

Введение.....	5
Список используемых сокращений.....	8
Лекция 1 Основные понятия экологии.....	9
Контрольные вопросы к лекции 1.....	63
Лекция 2 Техногенное воздействие на окружающую среду .....	64
Контрольные вопросы к лекции 2.....	108
Лекция 3 Природопользование .....	109
Контрольные вопросы к лекции 3.....	125
Лекция 4 Экологическое законодательство и управление охраной окружающей среды и природопользованием.....	126
Контрольные вопросы к лекции 4.....	155
Лекция 5 Экологическое нормирование и экологический мониторинг.....	157
Контрольные вопросы к лекции 5.....	170
Лекция 6 Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды.....	171
Контрольные вопросы к лекции 6.....	176
Лекция 7 Воздействие производственной деятельности ПАО «Газпром» на окружающую среду.....	177
Контрольные вопросы к лекции 7.....	183
Лекция 8 Экологическая политика ПАО «Газпром» .....	184
Контрольные вопросы к лекции 8.....	206
Список рекомендуемых нормативных документов .....	207
Список рекомендуемой литературы.....	211
Приложение № 1      Глоссарий.....	213
Приложение № 2      Перечень фоллий .....	218
Комплект фоллий на CD	

## **Введение**

Научно-технический прогресс, результатом которого являются технические устройства, новые вещества, материалы, технологии обеспечивает человеку удовлетворение его жизненных потребностей, делает его жизнь все более комфортной. Однако, интенсивное потребление природных ресурсов, вмешательство человечества во все сферы природы вызывает зачастую резкое ухудшение ее состояния и, даже гибель уникальных природных комплексов, сокращение и исчезновение отдельных видов растений и животных, необратимые изменения в природной среде с трудно прогнозируемыми последствиями. Производственные отходы серьезно ухудшают качество поверхностных и подземных вод, воздушный бассейн на огромных пространствах теряет свои естественные свойства, резко сокращается площадь лесов, урбанизация серьезно влияет на природные ландшафты, химизация промышленного производства вносит существенные изменения в естественный круговорот веществ. Все более заметный дефицит некоторых природных ресурсов оказывает дестабилизирующее влияние на экономическую ситуацию в отдельных странах и в мире в целом. Негативные последствия техногенного воздействия на окружающую среду влияют, в том числе, и на здоровье людей.

Длительное время эти проблемы не осознавались как фундаментально опасные. Считалось, что человек может предотвратить негативные последствия своей деятельности на природу, повышая экологическую безопасность производства, совершенствуя технологии. Однако отдельные решения, например, вынос промышленных предприятий за городскую черту, применение очистных сооружений, увеличение высоты дымовых труб и т.п. способны лишь временно облегчить экологическую обстановку. Становится все более очевидным, что научно-технический прогресс ведет не к устранению зависимости общественного развития от природных условий, а к усложнению этой зависимости. Современное общество, с одной стороны, не может удовлетворить свои потребности без интенсивного вовлечения природных ресурсов в сферу производства, а с другой – оно вынуждено охранять природную среду, поскольку от ее состояния зависит сама жизнь на Земле.

Экологические проблемы не рождаются сами по себе, они являются следствием нашей технической и экологической малограмотности, а, зачастую, и безответственности. В основе решения этих проблем лежат экологическое сознание, экологическая культура и экологическое образование. Именно

поэтому глава XIII Федерального закона № 7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. посвящена экологическому образованию и просвещению для формирования экологической культуры, воспитания бережного отношения к природе и рационального использования природных ресурсов.

Комплекс мнений, настроений, идей, отражающих отношение человека к проблемам экологии, принято называть экологическим сознанием. То, что им обладает каждый человек, а также наличие общих для всех взглядов позволяет считать его массовым. Экологическое сознание – серьезная социальная сила, потому что именно оно формирует установки на соответствующую экологическую деятельность. Экологическое сознание формируется по законам, которые зависят от всей суммы фактов человеческой культуры, а также от фактов социального устройства и политической организации общества. Формирование экологического сознания – это процесс выработки и усвоения человеком определенных норм поведения по отношению к окружающей среде.

Распространение экологических знаний осуществляется посредством системы всеобщего и комплексного экологического образования. Эта система включает все уровни образования, а также распространение экологических знаний через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма и др.

Цель экологического образования – формирование у обучающихся экологической культуры и экологической ответственности, которая проявляется:

- в ответственности за состояние естественного природного окружения, определяющего условия жизни человека, на которые он оказывает то или иное воздействие в процессе своей жизнедеятельности;
- в ответственности за свое здоровье и здоровье других людей как личную и общественную ценность;
- в активной созидательной деятельности по охране окружающей среды, пропаганде идей оптимизации взаимодействия общества и природы.

Производственная деятельность человека может сопровождаться негативным воздействием на окружающую среду, нерациональным использованием природных ресурсов. Предотвращение этих факторов осуществляется путем природоохранной деятельности органов государственной власти, местного самоуправления, общественных объединений, юридических и физических лиц. Целью природоохранной деятельности является обеспечение экологической безопасности – состояния

защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия природного и техногенного (производственного) характера и его последствий.

Основным принципом деятельности ПАО «Газпром» является устойчивое развитие, под которым понимается динамичный экономический рост при максимально рациональном использовании природных ресурсов и сохранении благоприятной окружающей среды для будущих поколений.

Реализуя этот принцип ПАО «Газпром» стало одной из первых в России компаний, которая приняла политику в области охраны окружающей среды. Деятельность по уменьшению экологических рисков, улучшению системы экологического менеджмента и производственных показателей в области охраны окружающей среды основана на вовлечении в нее всего персонала компании. Для обеспечения этой деятельности в ПАО «Газпром» организовано непрерывное профессиональное и экологическое образование работников.

Работники компании должны обладать не только профессиональными компетенциями, но и определенным уровнем экологического образования, которое позволит анализировать и оценивать собственную производственную деятельность относительно ее воздействия на природную среду, обеспечит понимание глубинных процессов этого взаимодействия и позволит принимать рациональные и обоснованные решения.

Настоящий сборник должен использоваться для формирования экологического мышления, экологической культуры, понимания экологии как науки, осознания единства живой и неживой природы, законов их взаимодействия между собой.

В конце каждой лекции имеются вопросы для контроля (самоконтроля) полученных знаний, что позволяет использовать данный сборник, как в лекционном режиме, так и при самообразовании.

Отзывы и предложения по совершенствованию сборника следует направлять в филиал «Учебно-методическое управление газовой промышленности» негосударственного образовательного учреждения «Отраслевой научно-исследовательский учебно-тренажерный центр ОАО «Газпром» (филиал «УМУгазпром») по адресу: пр-т Вернадского, д. 41, стр. 1, Москва, а/я 26, 119415, факс/телефон (499) 580-40-03 (газ. (700) 3-40-03), телефоны: (499) 580-40-01 (газ. (700) 3-40-01), (499) 580-40-02 (газ. (700) 3-40-02). E-mail: umu@umu.gazprom.ru.

## **Список используемых сокращений**

В данном сборнике лекций используются следующие сокращения:

АГНКС – автомобильная газонаполнительная станция;

ГПА – газоперекачивающий агрегат;

ГРС – газораспределительная станция;

ДДТ – инсектицид наружного действия;

КС – компрессорная станция;

МГ – магистральный газопровод;

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду;

ООН – организация объединенных наций;

ООС – охрана окружающей среды;

ПДВ – предельно-допустимые выбросы;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДУ – предельно допустимый уровень;

ПР – природные ресурсы;

ПЭК – производственный экологический контроль;

ПЭМ – производственный экологический мониторинг;

СЭМ – система экологического менеджмента;

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы.

Определение других терминов, которые используются в данной учебно-программной документации можно узнать из глоссария, приведенного в приложении №1.

## **Лекция 1 Основные понятия экологии**

### **План лекции:**

- 1.1 История экологии.
- 1.2 Геосферы.
- 1.3 Среда обитания.
- 1.4 Биосфера.
- 1.5 Экологические факторы.
- 1.6 Экологическая ниша организма, популяция и стадия ее обитания.
- 1.7 Экологическая система.
- 1.8 Глобальные экологические проблемы.
- 1.9 Концепция устойчивого развития.

### **1.1 История экологии**

Термин «экология» образован от двух греческих слов (ойкос – дом, жилище, родина, и логос – наука), означающих дословно «наука о местообитании». В более общем смысле экология – это наука, изучающая взаимоотношение организмов и их сообществ с окружающей их средой обитания.

Как самостоятельная отрасль науки экология обязана своим происхождением немецкому биологу Эрнсту Геккелю (1834 – 1919), который во втором томе труда «Всеобщая морфология организмов» дал ей следующее определение: «Под экологией мы понимаем общую науку об отношениях организмов с окружающей средой, куда мы относим в широком смысле все «условия существования». Они частично органической, частично неорганической природы ...».

Как и большинство наук, экология имеет длительную предысторию. Ее обособление в качестве самостоятельной науки в середине XIX в. представляет собой естественный этап накопления большого объема научных знаний о природе. Еще в трудах античных философов встречаются первые попытки обобщения сведений об образе жизни животных и растений, зависимости их от среды обитания, характере распределения и своеобразии в разных природно-климатических условиях.

В средние века интерес к изучению природы ослабел под давлением богословия и схоластики, но возобновился в эпоху Возрождения. Великие географические открытия и последовавшая за ними колонизация новых стран послужили толчком к развитию систематики – науки о разнообразии всех

организмов на планете. Исследователи составляли подробнейшие описания растений и животных, условий их местообитания.

В индустриальную эпоху экология совершила большой скачок, став одной из наиболее значимых наук, в центре изучения которой находится сложная система, включающая живые организмы и окружающую их среду. Ее сложность обусловлена не только разнообразием составляющих ее элементов, но и многообразием возникающих между ними связей. Чтобы эффективно управлять природной средой, недостаточно ограничиваться исследованием составляющих сложную систему элементов живой и неживой природы, необходимо учитывать и воздействующие на них объекты (сооружения, механизмы, вещества), созданные человеком.

В настоящее время значение экологии как науки и спектр изучаемых ею проблем очень велики, поэтому современное понятие экологии имеет более широкое толкование. Сформировались различные ее отрасли. Так, биоэкология («классическая» экология, сформировавшаяся в рамках биологии) изучает взаимоотношение организмов (особей, популяций особей) между собой и окружающей средой;

геоэкология – состав, строение, свойства процессов, физических и геохимических полей Земли как среды обитания человека и других организмов;

химическая экология – воздействие на окружающую среду химических веществ и возможные пути уменьшения их отрицательного влияния;

промышленная экология – взаимовлияние промышленных и природных комплексов и т.д.

общая экология объединяет разнообразные экологические знания на едином научном фундаменте. Ее ядром является теоретическая экология, которая устанавливает общие закономерности функционирования экологических систем.

Таким образом, современная экология представляет собой комплекс наук, который изучает функциональные взаимосвязи между организмами (включая человека и человеческое общество в целом) и окружающей их средой, круговорот веществ и потоков энергии, делающих возможной жизнь.

## **1.2 Геосферы**

Согласно современным представлениям возраст Земли оценивается в 4,5 – 4,6 млрд лет. Формирование Земли сопровождалось дифференциацией вещества, результатом которой стало разделение ее на концентрически расположенные слои – геосферы (от греч. гео – Земля, сфера – шар),

различающиеся химическим составом, агрегатным состоянием и физическими свойствами (показано на фоллиях 1, 2).

В центре образовалось ядро Земли, окруженное мантией. Из наиболее легких компонентов вещества, выделившихся из мантии, возникла расположенная над мантией земная кора – «твердая» Земля, заключающая в себе почти всю массу планеты. Далее возникли водная и воздушная оболочки нашей планеты. Ядро Земли – занимает центральную область нашей планеты. Это самая глубокая геосфера, состоящая предположительно из железа и никеля. Она имеет температуру плавления порядка  $4500^{\circ}\text{C}$ .

Мантия – наиболее мощная оболочка Земли, занимающая  $2/3$  ее массы и большую часть объема. Температура мантии составляет около  $2500^{\circ}\text{C}$ , при этом вещество мантии благодаря высокому давлению, скорее всего, находится в кристаллическом состоянии.

Литосфера – твердая оболочка Земли (земная кора) с частью подстилающей ее мантии, которая образует слой толщиной порядка 100 км, слагаемый в верхней части гранитами, в нижней – базальтами.

Гидросфера – водная оболочка Земли представлена Мировым океаном (занимает 71% поверхности планеты), пресными водами рек и озер, ледниковыми и подземными водами. Общие запасы воды на Земле составляют  $1,5$  млрд  $\text{км}^3$ . Из этого количества 97% приходится на соленую морскую воду, 2% составляет замерзшая вода ледников и только 1% – пресная вода. Гидросфера – это сплошная оболочка Земли, так как моря и океаны переходят в подземные воды на суше, а между сушей и морем идет постоянный круговорот воды, ежегодный объем которого составляет примерно 100 тыс.  $\text{км}^3$ . Ледники, занимающие  $1/10$  часть поверхности Земли, также являются частью гидросферы нашей планеты. Именно в них содержится  $3/4$  пресной воды.

Атмосфера – воздушная оболочка Земли, окружающая ее и вращающаяся вместе с ней. Она состоит из воздуха – смеси газов (азота, кислорода, инертных газов, водорода, углекислого газа, паров воды). Кроме того, воздух содержит большое количество пыли и различных примесей, порождаемых геохимическими и биологическими процессами на поверхности планеты.

Атмосфера Земли имеет слоистое строение, причем слои отличаются по физическим и химическим свойствам. Важнейшими из них являются температура и давление, изменение которых лежит в основе выделения атмосферных слоев: тропосферы, стратосферы, ионосферы, мезосферы, термосферы и экзосферы (показано на фоллии 3).



