигаркин А. В. Региональная геоэкология Казахстана. учеб. пособие. – Алматы : Қазақ университеті, 2000. – 225 с.
- 14 Чигаркин А. В. Экологическое ресурсосведение. – Алматы : Қазақ университеті, 2004. – 238 с.
- 15 Чигаркин А. В. Геоэкология Казахстана (географические аспекты природопользования и охрана природы). – Алматы : Қазақ университеті, 2006. – 414 с.
- 16 Ясаманов Н. А. Основы геоэкологии. – М. : Академия, 2003. – 352 с.

## Содержание

Введение	3
1 Геоэкология: предмет и задачи	4
2 Экологические факторы и общие закономерности их воздействия на геосистемы	11
3 Экологически дестабилизированные природные среды	21
4 Антропоустойчивость геосистем	30
5 Экологические проблемы техногенеза	33
6 Природно-технические геосистемы – как объект системного геоэкологического анализа	37
7 Антропогенное воздействие на природную среду	39
8 Охрана атмосферного воздуха	42
9 Охрана земельных ресурсов и почв	49
10 Охрана ресурсов недр. Понятие термина «недра». Классификация природных ресурсов	55
11 Водные ресурсы и их рациональное использование	58
12 Охрана животного мира и растительности	64
13 Охрана ландшафтов. Классификация антропогенных ландшафтов по Ф.Н.Милькову	67
14 Охраняемые природные территории. Классификация и категории ОПТ	74
15 Экономические и эколого-хозяйственные аспекты охраны природы	77
16 Планы семинарских занятий	90
Тестовые задания для самоконтроля	102
Экзаменационные вопросы по курсу	107
Литература	109

Г. С. Ажаев

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Технический редактор З. Ж. Шокубаева  
Ответственный секретарь Е. В. Самокиш

Подписано в печать 01.07.2015г.

Гарнитура Times.

Формат 60x90/16. Бумага офсетная.

Усл.печ. л. 6,33 Тираж 300 экз.

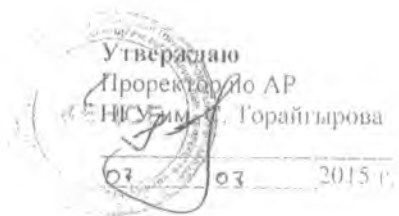
Заказ № 2636

Издательство «КЕРЕКУ»

Павлодарского государственного университета

им. С.Торайгырова

140008, г. Павлодар, ул. Ломова, 64



Составители: Г. С. Ажаев

**Кафедра «Географии и туризма»**

Геоэкология  
Учебно-методическое пособие

Одобрено на заседании кафедры 13 мая 2015 г.  
Протокол № 13

Заведующий кафедрой [Signature] Д. Д. Есимова

Одобрено учебно-методическим советом ФХТиЕ 30 05 2015 г.  
Протокол № 10

Председатель УМС [Signature] У. Д. Буркитбаева

Одобрено учебно-методическим советом Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова 23 06 2015 г.  
Протокол № 11

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФХТиЕ [Signature] К. К. Ахметов 30 05 2015 г.

**Нормоконтролер**

ОМК [Signature] Г. С. Баяхметова 30 06 2015 г.

**ОДОБРЕНО**

Начальник УМО [Signature] А. Б. Гемиргалнева 13 06 2015 г.