Тропосфера – это нижний слой атмосферы, толщиной от 8 км в полярных областях до 18 км на экваторе. В тропосфере сосредоточено более 80% всей массы атмосферного воздуха, преобладающая часть водяного пара. В ней возникают облака, формируются все виды осадков, атмосферные фронты, развиваются циклоны и антициклоны, а также другие процессы, определяющие погоду и климат на нашей планете. При подъеме в тропосфере падает давление, температура понижается в среднем на 0,65 градуса через каждые 100 м.

Стратосфера – следующий, расположенный выше тропосферы, слой атмосферы толщиной до 50 км. Характеризуется повышением температуры из-за поглощения солнечного излучения озоном.

Ионосфера – часть атмосферы, начинающаяся с высоты 50 км и состоящая из ионов (электрически заряженных частиц воздуха). Ионизация воздуха происходит под действием Солнца.

Мезосфера начинается с высоты 80 км. Ее роль состоит в поглощении ультрафиолетовой радиации Солнца озоном, водяным паром и углекислым газом.

Термосфера находится на высоте 90 – 400 км. В ней происходят основные процессы поглощения и преобразования солнечного ультрафиолетового и рентгеновского излучений.

Верхняя область атмосферы, простирающаяся от 450– 800 км до 2000 – 3000 км, называется экзосферой. В ней содержатся атомарный кислород, гелий и водород. Часть этих элементов постоянно уходит в космическое пространство.

Магнитосфера – это внешняя и наиболее протяженная оболочка Земли, за пределами которой находится космическое пространство – космосфера. Магнитосфера представляет собой область, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц космического происхождения.

Все оболочки Земли взаимодействуют между собой, с космическим пространством и подвергаются воздействию деятельности человека (показано на фоллии 4).

### **1.3 Среда обитания**

Существование человека, как и любого другого живого организма, невозможно вне среды его обитания. Компоненты природной среды – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой

атмосферы и околоземное космическое пространство обеспечивают в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле. Составные части и свойства природной среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями. Так, некоторые животные приспособились к низким температурам и могут нормально существовать в районах Крайнего Севера (песцы, белые медведи), а другие способны жить только в тропиках. На определенной территории, в одинаковых климатических условиях проживают определенные группы организмов, приспособленные к существованию в данной среде обитания.

На планете Земля различают следующие виды сред обитания: водная, наземно-воздушная, наземная, наземно-водная, почвенная, живой организм. Они различаются по агрегатному состоянию, плотности, наличию и различному содержанию кислорода и другим параметрам.

Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-воздушной средой, создали и заселили почву. Специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов.

Водная среда характеризуется жидким агрегатным состоянием и в зависимости от глубины может быть как аэробной, т.е. содержащей кислород (воздух) – поверхностные слои различных водоемов, так и анаэробной, не содержащей кислорода (воздуха) – на больших глубинах океана, в водоемах с высокой температурой. Водная среда богата пищевыми ресурсами, в ней в далеком геологическом прошлом зародилась жизнь. В этой среде формы организмов многообразны и существуют организмы, которые дышат как растворенным в воде кислородом, так и кислородом, содержащимся в атмосфере (аэробные); живут в воде и анаэробные организмы. В водной среде обитают различные простейшие, водоросли, рыбы, членистоногие, моллюски, иглокожие и представители других типов и классов животного и растительного мира.

Водно-наземная среда является пограничной и сочетает в себе свойства водной и наземной среды. Эта среда явилась причиной возникновения особой формы организмов (амфибий или земноводных), которые сочетают признаки и водных, и наземных животных. Эти животные способны дышать и

атмосферным воздухом, и кислородом, растворенным в воде. Цикл их жизни тесно связан с водной средой. Некоторые организмы, живущие в этой среде, дышат только атмосферным кислородом, но добывают пищу в водной среде. Данная среда является «комфортной» с точки зрения добычи воды организмом. В этой среде живут разнообразные виды и животных (млекопитающих, птиц, членистоногих, амфибий и др.) и растений, приспособленных к высокой влажности (гигрофиты).

Наземная среда характеризуется тем, что животные живут на поверхности земли в нижней части воздушного океана, как правило, вдали от водоемов. Эта среда характеризуется твердым агрегатным состоянием субстрата, газообразным состоянием местообитания, разнообразным водным режимом, т.е. условия этой среды весьма многообразны, что определяет многообразие приспособлений организмов к этой среде. В ней проживают многочисленные виды простейших, грибов, лишайников, водорослей, высших растений, птиц, зверей и т.д.

Специфической средой обитания является почвенная – почва и более глубокие слои заселенной организмами литосферы. Эта среда твердая, трудная для перемещения, характеризуется отсутствием света, насыщена молекулярным кислородом, может содержать капельножидкую воду, способную быть средой обитания простейших, богата минеральными солями и различными органическими веществами. Эта среда очень благоприятна для жизнедеятельности различных организмов, поэтому является плотно заселенной средой обитания. В ней живут разнообразные представители типа простейших, различные водоросли, грибы, многообразные виды червей, моллюсков, различные представители высших животных. Почва является субстратом различных видов высших растений, для которых характерна наземная среда.

Наземно-воздушная среда характеризуется тем, что она является газообразной (ее воздушная часть) и твердой (наземная часть). На поверхности земли организмы укрепляются (растения, некоторые грибы) или строят убежища (животные). В воздухе организмы находят пищу и кислород. Это аэробная среда, в которой осуществляется интенсивный обмен газов и воды, а воду, необходимую для жизнедеятельности живых существ, необходимо добывать и сохранять. Поэтому живущие в этой среде организмы приспособлены к добыванию и сохранению влаги, а животные обладают способностью к достаточно быстрому и активному перемещению. В этой среде

живут птицы, многие виды членистоногих (например насекомые), млекопитающие, различные виды покрытосеменных и т. д.

Живой организм как среда обитания других организмов представляет собой специфическую среду обитания для паразитических организмов. Это, как правило, среда, лишенная молекулярного кислорода, поэтому в ней живут преимущественно анаэробные организмы. Паразитические организмы могут жить внутри, и вне организма. Условия их жизни могут быть весьма разнообразными, поэтому формы таких организмов также многообразны. В данной среде нет необходимости добывать и отыскивать питательные вещества, что налагает определенный отпечаток на строение подобных организмов. В этой среде живут различные болезнетворные организмы, а также некоторые организмы, которые вступают с организмом-хозяином во взаимно-полезное сожительство (примером последних являются клубеньковые бактерии, обитающие в корневых системах бобовых растений).

#### **1.4 Биосфера**

Биосфера – это наружная оболочка Земли, область распространения жизни, которая включает все живые организмы и все элементы неживой природы, образующие среду обитания живых.

Согласно взглядам основоположника современного учения о биосфере – выдающегося русского геохимика Владимира Ивановича Вернадского (1868 – 1945) с момента возникновения жизни на нашей планете происходил процесс длительного формирования определенного единства живой и косной (неживой) материи, т.е. биосферы (от греч. биос – жизнь, сфера – шар). Согласно В.И. Вернадскому, жизнь подчиняет себе другие планетарные процессы, определяет химическое состояние наружной коры нашей планеты. Живые организмы, существующие, стареющие и умирающие порождают в течение сотен миллионов лет всеобщий планетарный процесс – миграцию химических элементов, движение земных атомов. Живое вещество рассматривается В.И. Вернадским в качестве носителя свободной энергии в биосфере.

Биосфера, как показано на фоллии 5, включает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу, а также часть литосферы.

В пределах биосферы выделяют две категории слоев: собственно биосферу (общая протяженность по вертикали 12 – 17 км), где живое вещество локализовано постоянно, а также расположенные выше и ниже ее слои, в которые живые организмы могут попадать лишь случайно.

Верхней границей биосферы является озоновый слой (озоносфера) – слой атмосферы в пределах стратосферы, расположенный на разной высоте от поверхности Земли и имеющий наибольшую плотность (концентрацию молекул) озона на высоте 22 – 26 км. Выше озонового слоя существование жизни без специальной защиты невозможно из-за жесткого ультрафиолетового излучения Солнца.

Нижней границей биосферы считаются донные отложения океана и верхние горизонты литосферы, подвергающиеся ныне (или подвергавшиеся в прошлом) воздействию живых организмов (глубина примерно 15 км).

С учетом протяженности всех названных слоев по вертикали общая толщина биосферы достигает 35 км.

Более 99% всего вещества в верхних слоях литосферы трансформировано живыми организмами. Биотические компоненты биосферы включают растения (фитосфера), животных (зоосфера) и микроорганизмы (микробосфера). К биосфере относится человеческое общество.

Живое вещество рассматривается как особое проявление термодинамических, физических и химических условий планеты, способное организовать их таким образом, чтобы иметь максимальную во времени и пространстве устойчивость своей структуры. Иначе говоря, биосфера – это геологическая земная оболочка, не только охваченная жизнью, но и структурно ею организованная. Таким образом, важнейшими особенностями биосферы являются ее организованность и устойчивое динамическое равновесие. Организованность означает, что биосфера – это не хаос разрозненных составляющих, а единое целое.

### **1.5 Экологические факторы**

В основе взаимодействия организмов и окружающей их среды находятся причинно-следственные отношения. Организм получает из окружающей среды информацию в виде определенных сигналов, имеющих материальную природу, и реагирует на эти сигналы. При помощи подобных сигналов осуществляется управление жизнедеятельностью организма. В экологии поступающие к организму сигналы называют факторами.

Экологический фактор – это любой элемент окружающей среды, способный оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм хотя бы на одном из этапов его индивидуального развития, или любое условие среды, на которое организм отвечает приспособительными реакциями.

Окружающая среда характеризуется огромным разнообразием экологических факторов (влажность, температура, давление, состав пищи, количество хищников, химическое соединение газов в воздухе и т.п.), в том числе и пока не известных.

Каждый живой организм в течение всей своей жизни находится под воздействием множества экологических факторов, различающихся происхождением, качеством, количеством, временем воздействия.

Все экологические факторы в общем случае могут быть сгруппированы в три крупных категории (показано на фоллии 6):

- абиотические – факторы неживой (косной) природы
- биотические – факторы живой природы
- антропогенные – факторы, связанные с воздействием человека на природу.

Факторами неживой (неорганической) природы, прямо или косвенно воздействующим на живые организмы, являются климатические (солнечная радиация, световой режим, температура, влажность, атмосферные осадки, ветер, давление и др.), почвенные (важны для организмов, обитающих в почве) и гидрографические (важны для организмов обитающих в водной среде).

Абиотические факторы можно разделить также на космические и факторы наземной среды. Рассмотрим отдельные примеры экологических факторов.

Космические факторы. Биосфера, как среда обитания живых организмов не изолирована от сложных процессов, протекающих в космическом пространстве, причем связанных непосредственно не только с Солнцем. На Землю попадает космическая пыль, метеоритное вещество. Земля периодически сталкивается с астероидами, сближается с кометами. Через Галактику проходят вещества и волны, возникающие в результате вспышек сверхновых звезд. Разумеется, наша планета наиболее тесно связана с процессами, происходящими на Солнце, с так называемой солнечной активностью. Суть этого явления состоит в превращении энергии, накапливающейся в магнитных полях Солнца, в энергию движения газовых масс, быстрых частиц, коротковолнового электромагнитного излучения.

В активных областях Солнца могут происходить взрывоподобные выделения энергии, сопровождающиеся выбросами плазмы, внезапным появлением солнечных космических лучей, усилением коротковолнового и радиоизлучения.

Солнечная активность влияет на ряд жизненных процессов на Земле.

К числу важнейших космических факторов относится связанное с солнечной активностью электромагнитное излучение с широким диапазоном длин волн. Поглощение атмосферой Земли коротковолнового излучения приводит к образованию своего рода защитных оболочек, в частности озоносферы. Озон образуется в результате реакции между атомарным (O) и молекулярным (O<sub>2</sub>) кислородом именно под воздействием ультрафиолетового излучения.

Из других космических факторов следует назвать корпускулярное излучение Солнца. Солнечная корона (верхняя часть, солнечной атмосферы), состоящая в основном из ионизированных атомов водорода с примесью гелия, непрерывно расширяется. Покидая корону, этот поток водородной плазмы распространяется в радиальном направлении и достигает Земли. Его и называют солнечным ветром. Он заполняет всю область солнечной системы и постоянно обтекает Землю, взаимодействуя с ее магнитным полем. Понятно, что это связано с динамикой магнитной активности (например, магнитные бури) и непосредственно сказывается на жизни на Земле.

Изменения ионосферы в полярных областях Земли связаны также с солнечными космическими лучами. Это распространяющиеся со скоростью света протоны – ядра атомов водорода, которые вызывают ионизацию. При мощных вспышках солнечной активности воздействие солнечных космических лучей может кратковременно превышать обычный фон галактических космических лучей. В настоящее время наукой накоплено много фактических материалов, иллюстрирующих влияние космических факторов на биосферные процессы. Доказана, в частности, чувствительность беспозвоночных животных к изменениям солнечной активности, установлена корреляция ее вариаций с динамикой нервной и сердечно-сосудистой систем человека, а также с динамикой заболеваний – наследственных, онкологических, инфекционных и др.

Абиотические факторы наземной среды. Абиотическая компонента наземной среды (суши) включает совокупность климатических и почвенно-грунтовых условий, т.е. множество динамичных во времени и пространстве элементов, связанных друг с другом и влияющих на живые организмы. Рассмотрим главные климатические факторы.

Лучистая энергия Солнца. Солнечная радиация является основным источником энергии, определяющим тепловой баланс и термический режим

биосферы. Энергия солнечного излучения распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Около 99% ее составляют лучи с длиной волны 170–4000 нм, в том числе 48% приходится на видимую часть спектра с длиной волны 400–760 нм, а 45% – на инфракрасную (длина волны от 750 нм до  $10^{-3}$  м), около 7 % – на ультрафиолетовую (длина волны менее 400 нм). В процессах фотосинтеза наиболее важную роль играет фотосинтетически активная радиация (380–710 нм).

Количество энергии солнечного излучения, поступающего к Земле (к верхней границе атмосферы), практически постоянно и оценивается значением 8,3 Дж/(см<sup>2</sup>×мин). Эта величина называется солнечной постоянной. Однако приход энергии солнечного излучения к поверхности самой Земли существенно колеблется в зависимости от ряда условий: высоты Солнца над горизонтом, широты, состояния атмосферы и др. Форма Земли (геоид) близка к шарообразной. Поэтому наибольшее количество солнечной энергии поглощается в низких широтах (экваториальный пояс), где температура воздуха у земной поверхности, как правило, выше, чем в средних и высоких широтах. Приход энергии солнечного излучения в разные районы земного шара и ее перераспределение определяют климатические условия этих районов.

Проходя через атмосферу, солнечное излучение рассеивается на молекулах газов, на взвешенных примесях (твердых и жидких), поглощается водяными парами, озоном, диоксидом углерода, пылевидными частицами. Рассеянное солнечное излучение частично доходит до земной поверхности. Его видимая часть создает свет днем при отсутствии прямых солнечных лучей, например при сильной облачности. Общий приход теплоты к поверхности Земли зависит от суммы прямого и рассеянного излучения, которая увеличивается от полюсов к экватору.

Энергия солнечного излучения не только поглощается поверхностью Земли, но и отражается ею в виде потока длинноволнового излучения. Более светло окрашенные поверхности отражают свет более интенсивно, чем темные. Так, чистый снег отражает 80–95%, загрязненный – 40–50, черноземная почва – 5–14%, светлый песок – 35–45%. Отношение отражаемого поверхностью потока солнечного излучения к поступившему называется альбедо.

Антропогенная деятельность существенно влияет на климатические факторы, изменяя их режимы. Так, массовые выбросы в атмосферу твердых и жидких частиц от промышленных предприятий могут резко изменить режим рассеивания солнечного излучения в атмосфере и уменьшить приход теплоты к



поверхности Земли. Уничтожение лесов и иной растительности, создание крупных искусственных водохранилищ на бывших территориях суши увеличивает отражение энергии, а загрязнение пылью, например, снега и льда – наоборот, увеличивает поглощение, что приводит к их интенсивному таянию.

Глобальные последствия антропогенной деятельности, чреватые экологическими катастрофами, сводят обычно к двум гипотетическим явлениям: парниковому эффекту и ядерной зиме.

**Парниковый эффект.** Солнечные лучи проникают сквозь земную атмосферу к поверхности Земли. Однако накопление в атмосфере диоксида углерода, оксидов азота, фторхлоруглеводородов (фреонов) приводит к тому, что тепловое длинно-волновое излучение Земли поглощается атмосферой. Это приводит к накоплению избыточной теплоты в приземном слое воздуха, т.е. нарушается тепловой баланс планеты, как показано на фоллии 7. Такой эффект подобен тому, который мы наблюдаем в покрытых стеклом или пленкой парниках. В результате температура воздуха у земной поверхности может возрасти: прогнозируется, что если содержание  $\text{CO}_2$  возрастет с 336 частей на миллион в настоящее время до 400–450 частей на миллион в будущем, то температура воздуха поднимется на 1,0–1,5°C.

Сейчас ежегодное возрастание содержания  $\text{CO}_2$  оценивается в 1–2 части на миллион. Такая ситуация, как считают, может привести к катастрофическим изменениям климата, в частности к массовому таянию ледников и подъему уровня Мирового океана.

**Ядерная зима.** Возможна как следствие ядерных (в том числе локальных) войн. В результате ядерных взрывов и неизбежных после них пожаров тропосфера окажется насыщенной твердыми частицами пыли, пепла. Земля окажется закрытой (экранированной) от солнечных лучей в течение многих недель и даже месяцев, т.е. наступит так называемая «ядерная ночь». Одновременно в результате образования оксидов азота произойдет разрушение озонового слоя планеты.

Экранирование Земли от солнечного излучения приведет к сильному понижению температуры с неизбежным снижением урожаев, массовой гибелью живых организмов, включая человека, от холода и голода. А те организмы, которые сумеют пережить данную ситуацию до восстановления прозрачности атмосферы для солнечных лучей, окажутся под воздействием жесткой ультрафиолетовой радиации (из-за разрушения озона) с неизбежным нарастанием частоты раковых и генетических заболеваний.

Фотопериодизм. С лучистой энергией Солнца связана освещенность земной поверхности, определяющаяся продолжительностью и интенсивностью светового потока. Вследствие вращения Земли происходит периодическое чередование темного и светлого времени суток, а также изменение продолжительности светового дня. Поскольку данный фактор имеет правильную периодичность, то его значение для жизни исключительно велико. У растений и животных в процессе эволюции выработались глубокие физиологические, морфологические и поведенческие адаптации к динамике освещенности. У всех животных, включая человека, существуют так называемые суточные ритмы активности. Многие растения распускают цветы в дневное время и закрывают их ночью, а процессы фотосинтеза и дыхания, световые и темповые реакции наглядно демонстрируют приспособленность живого к освещенности.

Требования организмов к определенной продолжительности темного и светлого времени носят название фотопериодизма, причем особенно важное значение имеют сезонные колебания освещенности. Для некоторых организмов, например насекомых, характерны пороговые длины дня. Так, если продолжительность дня меньше 15 ч, то развитие поколения у такой известной бабочки, как капустница, может задерживаться. Прогрессивная тенденция к уменьшению продолжительности светового дня от лета к осени служит информацией для подготовки к зимовке или спячке. Поскольку фотопериодические условия зависят от широты, у ряда видов (в первую очередь у насекомых) могут образовываться географические расы, различающиеся по пороговой продолжительности дня.

Влажность воздуха. Влажностью называют содержание в воздухе водяного пара. Наиболее богаты влагой нижние слои атмосферы (до высоты 1,5–2,0 км), где концентрируется примерно 50% всей влаги. Содержание водяного пара в воздухе зависит от температуры последнего: при каждой конкретной температуре существует определенный предел насыщения воздуха парами воды, называемый максимальным насыщением.

Обычно содержание паров воды в воздухе не достигает возможного максимума. Разница между максимально возможным и данным конкретным насыщением называется дефицитом влажности или недостатком насыщения. Это важнейший экологический показатель, широко используемый в сельском и лесном хозяйстве.

Фактическое содержание водяных паров в воздухе в данный момент времени, выраженное в Паскалях или в мм ртутного столба, называют абсолютной влажностью, а выраженное в процентах по отношению к максимально возможному – относительной.

Осадки. Атмосферные осадки – это вода в жидком (капли) или твердом состоянии, выпадающая на земную поверхность из облаков или осаждающаяся непосредственно из воздуха вследствие сгущения водяного пара. Из облаков могут выпадать дождь, снег, морось, ледяной дождь, снежные зерна, ледяная крупа, град. Количество выпавших осадков измеряется толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах.

Осадки тесно связаны с влажностью воздуха и представляют собой результат конденсации водяных паров. Вследствие конденсации в приземном слое воздуха образуются росы, туманы, а при низких температурах наблюдается кристаллизация влаги. Конденсация и кристаллизация паров воды в более высоких слоях атмосферы образуют облака различной структуры и являются причиной атмосферных осадков. Осадки – важнейшее звено в круговороте воды на Земле, причем в разных широтах количество осадков резко колеблется. Выделяют влажные (гумидные) и сухие (аридные) зоны земного шара. Максимальное количество осадков выпадает в зоне тропических лесов (до 2000 мм/год), в то время как в аридных зонах (например, в пустынях) – 0,18 мм/год.

Атмосферные осадки – важнейший фактор, определяющий процессы загрязнения природной среды. Присутствие водяных паров (тумана) в воздухе при одновременном поступлении в него, например, диоксида серы приводит к тому, что последний окисляется до триоксида серы. В условиях застоя воздуха (штиль) образуется устойчивый токсичный туман. Подобные вещества могут вымываться из атмосферы и выпадать на поверхность суши и океана. Типичным результатом являются так называемые кислотные дожди. Твердые примеси в атмосфере могут служить ядрами конденсации влаги, вызывая разные формы осадков.

Движение воздушных масс (ветер). Как известно, причиной образования ветровых потоков и перемещения воздушных масс является неравномерный нагрев разных участков земной поверхности, связанный с перепадами давления. Ветровой поток направлен в сторону меньшего давления, но и вращение Земли также влияет на циркуляцию воздушных масс в глобальном масштабе. В приземном слое воздуха движение воздушных масс оказывает

влияние на все метеорологические факторы окружающей среды, т.е. на климат, включая режимы температуры, влажности, испарения с поверхности суши и моря, также транспирацию растений.

Ветровые потоки – важнейший фактор переноса, рассеивания и выпадения загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от промышленных предприятий, транспорта. Сила и направление ветра определяют режимы загрязненности окружающей среды. Определенные их сочетания рассматриваются как неблагоприятные метеорологические условия, способствующие длительному сильному загрязнению воздуха в районах промышленных предприятий и проживания людей.

Специфика метеорологических факторов того или иного региона учитывается при строительстве предприятий и установлении им разрешенных величин выбросов в атмосферу.

Давление атмосферы. Нормальным давлением принято считать 101,3 кПа (760 мм рт. ст.). В пределах поверхности земного шара существуют постоянные области высокого и низкого давления, причем наблюдаются сезонные и суточные минимумы и максимумы давления в одних и тех же точках. Различаются также морской и континентальный типы динамики атмосферного давления. Периодически возникающие области низкого давления характеризуются мощными потоками воздуха, движущегося по спирали и перемещающегося в пространстве к центру, которые носят название циклонов. Циклоны связаны с неустойчивой погодой и большим количеством осадков. В противоположность им, антициклоны характеризуются устойчивой погодой, низкими скоростями ветра, в ряде случаев температурными инверсиями. При антициклонах могут возникать неблагоприятные с точки зрения переноса и рассеивания примесей метеорологические условия.

Абиотические факторы почвенного покрова. Почва – рыхлый поверхностный горизонт суши, способный производить урожай растений. Важнейшим свойством почвы является ее плодородие, т.е. способность обеспечивать органическое и минеральное питание растений. Плодородие зависит от физических и химических свойств почвы.

Почва – продукт физического, химического и биологического преобразования (выветривания) горных пород, является трехфазной средой, содержащей твердые, жидкие и газообразные компоненты. Она формируется в результате сложных взаимодействий климата, растений, животных,

микроорганизмов и рассматривается как биокосное тело, содержащее живые и неживые компоненты.

Существует множество типов почв, связанных с различными климатическими условиями и спецификой процессов ее образования.

Поскольку климат Земли характеризуется определенной поясностью, связанной с количеством приходящего солнечного излучения, почвы также характеризуются определенной поясностью, хотя пояса далеко не всегда имеют сплошной характер. Среди главнейших типов почв России можно назвать тундровые, подзолистые почвы таежно-лесной зоны (самые распространенные), черноземы, серые лесные почвы, каштановые почвы (к югу и востоку от черноземных), бурые почвы (характерны для сухих степей и полупустынь), красноземы, солончаки и др.

В результате перемещения и превращения веществ почва обычно расчленяется на отдельные слои, совокупность которых образует профиль почвы, как показано на фолии 8. Соотношение и протяженность слоев (горизонтов) по глубине зависит от типа почвы, но в общем случае (например, у подзолистых почв) самый верхний горизонт, содержащий продукты перегнивания органики, является наиболее плодородным. Он называется гумусовым или перегнойным, имеет зернисто-комковатую или слоистую структуру. Избыток или недостаток гумуса определяет плодородие почвы. Именно в нем происходят сложные физико-химические процессы, в результате которых образуются элементы питания растений.

Гумус имеет разную окраску. В условиях плодородных черноземных почв гуминовые вещества придают ему темный цвет, а в условиях подзолистых лесных почв северной и средней полосы он, в основном, светлый.

Гумус представляет собой растительные и животные остатки, разложившиеся под воздействием микроорганизмов, разрушающих крахмал, целлюлозу, белковые соединения, лигнин. Его мощность по глубине 10–15 см.

Над гумусовым горизонтом располагается слой растительного опада, который принято называть подстилкой. Он состоит из еще не разложившихся растительных остатков.

Ниже гумусового горизонта расположен малоплодородный белесый слой толщиной 10–12 см. Питательные вещества вымыты из него водой или кислотами. Поэтому его называют горизонтом вымывания или выщелачивания (элювиальным). Собственно он и является подзолистым горизонтом. Слабо растворяются и остаются в этом горизонте кварц и оксид кремния. В

черноземных, каштановых и ряде других типов почв подзолистый горизонт отсутствует.

Далее расположен горизонт вымывания (или иллювиальный), где накапливаются вымытые из вышележащих горизонтов минеральные и органические соединения. Он имеет плотную структуру, обычно темную окраску. Еще ниже залегает материнская порода.

Важнейшими химическими свойствами почвы, превращающими ее в уникальный реактор, являются концентрация солей в почвенном растворе, кислотность, оказывающая решающее влияние на активность микроорганизмов и усвоение растениями азота, а также обменная или поглощательная способность почвы, связанная с суммой обменных оснований почвенных коллоидов.

Геоморфологические факторы. Геоморфология – наука о рельефе. Эти факторы имеют преимущественно косвенное значение, поскольку, например, отметка местности (высота) собственно экологическим фактором не является. Но от высоты, от степени крутизны склона горы или холма, ориентации склона относительно стран света, общей структуры рельефа зависит весь комплекс микроклиматических и почвенных факторов. Кроме того, крутизна склона и особенности его поверхности могут сказываться на развитии корневых систем растений, их внешнем строении: в горных условиях ряд древесных пород приобретает низкорослость, стелющиеся (так называемые стланиковые) формы. Рельеф оказывает влияние на процессы почвообразования, причем почвы на склонах особенно ранимы и уничтожение растительности (например, при рубках леса), усиленная пастбища скота вызывают разрушение почв (эрозию). Существует ряд ограничений на вырубку лесов в горах, на иные виды пользования.

Рельеф местности является одним из важнейших факторов, от которых зависит перенос, рассеивание и накопление вредных примесей в атмосферном воздухе. Расположенные в низинах населенные пункты в зонах рассеивания промышленных выбросов подвергаются сильному застою загрязнению, а растительность – угнетению вплоть до гибели.

Различают самые крупные формы рельефа, связанные с процессами горообразования (макрорельеф), формы с колебаниями высоты от 1 до 10 м (мезорельеф). и самые мелкие формы с перепадами в пределах десятков сантиметров (микрорельеф).

Абиотические факторы водной среды. Водные объекты (акватории) занимают преобладающую часть всей биосферы Земли. Из общей площади ее поверхности (510 млн км<sup>2</sup>) на долю Мирового океана приходится 361 млн км<sup>2</sup> (71%). Океан – главный накопитель солнечной энергии, т.к. вода обладает высокой теплоемкостью.

Плотность воды в 800 раз, а вязкость – примерно в 55 раз больше, чем воздуха. Поэтому водная среда очень своеобразна и влияет на образ жизни и жизненные формы ее обитателей.

Водная оболочка (гидросфера) включает: соленые воды Мирового океана и внутренних морей; пресные воды суши, сосредоточенные в горных льдах, реках, озерах, болотах. Рассмотрим экологические характеристики водной среды.

Подвижность, т.е. постоянное перемещение и перемешивание водных масс в пространстве, способствует поддержанию относительной гомогенности (однообразию) их физических и химических характеристик.

Температурная стратификация (расслаивание) – это изменение температуры воды по глубине водного объекта. В летний период поверхностные воды нагреваются сильнее, чем глубинные. Поскольку более теплая вода является менее вязкой, то ее циркуляция происходит в поверхностном, нагретом слое и с более вязкой холодной водой она не смешивается. Между теплым и холодным слоем образуется промежуточная зона с резким перепадом температуры. Температурная стратификация воды оказывает решающее влияние на размещение в воде живых организмов и на перенос и рассеивание примесей, поступающих из промышленных, сельскохозяйственных и бытовых стоков.

Общий температурный режим, связанный с периодическими (годовыми, сезонными, суточными) изменениями температуры, также является важнейшим условием обитания живых организмов в воде.

Прозрачность воды определяет проникновение в толщу солнечного света и световой режим. От прозрачности (обратной ей характеристики – мутности) зависит фотосинтез фитопланктона, высших водных растений. Накопление биомассы возможно лишь в пределах освещенной толщи воды, где процессы фотосинтеза преобладают над процессами дыхания.

Мутность связана с содержанием в воде взвешенных веществ, в том числе поступающих в водные объекты с промышленными и иными стоками.

Соленость также является важнейшим фактором для обитающих в воде организмов. Соленость связана с содержанием в воде растворенных карбонатов, сульфатов, хлоридов. В пресных водах их содержание невелико, причем до 80% составляют карбонаты. Воды открытого океана содержат в среднем 35 г/л солей, Черного моря – 19, Каспийского – около 13, Мертвого – 260 г/л с преобладанием хлоридов кальция, калия, натрия, магния.

Растворенные газы также являются важной характеристикой воды. Первоочередное значение имеют кислород и углекислый газ, от которых зависят фотосинтез и дыхание водообитающих организмов. Перерасход кислорода на дыхание водных обитателей и окисление поступающих в воду загрязняющих веществ ведет к преобладанию анаэробных процессов, «загниванию» воды, избытку мертвой органики.

Кислотность воды. Распространение и жизнедеятельность организмов в воде зависит от ее кислотности. Каждый вид гидробионта адаптирован (приспособлен) к определенному значению pH: одни предпочитают кислую среду, другие – щелочную, третьи – нейтральную. Промышленные, сельскохозяйственные, бытовые стоки существенно изменяют этот показатель, что приводит к смене одних групп водных обитателей другими.

Биотические факторы обусловлены влиянием жизнедеятельности одних организмов на другие. Взаимоотношения между организмами чрезвычайно сложны и многообразны. В целом их можно условно разделить на прямые и опосредованные.

Прямые заключаются в основном в непосредственных связях по линии трофики (питания): животные получают энергию для своей жизнедеятельности, поедая растения или других животных. В свою очередь, поедаемые животные (жертвы) служат источником энергии для хищников. Взаимодействия в системах «жертва – хищник» или «хозяин – паразит» в итоге обеспечивают естественный отбор и выживание наиболее приспособленных, определяют динамику численности популяций.

Опосредованные взаимодействия заключаются в том, что одни организмы являются средообразователями по отношению к другим, причем приоритетная значимость здесь принадлежит, безусловно, растениям-фотосинтетикам. Хорошо известна, например, локальная и глобальная средообразующая функция лесов, в том числе их почво- и водоохранная роль. Непосредственно в условиях леса создается своеобразный микроклимат, который зависит от морфологических особенностей деревьев и



позволяет обитать именно здесь специфическим лесным животным, травянистым растениям, мхам и др. Условия ковыльных степей представляют совершенно иные режимы абиотических факторов. В водоемах и водотоках растения – основной источник такого важнейшего абиотического компонента среды, как кислород.

Одновременно растения служат непосредственным местом обитания для других организмов. Например, в тканях дерева (в древесине, лубе, коре) развиваются многие грибы, плодовые тела которых (трутовики) можно видеть на поверхности ствола; внутри листьев, плодов, стеблей травянистых и древесных растений живет множество насекомых и других беспозвоночных, а дупла деревьев – обычное место обитания ряда млекопитающих и птиц. Для многих видов скрытноживущих животных место питания совмещено с местом обитания.

Взаимодействия между организмами в наземной и водной среде. Взаимодействия между живыми организмами (преимущественно животными) классифицируют с точки зрения их взаимных реакций. Среди животных существуют виды, способные питаться только одним видом пищи, или используя в пищу не только растительные, но и животные ткани. К числу последних принадлежат, например, многие птицы, способные поедать как насекомых, так и семена растений, или такой известный вид, как медведь – по природе своей хищник, но охотно поедает ягоды, мед.

Наиболее распространенный тип взаимодействия между животными – хищничество, т.е. непосредственное преследование и поедание одних видов другими, например насекомых – птицами, травоядных копытных – плотоядными хищниками, мелких рыб – более крупными и т. п. Хищничество широко распространено между беспозвоночными животными – насекомыми, паукообразными, червями и др.

Другой тип взаимодействия – паразитизм. В самом обычном случае организм-паразит постоянно обитает на поверхности или внутри тела другого животного или растения (т.е. «хозяина») и живет за счет его питательных веществ. Примерами могут служить кишечные гельминты (плоские и круглые черви), клещи, простейшие, вызывающие заболевания, а из растений – повилика или полупаразит – омела. Такой паразитизм носит название истинного, при котором паразит не убивает своего хозяина.

Однако многие паразиты лишь периодически обитают на хозяине. Так, многие насекомые откладывают яйца внутрь или на поверхность тела

беспозвоночных. Отродившаяся из этого яйца личинка паразита съедает хозяина изнутри или высасывает его снаружи. Такие организмы принято называть ложными паразитами.

Из других форм взаимодействий между организмами можно назвать, например, опыление растений животными (насекомыми) и перенос одними видами других (например, семян растений птицами и млекопитающими).

Биотические факторы почвы. Как уже упоминалось выше, почва – биокосное тело. В процессах ее образования и функционирования важнейшую роль играют живые организмы. К ним относятся, в первую очередь, зеленые растения, извлекающие из почвы питательные химические вещества и возвращающие их обратно вместе с отмирающими тканями. Основным материалом для образования подстилки и гумуса, например в лесах, служат остатки мхов, травянистых растений, но главным образом – хвоя и листва деревьев, определяющие кислотность почвы: рН хвои ели составляет 4,3, сосны – 5,1, листьев березы – 5,7.

Питательные вещества из почвы поступают в растение через корневые окончания в ионной форме: катионы оснований, например, обмениваются на катионы водорода, источником которых могут быть органические кислоты. Корни растений извлекают из почвы соединения азота (нитраты), серы, фосфора, а также зольные элементы, в частности соли калия, кальция. Зольные элементы частично закрепляются в растительной ткани, а частично возвращаются в почву с опадом. Тем самым растительность создает непрерывный поток зольных элементов из более глубоких слоев почвы к ее поверхности, т.е. их биологическую миграцию.

Решающую роль в процессах почвообразования играют живые организмы: микробы, беспозвоночные и др. Микроорганизмам принадлежит ведущая роль в трансформации химических соединений, миграции химических элементов, питании растений. Совокупность биохимических процессов в почве называют биологической активностью почвы, оценивая ее количественно различными показателями, например интенсивностью «дыхания», образования тепловой энергии, ферментативной активностью организмов-деструкторов.

Первичное разрушение мертвой органики осуществляют беспозвоночные животные (черви, моллюски, насекомые и др.) в процессе питания и выделения в почву продуктов пищеварения. Их суммарная масса может изменяться от 70 кг/га в тундровых почвах до 1 т/га и более – в широколиственных лесах. Фотосинтетическое связывание углерода в почве осуществляют в некоторых

типах почв микроскопические зеленые и сине-зеленые водоросли, масса которых в некоторых типах почв достигает 0,5 т/га.

Наибольшую значимость в трансформациях химических веществ в почве имеют бактерии и грибы.

Микроскопические педобионты (включая водоросли) выделяют в процессе «почвенного дыхания» около 90% диоксида углерода, причем 2/3 приходится на долю грибов, а 1/3 – бактерий.

Почвенные микроорганизмы осуществляют основное разрушение минералов и приводят к образованию органических и минеральных кислот, щелочей, выделяют синтезированные ими ферменты, полисахариды, фенольные соединения.

Антропогенные факторы.

Влияние деятельности человека на живые организмы может быть прямым и косвенным. Прямое воздействие направлено непосредственно на живые организмы. Например, нерациональное рыболовство и охота резко сократили численность ряда видов. Косвенное влияние осуществляется путем воздействия на среду обитания живых организмов – изменение ландшафтов, климата, физического состояния и химизма атмосферы и водоемов, строения поверхности земли, почв.

Человек сознательно и бессознательно истребляет или вытесняет одни виды растений и животных, распространяет другие или создает для них благоприятные условия. Для культурных растений и домашних животных человек создал в значительной степени новую среду, многократно увеличив продуктивность освоенных земель. Но это исключило возможность существования многих диких видов. Увеличение народонаселения Земли и развитие науки и техники привели к тому, что в современных условиях очень трудно найти участки, не затронутые деятельностью человека (девственные леса, луга, степи и т.д.). Неправильная распашка земель и неумеренный выпас скота не только привели к гибели естественных сообществ, но и усилили водную и ветровую эрозию почв и обмеление рек. Вместе с тем возникновение селений и городов создало благоприятные условия для существования многих видов животных и растений. Развитие промышленности не обязательно приводило к обеднению живой природы, но часто способствовало появлению новых форм животных и растений. Развитие транспорта и других средств сообщения способствовало распространению как полезных, так и многих вредных видов растений и животных.

Общие закономерности взаимодействия организмов и экологических факторов.

Любой экологический фактор динамичен, изменчив во времени и пространстве. Теплое время года с правильной периодичностью сменяется холодным; в течение суток наблюдаются более или менее широкие колебания температуры, освещенности, влажности, силы ветра и т.п. Все это – природные колебания экологических факторов, однако воздействовать на них способен и человек. Влияние антропогенной деятельности на окружающую среду проявляется в общем случае в изменении режимов (абсолютных значений и динамики) экологических факторов, а также – состава факторов. Примером изменения состава экологических факторов может служить внесение в природные системы искусственно созданных человеком химических веществ, используемых в производственной и бытовой деятельности и являющихся для них чужеродными – ксенобиотиками.

Каждому живому организму требуются строго определенные уровни, количества (дозы) экологических факторов, а также определенные пределы их колебаний. Если режимы всех экологических факторов соответствуют наследственно закрепленным требованиям организма, то он способен выживать и давать жизнеспособное потомство. Требования и устойчивость того или иного вида организма к экологическим факторам определяют границы географической зоны, в пределах которой он может обитать, т.е. его ареал. Факторы окружающей среды определяют также амплитуду колебаний численности того или иного вида во времени и пространстве, которая никогда не остается постоянной, а изменяется в более или менее широких пределах.

Закон лимитирующего фактора.

Живой организм в природных условиях одновременно подвергается воздействию со стороны не одного, а многих экологических факторов, причем каждый из них требуется организму в определенных количествах или дозах. Например, растения нуждаются в значительных количествах влаги, питательных веществ (азот, фосфор, калий), но требования к другим веществам, например бору или молибдену, определяются ничтожными количествами. Тем не менее недостаток или отсутствие любого вещества (как макро-, так и микроэлемента) отрицательно сказывается на состоянии организма, даже если все остальные присутствуют в требуемых количествах.

Один из основоположников агрохимии – немецкий ученый Юстус Либих (1803–1873) сформулировал теорию минерального питания растений. Он

установил, что развитие растения или его состояние зависят не от тех химических элементов (или веществ), то есть факторов, которые присутствуют в почве в достаточных количествах, а от тех, которых нехватает. Например, достаточное для растения содержание азота или фосфора в почве не может компенсировать недостаток железа, бора или калия. Если любого (хотя бы одного) из элементов питания в почве меньше, чем требуется данному растению, то оно будет развиваться ненормально, замедленно или иметь патологические отклонения. Результаты своих исследований Ю. Либих сформулировал в виде фундаментального закона минимума: «Веществом, присутствующим в минимуме, управляется урожай, определяется его величина и стабильность во времени». Для наглядности этот закон можно представить в виде так называемой «бочки Либиха», как показано на фоллии 9, каждая дощечка которой условно соответствует экологическому фактору, степень наполнения бочки определяется дощечкой, имеющей минимальную высоту.

Разумеется, закон минимума справедлив не только для растений, но и для всех живых организмов, включая человека. Известно, что в ряде случаев недостаток каких-либо элементов в организме приходится компенсировать употреблением минеральной воды или витаминов.

Однако в начале прошлого века американский ученый Виктор Шелфорд (1877–1968) расширил закона минимума Либиха, показав, что лимитирующими могут быть факторы, находящиеся не только в минимуме, но и в максимуме. Иными словами, вещество (или любой другой фактор), присутствующий не только в минимуме, но и в избытке по сравнению с требуемым организму уровнем, может приводить к нежелательным последствиям для организма.

Например, дефицит влаги в почве делает бесполезными для растения присутствующие в ней питательные вещества, но и избыточное увлажнение ведет к аналогичным последствиям вследствие, например, «задыхания» корней, закисания почвы, возникновения анаэробных процессов.

Проанализируем, что же происходит с организмом в условиях динамики режима того или иного экологического фактора.

Если поместить, например, растение в экспериментальную камеру и изменять в ней температуру воздуха, то его состояние (все жизненные процессы), оцениваемое по скорости роста, будет изменяться, как показано на фоллии 10. При этом выявится некоторый наилучший (оптимальный) для растения уровень данного фактора, при котором его жизненная активность будет максимальной. Но если режимы фактора будут отклоняться от оптимума

в большую или меньшую сторону, то скорость роста будет снижаться. При достижении некоторого максимального или минимального значения фактор станет несовместимым с жизненными процессами, что приведет к гибели растения. Эти уровни окажутся, таким образом, смертельными, или летальными (от лат. *letalis* – смертельный).

Аналогичные результаты можно получить в экспериментах с изменениями влажности, содержания различных солей в воде, кислотности, концентрации загрязняющих веществ и др. Чем шире амплитуда колебаний фактора, при которой организм может сохранять жизнеспособность, тем выше его устойчивость, т.е. толерантность к тому или иному фактору (от лат. *tolerancia* – терпение). Следовательно, толерантность можно определить как способность организма выдерживать отклонения экологических факторов от оптимальных для его жизнедеятельности значений.

Из изложенного вытекает и закон В. Шелфорда, или так называемый закон толерантности: «Любой живой организм имеет определенные, эволюционно унаследованные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору».

Для организма имеет значение не только собственно амплитуда колебаний экологических факторов, но и скорость, с которой фактор изменяется. Например, при резком понижении температуры воздуха от +15 до -20°C гусеницы некоторых бабочек погибают, а при медленном, постепенном охлаждении они могут вернуться к жизни после воздействия значительно более низких температур.

Диапазон устойчивости организма представляет собой пределы выживаемости, после которых наступает смерть. В то же время его фактический диапазон устойчивости значительно более узок. Если в эксперименте отклонять режим фактора от оптимального, то жизненное состояние организма будет снижаться. Причем при определенных верхнем или нижнем значении фактора подопытный организм перейдет в состояние усиливающегося стресс (от англ. *stress* – напряжение) с необратимыми патологическими изменениями. Даже если прекратить эксперимент и вернуть фактор к оптимуму, полностью восстановить свое исходное состояние организм уже не сможет, хотя это и не значит, что он обязательно погибнет. Следовательно, фактический диапазон устойчивости (зона оптимума) ограничен нижним и верхним значениями экологического фактора, при которых организм переходит в состояние усиливающегося стресса. Иными

словами, экологический фактор может оказаться лимитирующим жизненное состояние организм еще до того как окажет на него летальное воздействие. Поэтому закон В. Шелфорда имеет второе название – закон лимитирующего фактора.

Закон лимитирующего фактора служит хорошей иллюстрацией того, как экологические законы используются в охране окружающей среды, поскольку имеет непосредственное отношение к санитарной охране окружающей среды и к санитарно-гигиеническому нормированию содержания загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве, пищевых продуктах.

Загрязняющие вещества – обычные экологические факторы, хотя и антропогенного происхождения, но их действие на организм человека подчиняется закону лимитирующего фактора. Поэтому, как показано на фоллии 10, на оси абсцисс температуру можно заменить на концентрацию  $C$  некоторого загрязняющего воздух вещества, а скорость роста на оси ординат – на жизненную активность (здоровье) человека  $A$ .

При значениях концентрации  $C_{\text{лет}}$  и  $C'_{\text{лет}}$  человек погибнет, как показано на фоллии 11, но необратимые изменения в его организме произойдут при гораздо меньших значениях:  $C_{\text{лим}}$  и  $C'_{\text{лим}}$ . Значит, истинный диапазон толерантности определяется именно последними значениями. Следовательно, их необходимо экспериментально (в опытах на животных) определить для каждого загрязняющего (или любого вредного) химического соединения, и не допускать превышения его содержания в конкретной среде. Заметим, что в санитарной охране окружающей среды важны не нижние пределы устойчивости человека к вредным веществам, а именно верхние пределы, поскольку загрязнение окружающей среды – это и есть превышение устойчивости организма. Следовательно, фактическая концентрация загрязняющего вещества в окружающей среде не должна превышать  $C'_{\text{лим}}$ , которая таким образом является для организма предельно допустимой концентрацией  $C_{\text{пдк}}$  (или просто ПДК). Применительно к другим экологическим факторам (шум, вибрация и т.п.) лимитирующее значение фактора называют предельно допустимым уровнем воздействия.

Таким образом, охранять окружающую среду означает обеспечивать состав и режимы экологических факторов в пределах унаследованной толерантности живого (в первую очередь – человеческого) организма, т.е. управлять ею так, чтобы ни один фактор не оказывался лимитирующим по отношению к организму.

Адаптация организмов к окружающей среде.

Требования к амплитудам колебаний факторов (пределам толерантности) у разных организмов различны: у одних эти пределы более широкие, у других – более узкие. Так, растения могут быть гигрофильными (требовательными к воде), мезофильными (предпочитающими умеренную влажность), ксерофильными (сухлюбивыми). Береза хорошо растет как на относительно сухих, так и на умеренно увлажненных почвах, а для ели предпочтительно умеренное проточное увлажнение. Таким образом, каждый вид имеет определенные пределы толерантности к различным экологическим факторам, которые определяют его распространение, обилие и изменение численности во времени и пространстве.

Аналогичные закономерности применимы и к другим факторам. Вполне понятно, что существуют также пределы устойчивости организмов и по отношению к загрязняющим веществам: одни растения или животные более устойчивы к наличию примесей в воздухе или воде, нежели другие.

Таким образом, можно говорить о видах, способных обитать в разнообразных местах обитания но таких, чье распространение ограничивается узкой требовательностью к экологическим факторам.

Динамичность экологических факторов во времени и пространстве определяется астрономическими, геологическими, гелиоклиматическими процессами. Поэтому абиотические факторы выполняют управляющую роль по отношению к живым организмам. В результате у организмов в процессе эволюции и естественного отбора вырабатываются наследственно закрепленные особенности, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность в различных экологических условиях, называемые адаптациями. Особи, почему-либо утратившие способность к адаптированию в условиях изменений режимов экологических факторов, обречены на вымирание.

Самыми типичными примерами являются хорошо известные морфологические адаптации, проявляющиеся, в частности, в приспособлении к быстрому плаванию у водных животных, к выживанию в условиях высоких температур и дефицита влаги – у кактусов и иных суккулентов.

Физиологические адаптации заключаются в особенностях ферментативного набора в пищеварительном тракте животных, определяемого составом пищи. Обитатели сухих пустынь способны обеспечивать потребность во влаге за счет биохимического окисления жиров. Биохимический процесс



фотосинтеза растений отражает их способность создавать органическое вещество из косного.

Поведенческие адаптации проявляются в самых разнообразных формах. Например, существуют формы приспособительного поведения животных, направленные на обеспечение оптимального теплообмена с окружающей средой. Приспособительное поведение может проявляться в создании убежищ, передвижениях в направлении более благоприятных, предпочитаемых температурных условий, выборе мест с оптимальной влажностью или освещенностью. Приспособительное поведение может проявляться у хищников в процессе охоты (выслеживание и преследование добычи) и у их жертв (затаивание, запутывание следа).

### **1.6 Экологическая ниша организма, популяция и стация ее обитания**

Экологическая ниша организма.

Любой вид адаптирован к строго определенным условиям (факторам) окружающей среды. Выход режима хотя бы одного из множества факторов за пределы толерантности организма вызывает его угнетенное состояние. Унаследованные от предков требования организма к составу и режимам экологических факторов определяют границы распространения того вида, к которому этот организм принадлежит, т.е. ареал, а в пределах ареала – конкретные места обитания. Так, в пределах севера таежной зоны морошка и клюква произрастают на сфагновых болотах, а черника или брусника – в более сухих местах. Каждому цветку на нашем подоконнике или рыбе в аквариуме нужны специфические условия среды, температура, питание и др. Существуют водные организмы, адаптированные к обитанию в соленой и пресной воде. Иначе говоря, любой вид животного, растения, микроба способен нормально обитать, питаться, размножаться только в том месте, где его «прописала» эволюция за многие тысячелетия, начиная с его предков. Для обозначения этого феномена биологи заимствовали термин из архитектуры – слово «ниша» и стали говорить, что каждый вид живого организма занимает в природе свою, только ему присущую экологическую нишу.

Экологическая ниша организма – это совокупность всех его требований к условиям среды (составу и режимам экологических факторов) и место, где эти требования удовлетворяются, или вся совокупность множества биологических характеристик и физических параметров среды, определяющих условия существования того или иного вида, преобразование им энергии, обмен информацией со средой и себе подобными. Упрощенно графическую модель

экологической ниши организма, ограниченной тремя экологическими факторами можно представить в виде параллелепипеда, как показано на фоллии.12.

Местообитание вида – это пространственно ограниченная совокупность условий абиотической и биотической среды, обеспечивающая весь цикл развития особей (или группы особей) одного вида.

Поскольку любое местообитание конкретного вида характеризуется в конечном счете составом и режимом множества экологических факторов, то именно требования к этим факторам (определяемые пределами толерантности) составляют экологическую нишу.

Лес, поле, озеро, пруд и т.д. являются местами локализации множества экологических ниш (т.е. местообитаниями) – позвоночных и беспозвоночных животных, высших и низших растений, микроорганизмов. Вместе с тем, в таких условиях режимы всех экологических факторов разнообразны с точки зрения амплитуды их колебаний. Например, в лесу режимы всех абиотических факторов в приземном пространстве, непосредственно ниже полога крон или в верхней части полога совершенно различны. Освещенность и давление у поверхности воды в озере совершенно иные, нежели на глубине. Поэтому в природе всегда имеется много «свободных» экологических ниш, что и обеспечивает эволюционные процессы видообразования: эволюция организмов – это эволюция их требований к факторам среды, т.е. экологических ниш.

Экологическая ниша человека.

Человек – один из представителей царства животных, биологический вид класса млекопитающих. Несмотря на то, что ему присущи многие специфические свойства (разум, членораздельная речь, трудовая деятельность, биосоциальность и др.), он не утратил своей биологической сущности и все законы экологии справедливы для него в той же мере, в какой и для других живых организмов.

Человек имеет свою, только ему присущую, экологическую нишу, т.е. совокупность требований к множеству экологических факторов, выработанную в процессе эволюции. Пространство, в котором локализована ниша человека весьма ограничено, несмотря на то, что он расширил границы своего начального ареала (местообитание). Однако его фундаментальная экологическая ниша при этом практически не изменилась, и за пределами исходного ареала он может выживать, преодолевая сопротивление лимитирующих факторов не путем адаптаций, а с помощью специально

создаваемых защитных устройств и приспособлений (отапливаемые жилища, теплая одежда, кислородные приборы и т.п.).

В условиях промышленных предприятий многие факторы (шум, вибрация, температура, электромагнитные поля, примеси ряда веществ в воздухе и др.) находятся периодически или постоянно за пределами толерантности человеческого организма. Это отрицательно сказывается на нем: могут возникать так называемые профессиональные заболевания, периодические стрессы. Поэтому существует специальная система технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности трудовой деятельности путем снижения уровня воздействия на организм опасных и вредных экологических производственных факторов.

Популяция и стация ее обитания.

Рассматривая выше закон толерантности, мы делали одно существенное допущение: оптимальные, лимитирующие и летальные значения экологических факторов на оси абсцисс были представлены в виде единичных точек. Это было бы правильно лишь в том случае, если бы эксперимент проводился с отдельным (единичным) организмом: одна особь всегда выживет или погибнет при определенном уровне фактора. Если же изучать воздействие какого-либо фактора (например, температуры) на группе организмов одного вида, то картина изменится: при одних и тех же значениях фактора он окажется лимитирующим, оптимальным или летальным не для всех особей одновременно. Одни погибнут или снизят жизненную активность при одной конкретной температуре, а другие – при более низкой, третьи – при более высокой. Поэтому на оси абсцисс, как показано на фоллии 10, для каждого значения фактора окажется не одна точка, а их совокупность, причем каждая точка будет отражать толерантность только одной особи из группы. А предел толерантности (или значение лимитирующего фактора) для всей группы будет равен некоторому среднему значению из положения всех точек, т.е. от уровня устойчивости самой толерантной до уровня устойчивости самой неустойчивой особи.

Иначе говоря, мы сталкиваемся с некоторым «размахом», амплитудой изменчивости отдельных индивидуумов при их одинаковом генотипе. Подобные наследственные изменения признаков или свойств организмов называют модификациями, а возможную амплитуду этих изменений – нормой реакции.

В природных условиях экологические факторы изменяются во времени и пространстве, и в ряде случаев их уровни могут выходить за пределы не только среднего значения, но и нормы реакции. Например, если в каком-либо водоеме повысится максимальная температура воды, то увеличится и ее среднее значение для данного отрезка времени. При этом фактор окажется лимитирующим или летальным для наименее устойчивой части индивидуумов из данной группы. Но в целом группа выживет за счет более толерантных.

Поэтому все живые организмы, для того чтобы выжить и дать потомство, должны в условиях динамичных режимов экологических факторов существовать в виде группировок, которые называются популяциями, т.е. совокупностями совместно обитающих особей, обладающих сходной наследственностью – генотипом.

Важнейшим признаком популяции является занимаемая ею общая территория. Географическая популяция – это группа особей одного вида, населяющая территорию с однородными условиями существования, т.е. зону сходного благоприятствования.

Каждый вид состоит из одной или нескольких популяций, и популяция, таким образом, – это форма существования вида, его наименьшая эволюционирующая единица. Популяция – это определенным образом организованная совокупность особей. Она имеет возрастную структуру, т.е. определенное соотношение численности индивидуумов разного возраста, определенное соотношение полов.

В результате хозяйственной деятельности человека образуются так называемые природно-антропогенные популяции, тесно связанные, например, с выращиванием сельскохозяйственных культур: многие насекомые, мышевидные грызуны, находя здесь свою нишу, в то же время адаптируют свою структуру, динамику численности к системе хозяйства. Вместе с тем, многочисленные виды одомашненных или селекционно выведенных домашних животных и растений не могут считаться настоящими популяциями, так как всецело управляются человеком. Хотя в случае одичания домашние животные могут образовывать популяции в природных условиях.

Используя в своих целях растительный и животный мир природы, человек всегда имеет дело с конкретными популяциями, меняя их численность, структуру и другие количественные характеристики. При этом последние могут оказываться в несоответствии с окружающей средой, что ведет к снижению интенсивности воспроизводства, а в ряде случаев к исчезновению популяции.

Характерный пример – резкое снижение численности многих животных в результате промысла (добыча, охота, промысловый лов рыбы), что исключает возможность естественного самовоспроизводства популяции. В результате падает уровень добычи, что в конечном счете отрицательно сказывается на хозяйственных интересах человека.

Подобные виды, находящиеся под угрозой исчезновения и требующие специальных охранных мер, сейчас заносят в особые перечни – так называемые Красные книги.

Существует международная и национальные Красные книги. Международная Красная книга включает тома: «Млекопитающие» (310 видов), «Птицы» (320 видов), «Земноводные и пресмыкающиеся» (162 вида), «Рыбы» (40 видов) и один том о редких растениях. Красная книга России содержит разделы, аналогичные Международной Красной книге. В книгу включено 562 вида растений и 246 видов животных. В том числе: уссурийский тигр, белобрюхий тюлень, белый медведь, пятнистый олень (аборигенная популяция), журавли – белый, черный и маньжурский, дрофа, дальневосточный аист, белый кречет – редчайший на Земле сокол, кувшинка белоснежная, купальница европейская и др. Ежегодно в международную и национальные Красные книги вносятся изменения и новые виды, нуждающиеся в особой заботе.

Крайний случай воздействия на биоту – полное уничтожение (геноцид) популяции или вида, что произошло, например, со странствующим голубем, европейским диким быком – туром и др. Иногда человек преднамеренно вытесняет и даже уничтожает «диких» животных в своих интересах, а также разрушает места обитания, т.е. места локализации экологических ниш. Дикая лошадь (тарпан) и дикий осел (кулан) исчезли в Азии не только из-за прямого преследования, но и вследствие скотоводства, распашки степей.

У растений происходят аналогичные процессы. Вырубка спелых лесов приводит к преобладанию в популяциях древесных пород молодняков, распашка земель и пастьба скота сделали редкими многие красивые цветковые растения.

Таким образом, из экологии следует, что охрана живой природы состоит в сохранении популяций живых организмов и мест их обитания, в обеспечении состава и структуры популяций, соответствующих конкретным условиям местообитания.

Условия, удовлетворяющие экологическим нишам живых организмов, при которых могут стабильно существовать их популяции, реализуются в условиях конкретных природных систем. Существуют типичные обитатели лесных, степных, пустынных, пресноводных систем. Но и в пределах отдельной системы разные виды могут занимать разные участки пространства. Мы уже знаем, что каждый вид имеет только ему присущее место обитания, где локализована его экологическая ниша. Такие места обитания называют стациями (от лат. стацио – местообитание).

Стация обитания – это участок территории (лесной массив, поляна и т.п), занятый популяцией вида и характеризующийся определенными экологическими условиями, отвечающими экологической нише данного вида. Каждый вид может иметь специфический набор стадий, сменяемых в течение жизненного цикла, обеспечивающих устойчивое существование его конкретной популяции.

### **1.7 Экологическая система**

Совокупность всех популяций разных видов, проживающих на общей территории вместе с окружающей их неживой средой, называют экологической системой или экосистемой. Примерами экосистем могут быть луг, лес, озеро.

Экологические системы, как наземные, так и водные, не являются совершенно однородными структурами как в пространстве, так и во времени. Наземные экосистемы многоярусны, т.е. для них характерно вертикальное расслоение на разновысокие структурные части. Так, в лесу соответственно размещению корней, стволов, крон деревьев, можно выделить ряд ярусов, как показано на фоллии 13: деревья первой величины, второй величины, подрост (молодняк), подлесок из кустарников, живой напочвенный покров (травянистые растения, кустарнички, мхи).

Аналогичным образом можно расчленить и луговые сообщества. Животные, обитающие в лесу, также занимают различные ярусы, в которых локализованы их экологические ниши.

В пределах каждого яруса выделяются более или менее обособленные группировки растений разных видов и связанных с ними животных. Примерами могут служить группировки растений травянистого яруса, кустарников, а в водной среде – планктона или придонных обитателей.

Внутренняя неоднородность экосистемы связана с особенностями мезо- и микрорельефа, влияющего на структуру почвы, динамику влажности, температуры, освещенности. Поэтому растения в пределах экосистемы могут

расти группами и в то же время чередоваться с более или менее открытыми полянами (например, из-за «окон» в пологе крон высоких деревьев).

Участие различных видов в составе сообщества также неодинаково: некоторые виды преобладают, или доминируют, занимая ведущее положение (например, деревья главной лесообразующей породы).

Водные экосистемы делятся на две большие группы: непроточные водоемы – озера, пруды, болота и проточные водоемы – реки, ручьи.

Специфика водной среды обитания определяется многими факторами, прежде всего, термодинамическими характеристиками воды, например, ее удельная теплоемкость в 3000 раз выше, чем воздуха. Воды разных водоемов характеризуются определенной прозрачностью, светопропускной способностью (солнечный свет проникает в толщу воды сравнительно неглубоко), скоростью перемещения (течения), соленостью, содержанием растворенных газов. Давление воды увеличивается с глубиной, разные участки водоемов и водотоков по-разному удалены от берегов. Все эти обстоятельства (наряду с многими другими) влияют на распределение и распространение населяющих воду живых организмов, одни из которых обитают на глубине, другие – у поверхности, третьи – в толще воды.

В непроточном водоеме можно выделить три главных зоны, как показано на фоллии 14:

литоральную – мелководные участки, где свет проникает до дна, и где обычно располагаются высшие растения и некоторые водоросли;

лимническую – т.е. толщу воды, до глубины которой проникает активный свет:

профундаль – куда свет обычно не проникает.

Ниже лимнической зоны накопление биомассы невозможно, поскольку здесь процессы фотосинтеза и дыхания выравниваются, компенсируются. В зависимости от глубины и строения водоема профундальная и литоральная зоны могут отсутствовать.

В реках и ручьях различают в основном две зоны: мелководные перекаты и глубоководные плесы. Каждой из этих зон свойственны свои обитатели и свои сообщества организмов (биоценозы).

Водоемы весьма разнообразны по своей структуре. Каждому из них присуща сложная сезонная динамика температуры, определяющая размещение экологических ниш. Движение воды, особенно в проточных водоемах, связанное с ее скоростью, турбулентностью, определяет передвижение и

локализацию выбрасываемых веществ, специфику их осаждения, разложения, процессы самоочищения, закономерности эвтрофирования.

Энергетика и продукция экосистемы.

Первичная продукция на Земле создается в клетках зеленых растений под воздействием солнечной энергии (фотосинтез), а также некоторыми другими организмами (бактериями вследствие химических процессов – хемосинтез).

Суть фотосинтеза состоит в том, что происходит увеличение свободной энергии в органическом веществе за счет преобразования энергии фотона солнечного света в энергию химических связей органического вещества. Замечательной особенностью специфических органических соединений клетки (пигментов) является то, что усваиваемая ими энергия фотонов не деградирует в тепловую, не рассеивается в пространстве, а преобразуется в энергию связей химических веществ, синтезируемых при этих процессах. Таким образом, процесс фотосинтеза состоит в том, что в результате сложных химических реакций такие вещества как вода и диоксид углерода соединяются в молекулы сахаров (в частности, глюкозы) с выделением свободного кислорода, как показано на фоллии 15.

Растения непрерывно усваивают из атмосферного воздуха огромное количество диоксида углерода (около 200 млрд т/год) и выделяют 145 млрд т свободного кислорода, образуя более 100 млрд т органического вещества. Именно им мы обязаны стабильностью газового состава атмосферы, а также сохранением определенного газового баланса.

Синтез органического вещества может осуществляться бактериями. Источником углерода для них является диоксид углерода, восстанавливающийся за счет молекулярного водорода или водорода, входящего в состав сероводорода или какого-либо иного неорганического вещества. Синтез органического вещества бактериями может осуществляться как с использованием света, так и без него. Бактерии, использующие для образования органического вещества процессы, связанные с окислением соединений серы и других элементов, относят к хемосинтетикам.

Особую группу хемосинтетиков образуют так называемые нитрифицирующие бактерии. Они получают необходимую энергию за счет окисления таких соединений как аммиак, водород, соединения железа (II) без участия энергии Солнца.

Существуют также бактерии, способные образовывать свое вещество в процессе окисления двухвалентного железа до трехвалентного с последующим



использованием энергии на восстановление диоксида углерода (железо- или ферробактерии).

Трофические цепи и трофические уровни. Живые организмы, входящие в состав экосистемы, неодинаковы с точки зрения специфики ассимиляции ими вещества и энергии. Животные, в отличие от растений и бактерий, не могут осуществлять реакции фото- и хемосинтеза, а вынуждены использовать солнечную энергию опосредованно – через органическое вещество, созданное фотосинтетиками. Таким образом, в экосистеме образуется трофическая цепь последовательной передачи вещества и эквивалентной ему энергии от одних организмов к другим, как показано на фоллии 16.

Поскольку растения строят свой организм без посредников, их называют самопитающимися, или автотрофами. Так как, будучи автотрофами, они создают первичное органическое вещество, продуцируя его из неорганического, они носят название продуцентов.

Организмы, которые не могут строить собственное вещество из минеральных компонентов, используют то, что создано автотрофами, поедая их – они называются гетеротрофами, что означает «питаемый другими», или консументами (от лат. консумо – потреблять). Однако далеко не все организмы могут для удовлетворения своих физиологических потребностей ограничиваться потреблением растительной пищи, строя белки своего тела из белков растений. Многим видам эволюция предопределила необходимость использования животных белков со специфичным набором аминокислот. Это – животные плотоядные. Они также являются консументами, но в отличие от растительноядных – консументами вторичными (или второго порядка). На этом трофическая цепь может не закончиться, и вторичный консумент может служить источником пищи для консумента третьего порядка и т.д.

Таким образом, в экологической системе прослеживается четкая последовательность в развитии одних организмов за счет других – пищевые (трофические) цепи, состоящие из различных звеньев. Цепи могут быть относительно простыми, например «осина – заяц – лиса», и более сложными, например «трава – насекомые – лягушки – змеи – хищные птицы».

Звенья и входящие в них организмы, образующие пищевую цепь, неравнозначны, в первую очередь, с точки зрения занимаемого места. Поэтому в экологии принято говорить не просто о звеньях цепи, а об определенных трофических уровнях. На первом уровне, находятся зеленые растения – продуценты; следующий трофический уровень составляют растительноядные

организмы; за ними следуют представители более высокого уровня – плотоядные организмы, которые, в свою очередь, служат источником питания для следующего уровня – плотоядных второго порядка. Например в пищевой пирамиде водной экосистемы продуцентами являются растения и водоросли, затем последовательно идут консументы (потребители) соответствующего порядка, как показано на фоллии 17.

В процессе питания на всех трофических уровнях образуются «отходы»: зеленые растения ежегодно частично или полностью сбрасывают листья, а значительная часть организмов по тем или иным причинам постоянно отмирает. Растительные остатки, поступающие в почву, включают примерно 45% кислорода, 42% углерода, около 6,5% водорода и примерно 1,5% кальция, кремния, калия и фосфора (так называемых зольных элементов). В итоге так или иначе все созданное органическое вещество должно заместиться в результате минерализации органики. Это происходит благодаря наличию в экосистеме особых трофических цепей – цепей разрушителей (деструкторов). Эти организмы (преимущественно бактерии, грибы, простейшие, мелкие беспозвоночные) разлагают органические остатки всех трофических уровней продуцентов и консументов до минеральных веществ. Понятно, что разлагающиеся органические остатки служат пищей деструкторам. Эти организмы называются сапрофагами (от греч. сапрос – гнилой, фагос – пожиратель) или биоредуцентами (от лат. редуцио – возвращаю). Минеральные вещества, а также диоксид углерода, выделяющийся при дыхании сапрофагов, опять-таки поступают в распоряжение продуцентов, как показано на фоллии 16.

Особенно велика роль микроорганизмов в процессах разложения мертвого органического вещества в почве. На 1 га черноземной почвы масса бактерий достигает сотен килограмм. Бактерии делятся на аэробные и анаэробные. Первые используют для дыхания свободный кислород, а вторые – отбирают кислород из каких-либо соединений, например оксидов. В аэробных условиях минерализация органики идет интенсивно, но это редкие условия, они чередуются с анаэробными, при которых возможно накопление промежуточных продуктов.

Трофическая цепь в экосистеме представляет собой одновременно цепь энергетическую, т.е. последовательный упорядоченный поток передачи энергии Солнца от продуцентов ко всем остальным звеньям, как показано на фоллии 17.

Организмы-потребители (консументы), питаясь органическим веществом продуцентов, получают от них энергию, частично идущую на построение

собственного органического вещества и связывающуюся в молекулах соответствующих химических соединений, а частично расходующуюся на дыхание, теплоотдачу, выполнение движений в процессе поиска пищи, ускользания от врагов и т.п. Таким образом, в экосистеме имеет место непрерывный поток энергии, заключающийся в передаче ее от одного пищевого уровня к другому. Этот процесс связан с рассеиванием (потерями) энергии на каждом последующем звене, которое все время компенсируется поступлением энергии от Солнца.

#### Продукция экосистемы.

В процессе жизнедеятельности сообщества организмов создается и расходуется органическое вещество. Это значит, что каждая экологическая система обладает определенной продуктивностью. Продуктивность оценивают, соотнося массу вещества (продукцию) с некоторой единицей времени, т.е. рассматривая ее как скорость образования вещества (биомассы).

Первичная продуктивность системы определяется как скорость, с которой энергия Солнца усваивается организмами-продуцентами, т.е. в основном зелеными растениями в процессе фотосинтеза. Например, если за год в результате фотосинтеза растения леса образовали 5 тонн органического вещества на 1 га, то это и будет валовая (общая) первичная продуктивность.

Однако в процессе жизнедеятельности растений часть созданного вещества расходуется на дыхание, и, следовательно, в единицу времени на единице площади накапливается меньше биомассы, чем ее было создано.

Скорость накопления вещества экологической системой за вычетом того вещества, которое израсходовано на дыхание, образует фактическую или чистую первичную продуктивность сообщества.

Чистая первичная продукция оказывается доступной консументам – растительноядным организмам и через них – плотоядным. Они тоже образуют органическое вещество за счет чистой первичной продукции, но сами создавать органику из неорганического вещества они не могут. Продуктивность (и продукция) консументов носит название вторичной продуктивности.

Расчеты показывают, что 1 га леса воспринимает ежегодно в среднем  $2,1 \times 10^9$  кДж энергии Солнца. Однако, если все запасенное за год растительное вещество сжечь, то в результате мы получим всего  $1,1 \times 10^6$  кДж, что составляет менее 0,5% от поступившей энергии. Это значит, что фактическая продуктивность фотосинтетиков (зеленых растений), или первичная продуктивность, не превышает 0,5%. Вторичная продуктивность

исключительно низка: при передаче от каждого предыдущего звена трофической цепи к последующему теряется 90-99% энергии. Если, например, на 1 м<sup>2</sup> поверхности почвы растениями создано за сутки количество вещества, эквивалентное примерно 84 кДж, то продукция первичных консументов составит 8,4 кДж, а вторичных – не превысит 0,8 кДж.

Еще продуктивность можно выразить в единицах массы или численности особей, присутствующих в экосистеме в тот или иной момент времени. Например, биомасса листвы спелого дубового леса может составлять 4–6 т/га, древесины 300–500 т/га. Продуктивность экологических систем и соотношение в них различных трофических уровней принято выражать в форме экологической пирамиды, как показано на фоллии 18.

Такая пирамида наглядно иллюстрирует соотношение биомасс и эквивалентных им количеств энергии в каждом звене пищевой цепи и используется в практических расчетах при обосновании, например, необходимых площадей под сельскохозяйственные культуры с тем, чтобы обеспечить кормами скот, а, следовательно, население животным белком.

Экологические системы характеризуются различной продуктивностью, что отображено в таблице 1.1. Это учитывают при освоении тех или иных территорий, например, под сельскохозяйственное пользование. Продуктивность экосистемы зависит от ряда факторов, в первую очередь от обусловленной климатическими условиями обеспеченности теплом и влагой.

Таблица 1.1 – Годовая первичная продуктивность наземных экосистем

Экосистема	Площадь		Масса органического вещества за год		Запас энергии, кДж×10 <sup>6</sup>
	млн км <sup>2</sup>	%	т/га	общее количество на суше, млрд т	
Леса	40,6	28	7	28,4	47,9
Обрабатываемые земли	14,5	10	6	8,7	14,7
Степи и луга	26,0	17	4	10,4	17,6
Пустыни	54,2	36	1	5,4	9,2
Полярные зоны	12,7	9	0	0	–
Итого	148	100	–	52,9	89,4

Продуктивность – важнейшее для человека свойство биосферы, зависящее от продуктивности слагающих ее естественных и антропогенных экологических систем. Благодаря способности экосистемы производить биомассу человек получает необходимые ему пищевые и многие технические ресурсы. Проблема обеспечения численно растущего человечества пищей – это, в сущности, проблема повышения продуктивности сельского хозяйства.

Воздействие человека на экологические системы, связанное с их разрушением или загрязнением, непосредственно ведет к прерыванию потока энергии и вещества, а значит – к снижению продуктивности. Например, из-за задымления и снижения прозрачности воздуха может образоваться барьер между потоком солнечной энергии и воспринимающими ее продуцентами. Вредные вещества в атмосфере могут привести к гибели части ассимиляционного аппарата растений. Спекание подстилки и гибель редуцентов в результате массового оседания на почву токсичных отходов прервет возврат минеральных компонентов в трофические цепи. Поэтому охрана окружающей среды может рассматриваться и как система мероприятий, направленных на предотвращение снижения продуктивности биосферы. Только в том случае, если будет решена эта задача, окажется эффективной вторая важнейшая задача – повышение продуктивности.

Динамические процессы в экосистемах.

Экологическая система не является абсолютно стабильным, застывшим образованием. В ней постоянно осуществляются жизненные процессы, связанные с переходом вещества и энергии с одних пищевых уровней на другие, с изменением численности и плотности популяций в результате взаимодействия хищников с жертвами, а жертв – с источниками их корма.

Вместе с тем мы прекрасно знаем, что подвижность экосистемы также относительна: экосистемы таежных лесов или целинных степей существуют длительное время (сотни лет) и, на первый взгляд, стабильны, устойчивы, неподвижны. За короткий отрезок времени в них трудно обнаружить значительные изменения в составе биоты или режимах абиотических факторов, хотя в отдельных случаях массовые размножения некоторых видов животных (например, лесных насекомых) существенно трансформируют экосистему на тот или иной отрезок времени, а иногда служат толчком к ее замене на другую. Таким образом, мы сталкиваемся с тем фактом, что экосистемы, с одной стороны, действительно стабильны, а с другой – подвижны, динамичны во времени и пространстве. Очевидно, что если бы экосистемы существовали в

течение короткого времени, быстро заменяясь другими, то они не могли бы накапливать вещество и энергию, не могли бы служить стабильным местом локализации экологических ниш.

Подвижно-стабильное состояние экосистем во времени и пространстве представляет собой совокупный результат двух процессов: гомеостаза и сукцессии.

Гомеостаз экосистемы. Важнейшим свойством экосистемы является ее устойчивость, сбалансированность происходящих в ней процессов обмена веществом и энергией между всеми компонентами, вследствие чего экосистеме свойственно состояние так называемого подвижного равновесия или гомеостаза (от греч. гомео – тот же, подобный, стазис – состояние).

В основе гомеостаза лежит принцип так называемой обратной связи, сущность которого заключается в том, что управляющий компонент системы получает данные (информацию) от управляемых компонентов и использует их для внесения коррективов в дальнейший процесс управления. Обратная связь (положительная и отрицательная) является компенсаторным регулятором, обеспечивающим устойчивость системы.

Рассмотрим действие этого принципа на примере условной естественной экологической системы, состоящей из популяций двух видов, как показано на фоллии 19, волка (хищник) и оленя (жертва). В этой системе если численность жертвы постоянно растет, то хищник, который только этой жертвой и питается, тоже имеет возможность увеличить свою численность (в этом проявляется положительная обратная связь). Но, поскольку волк ест оленей, то он, естественно, снижает численность их популяции (в этом проявляется отрицательная обратная связь). Если численность волка выше некоторого предела, то он снизит численность оленя и в итоге окажется перед необходимостью ограничения собственной численности из-за недостатка пищи, связанного с затрудненностью ее добычи.

В естественной экологической системе благодаря компенсаторным регуляторам все время поддерживается равновесие, исключающее необратимое уничтожение тех или иных звеньев в трофических цепях. Иными словами, любая экосистема всегда сбалансирована, устойчива (гомеостатична). В рассмотренном примере численность и волка и оленя всегда будет держаться на определенном уровне. Понятно, что если бы волки могли съесть всех оленей, то они вымерли бы сами.

Приведенный пример системы «олень – волк» достаточно условный. В реальных экосистемах аналогичные взаимодействия существуют между растениемядными животными и их кормовыми растениями, которые также существуют в форме популяций. Поэтому можно было усложнить данный пример, введя в рассмотренную условную экологическую систему популяцию кормового растения, управляющую популяцией оленя.

Человек в силу необходимости постоянно вмешивается в процессы, происходящие в экосистеме, влияя на нее в целом или на отдельные ее звенья. Эти воздействия могут проявляться, например, в виде отстрела некоторой части растительоядных копытных, вырубки части деревьев, загрязнения тех или иных составляющих абиотической компоненты природной среды. Не всегда эти воздействия ведут к распаду всей системы, к нарушению ее стабильности, однако такое вмешательство не может быть беспредельным. При определенном уровне стрессового фактора, например при нашествии в рассмотренном примере других хищников или массовой гибели оленей из-за болезней, экосистема уже не может за счет отрицательной обратной связи компенсировать отклонения и прекратит свое существование.

Воздействия, при которых компенсаторные регуляторы оказываются не в силах сохранить гомеостатичность системы, наблюдаются, как правило, при резких антропогенных или естественных воздействиях на структурно упрощенные искусственные системы, например на объекты сельского хозяйства. В последнем случае человек сам вынужден брать на себя компенсацию нарушений, выполнять роль регулятора, осуществляя, в частности, защиту культур от вредителей и болезней.

Сукцессия. Стабильное состояние экосистемы, ее гомеостаз не есть нечто застывшее, неподвижное. Гомеостаз – это, в сущности, подвижное равновесие, и в любой экологической системе идут процессы, меняющие ее во времени и пространстве. При этом изменяется состав биоты, структура экосистемы и ее продуктивность.

Последовательная смена экосистем, преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных факторов (в том числе внутренних противоречий развития самих экосистем) или воздействия человека, называется сукцессией (от лат. сукцессио – последование, следую).

Данная смена происходит в силу действия экологического принципа (закона) сукцессионного замещения. Природные биотические сообщества последовательно формируют закономерный ряд экосистем, ведущий к наиболее

устойчивому в данных условиях состоянию. Различают сукцессии первичные и вторичные.

Первичные сукцессии возникают на месте, не затронутом почвообразованием и связаны с формированием не только фитоценоза, но и почвы. Примером первичной сукцессии является поселение мха и лишайников на камнях, как показано на фоллии 20.

Вторичные сукцессии развиваются на месте сформировавшихся экосистем после их нарушения в результате эрозии, засухи, пожара, вырубki леса и т.д., как показано на фоллии 21.

Сукцессии связаны с внутренними процессами экосистемы, в частности с постепенными изменениями растительности, процессами размножения растений, а значит, и совокупности экологических ниш для консументов, а также с внешними воздействиями на экосистему, в том числе и в связи с хозяйственной деятельностью человека. Характерным примером являются антропогенные сукцессии, связанные с рекреационным (для отдыха) или пастбищным использованием экосистем, сукцессии на болотах, подвергнутых осушению. Обычно такие сукцессии проявляются в постепенном разрушении экосистем, нередко – в снижении их продуктивности.

Однако антропогенные сукцессии могут и восстанавливаться например, после лесного или степного пожара, вырубki и т.п. Такие процессы называются восстановительными сукцессиями.

Рассмотрим пример восстановительной сукцессии на площади, на которой в процессе лесозаготовок была уничтожена экосистема хвойного (елового) леса. В процессе рубки практически полностью разрушен фитоценоз и зооценоз, но такой элемент как почва в значительной мере сохраняет свойства, которые были ей присущи до рубки. Что касается освещенности, прогреваемости, альбедо, ветрового режима, то они радикально меняются. Поэтому после рубки на освобожденной от леса площади сначала появятся светолюбивые и быстрорастущие травянистые растения и лиственные древесные породы. По прошествии некоторого времени (10-20 лет) разросшиеся лиственные постепенно начнут угнетать травянистые растения, и появится возможность для укоренения и прорастания всходов хвойных. Далее по прошествии десятилетий лиственные постепенно уступят свое место хвойным, как показано на фоллии 22. В дальнейшем может начаться процесс распада популяции хвойной породы и ее замена популяциями лиственных пород (осины, березы, ивы и др.).



Воздействие человека (прямое или косвенное) может существенным образом изменять сукцессионные процессы, замедлять или ускорять их. Однако сукцессии подчиняются определенным закономерностям, являются неотъемлемым свойством любой наземной или водной экосистемы. Непродуманное вмешательство в сукцессионный процесс без глубокого знания природы конкретной системы может привести к ее распаду, поскольку сукцессия экосистемы есть целостный и последовательный процесс, это изменение во времени не отдельных разрозненных живых компонентов, а изменение всей живой компоненты (биоты) и всего комплекса абиотических факторов, всех пищевых и энергетических цепей. Например, вспышки массового размножения насекомых в лесах есть также проявление сукцессионного процесса, а подавление этих вспышек посредством ядохимикатов может иметь не только положительные, но и отрицательные последствия, так как уничтожение одного из участников сукцессии прямо и косвенно влияет на другие.

Сукцессия экосистемы является фактически сукцессией пищевых цепей и фундаментальных экологических ниш, т.е. режимов и состава взаимодействующих факторов. Поэтому приведенные выше примеры – упрощенные. В реальных условиях все гораздо сложнее, и при управлении экосистемами это взаимодействие факторов следует учитывать. На конкретной вырубке лиственные, а не хвойные породы появляются закономерно в силу необратимости сукцессии. При этом хвойные не растут не потому, что с ними «конкурируют» лиственные, а потому, что отсутствует множество других необходимых и достаточных экологических факторов, определяющих экологическую нишу.

Сукцессия – процесс энергоемкий, так как связан с образованием продукции в результате фотосинтеза. Преимущество в условиях восстановительной сукцессии, как показано на фоллии 23, имеют те растения, которые максимально рационально утилизируют поступающую энергию солнечного излучения. И наоборот – те растения, которые в силу особенностей своей ниши не имеют такой возможности (например, при недостаточном минеральном питании, появлении консументов, повреждающих фотосинтетический аппарат), отторгаются вновь формирующейся экосистемой.

Особый случай антропогенной сукцессии представляет собой сельское хозяйство. Распахав целинные участки и посеяв на них ту или иную культуру, хозяйство получает определенный урожай. Этот урожай представляет собой

ассимилированные растениями питательные вещества почвы, кислород и углерод атмосферы, которые в дальнейшем отчуждаются из экосистемы, поскольку урожай собирают и вывозят. Поэтому на следующий год возможны различные варианты использования той же площади: восстановление плодородия за счет внесения удобрений с повторением данной культуры, «отдых» почвы под паром, замена культуры, например картофеля на рожь или кормовые травы, а также использование обогащающих почву растений.

Первый вариант является самым неоптимальным, прежде всего по причине ресурсозатратности из-за необходимости внесения удобрений. Кроме того, в почве могут накапливаться вредители и возбудители болезней именно той культуры, которая здесь выращивалась.

Более приемлемыми являются третий или четвертый варианты, т.е. хозяйство вынуждено имитировать сукцессию, используя принцип чередования полей, т.е. севооборота.

Под севооборотом полей понимают размещение и чередование сельскохозяйственных культур на отведенном для этой цели участке с одновременным выполнением работ по повышению почвенного плодородия. Так, известно, что злаки требовательны к азоту. Замена их на той же площади на бобовые позволяет восстановить содержание азота в почве.

Таким образом, сукцессия – это севооборот, изобретенный природой задолго до того, как его освоил человек в культурном земледелии.

### **1.8 Глобальные экологические проблемы**

Научно-технический прогресс поставил перед человечеством ряд весьма сложных проблем, которые либо никогда ранее не возникали, либо не были столь масштабными. Среди них особое место занимают отношения между человеком и окружающей средой. В прошлом столетии природа испытала невиданную нагрузку, вызванную 4-кратным ростом численности населения и 18-кратным увеличением объема мирового производства. Изменения окружающей среды под воздействием человека стали глобальными, затронув все без исключения страны мира, и наиболее значимыми для жизни общепризнаны:

- изменение климата Земли;
- разрушение озонового слоя;
- трансграничный перенос вредных примесей и загрязнение воздушного бассейна;
- истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана;

- оскудение биологического разнообразия;
- деградация земель, разрушение почвенного покрова.

Изменение климата Земли.

Многолетние метеорологические наблюдения, осуществляемые во всех районах земного шара, подтверждает непостоянство климата, его подверженность определенным изменениям. Так, в конце XIX в. началось потепление, которое заметно усилилось в 1920-1930-е гг., а затем наступило похолодание, медленно продолжавшееся до 1960-х гг. Геологи исследовали осадочные отложения земной коры и выяснили, что в прошедшие эпохи климат претерпел куда более масштабные перемены, обусловленные природными процессами. Данные изменения называют естественными.

Наряду с естественными факторами на глобальные климатические условия оказывает всевозрастающее влияние хозяйственная деятельность человека.

Современными научными исследованиями установлено, что влияние антропогенной деятельности на глобальный климат связано с несколькими факторами, в особенности с увеличением:

- количества атмосферного углекислого газа, а также некоторых других газов, поступающих в атмосферу в ходе хозяйственной деятельности и усиливающих в ней парниковый эффект;
- массы атмосферных аэрозолей;
- вырабатываемой в процессе хозяйственной деятельности тепловой энергии, поступающей в атмосферу.

Парниковый эффект. Повышение концентрации парниковых газов у земной поверхности способствует образованию газовой «завесы», которая не пропускает избыточное инфракрасное излучение от поверхности Земли обратно в космос, как это должно быть при нормальной концентрации этих газов. В результате значительная часть энергии остается в приземном слое, вызывая повышение температуры у самой поверхности планеты. Общая тенденция к повышению температуры воздуха, которая наблюдалась в XX в., усиливается, что уже привело к повышению средней температуры воздуха на 0,6 °C.

Прогнозируются следующие последствия глобального потепления:

- повышение уровня Мирового океана вследствие таяния ледников и полярных льдов (за последние 100 лет он уже поднялся на 10–25 см), которое в свою очередь приведет к затоплению территорий, смещению границ болот,

повышению солености воды в устьях рек, а также к потенциальной утрате мест проживания человека;

- изменение количества осадков (оно увеличится в северной части Европы и снизится в южной);

- изменение гидрологического режима, количества и качества водных ресурсов;

- воздействие на экологические системы, сельское и лесное хозяйство (смещение климатических зон в северном направлении, миграция видов дикой фауны, изменение сезонности роста и продуктивности угодий в сельском и лесном хозяйстве).

Все перечисленные выше факторы могут оказать катастрофическое воздействие на здоровье людей, экономику и общество в целом. Растущая частота засух и последующий кризис сельского хозяйства повышают угрозу голода и социальной нестабильности в некоторых регионах мира. Сложности с водоснабжением в теплых странах стимулируют распространение тропических и субтропических болезней.

По мере усиления тенденций к потеплению погодные условия становятся более изменчивыми, а климатические стихийные бедствия – разрушительными. Возрастает ущерб, наносимый стихийными бедствиями мировому хозяйству.

Для ослабления угрозы глобального потепления необходимо в первую очередь сократить объем выбросов углекислого газа. Однако большинство таких выбросов возникает в результате сжигания ископаемого топлива, которое по-прежнему обеспечивает более 75% мировой энергии. Быстро увеличивающееся число автомобилей на планете усиливает опасность наращивания объема выбросов.

В 1997 г. был принят Киотский протокол, который зафиксировал определенные количественные обязательства стран по ограничению выбросов парников газов. Обязательства дифференцированы для промышленно развитых стран и стран с переходной экономикой. На момент подписания Киотского протокола выбросы парниковых газов распределялись следующим образом: США – 36,1 % общемировых выбросов; страны ЕС – 25,0; Россия – 17,4; Япония – 8,5; страны Восточной Европы – 7,4; Канада – 3,3; Австралия и Новая Зеландия – 2,3 %.

Разрушение озонового слоя Земли. Основное количество озона образуется в верхнем слое атмосферы – стратосфере, на высотах от 10 до 45 км. Слой озона защищает все живое на Земле от жесткого ультрафиолетового

излучения Солнца. Поглощая это излучение, озон существенно влияет на распределение температуры в верхних слоях атмосферы, что в свою очередь воздействует на климат.

Общее количество и рассредоточение озона в атмосфере является результатом сложного и до конца не изученного динамического равновесия фотохимических и физических процессов, определяющих его образование, разрушение и перенос. Начиная примерно с 1970-х гг. наблюдается глобальное уменьшение количества стратосферного озона. Истощение озонового слоя планеты ведет к разрушению сложившегося биогенеза океана вследствие гибели планктона в экваториальной зоне, угнетению роста растений, резкому увеличению глазных и раковых заболеваний, а также болезней, связанных с ослаблением иммунной системы человека и животных, повышению окислительной способности атмосферы, коррозии металлов и т.д.

Считается, что причиной разрушения озонового слоя являются хлорфторуглероды – инертные в обычных условиях вещества, используемые в качестве газов-наполнителей в аэрозольных упаковках, при производстве мягких и твердых пенистых веществ, в качестве хладонов – в холодильных установках и кондиционерах, как растворители – в промышленном производстве и т.п. Однако, попадая в стратосферу и разрушаясь под действием ультрафиолетового излучения Солнца они выделяют свободный хлор, участвующий в реакциях разрушения озона. Одна молекула такого инертного газа способна разрушить до 1000 молекул озона.

Разрушение стратосферного озона и проникновение повышенных доз ультрафиолетового излучения может существенно повлиять на радиационный баланс системы «Земля-атмосфера» и привести к непредсказуемым последствиям для климата планеты, в том числе усилить парниковый эффект. Учитывая это, в 1987 г. был принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, в котором определены перечень, порядок и нормы поэтапного снижения производства и потребления озоноразрушающих веществ.

Истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана.

Потребление пресной воды в мире ежегодно увеличивается. Почти треть землян проживает в странах, которые потребляют воду в объеме, на 10 % превышающем имеющиеся у них запасы. Если нынешние тенденции сохранятся, то к 2025 г. каждые два из трех жителей Земли будут проживать в условиях водного дефицита.

Основным источником обеспечения человечества пресной водой являются в целом активно возобновляемые поверхностные воды, которые составляют около 39 000 км<sup>3</sup>/год.

Подземные воды обеспечивают потребности трети населения Земли, поэтому большую озабоченность вызывают их нерациональное использование и несовершенные методы эксплуатации. Добыча подземных вод во многих регионах земного шара (на Аравийском полуострове, в Индии, Китае, Мексике, США) ведется в объемах, значительно превышающих способность природы к их возобновлению. Как следствие, отмечается падение уровня подземных вод на 1–3 м в год.

Между отдельными государствами происходит острейшая конкурентная борьба за водные ресурсы, используемые для орошения или для производства электроэнергии. По мере роста численности населения такого рода конфликты будут усиливаться.

Охрана запасов водных ресурсов непосредственно связана с разработкой стратегии водопользования на национальном и местном уровнях. Прежде всего необходимо решить задачу всемерного сокращения расходования воды на единицу сельскохозяйственной и промышленной продукции. В Организации Объединенных Наций разрабатываются программы так называемой «голубой революции» в сельском хозяйстве, цель которой – увеличить отдачу сельскохозяйственного производства на единицу расходуемых водных ресурсов благодаря эффективному управлению водным хозяйством.

Не менее многоплановая и сложная задача – охрана качества водных ресурсов. Использование воды для хозяйственных целей также составляет одно из звеньев круговорота воды. Но антропогенное звено существенно отличается от естественного, поскольку лишь часть воды возвращается в процессе испарения в атмосферу, а другая (особенно при водоснабжении городов и промышленных предприятий) сбрасывается обратно в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства. Этот процесс продолжается в течение тысячелетий. С ростом городского населения, развитием промышленности, использованием в сельском хозяйстве минеральных удобрений и вредных химических веществ загрязнение поверхностных пресных вод стало приобретать глобальные масштабы.

Мировой океан – крупнейшая экологическая система планеты Земля, включающая акватории Атлантического, Индийского, Тихого и Северного Ледовитого океанов с взаимосвязанными прилежащими морями. Морская вода

занимает 95 % объема всей гидросферы. Будучи важным звеном в круговороте воды, она обеспечивает питание ледников, рек и озер, а тем самым – жизнь растений и животных. Мировой океан играет огромную роль в создании необходимых условий жизни на планете, его фитопланктон обеспечивает 50-70 % общего объема кислорода, потребляемого живыми существами.

Вместе с тем научно-техническая революция послужила причиной ряда негативных процессов, в том числе катастрофического загрязнения вод Мирового океана нефтью, химическими веществами, органическими остатками, захоронениями радиоактивных отходов и др. По отдельным оценкам, Мировой океан поглощает основную часть загрязняющих веществ.

Международное сообщество активно ищет пути эффективной охраны морской среды. Уже подписано более 100 конвенций, соглашений, договоров и других правовых актов, направленных на предотвращение загрязнения Мирового океана. Это, в частности, международные соглашения, которые предусматривают:

- запрещение или ограничение определенными условиями сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе нормальной эксплуатации;
- предотвращение преднамеренного загрязнения морской среды эксплуатационными отходами с судов, а также частично - от стационарных и плавучих платформ);
- запрещение или ограничение захоронения отходов и других материалов;
- предотвращение загрязнения или уменьшение его последствий в результате аварий и катастроф.

Разрушение почвенного покрова Земли.

Проблема сохранения земельных ресурсов в настоящее время приобрела глобальный характер не только из-за ограниченности земельного фонда планеты. Естественная способность почвенного покрова производить биологическую продукцию ежегодно уменьшается как относительно (в расчете на душу прогрессивно возрастающего мирового населения), так и абсолютно (за счет увеличения потерь и деградации почвы под влиянием антропогенного фактора). По самым оптимистическим подсчетам специалистов ООН, около 2 млрд га земли подвержены деградации, вызываемой деятельностью человека, что ставит под угрозу существование почти миллиарда человек. Основные причины этого – эрозия, вызываемая чрезмерным выпасом, обезлесением, опустыниванием земель, а также засоление почв в результате орошения.

Эрозия почвы известна человеку давно, но особенно опасные масштабы она приобрела в связи с интенсификацией земледелия, многократно усилившей нагрузку на почвенный покров.

Вторым по значению и также широко распространенным деградационным процессом является сложный комплекс неблагоприятных последствий орошаемого земледелия, среди которых особенно выделяются вторичное засоление и заболачивание почв. Доведение содержания солей в пахотном слое орошаемой почвы до 1 % снижает урожай на треть, а при их содержании в 2–3 % уничтожает его полностью.

Во всем мире происходит истощение пахотных и пастбищных земель, падение их плодородия в результате нерационального интенсивного использования; в районах достаточного или избыточного атмосферного увлажнения наблюдается заболачивание почв; к другим деградационным процессам относятся уплотнение почв, их техногенное загрязнение.

Возрастание угрозы деградации земель также обусловлено изменением климатических условий. С каждым годом расширяются территории, затронутые опустыниванием, страдающие от засух и засушливых явлений.

Различные международные природоохранные организации предлагают следующие первоочередные меры по решению проблемы деградации земель (почв):

- разработка законодательства, непосредственно нацеленного на решение проблем деградации почв, сотрудничество на региональном и международном уровнях, разработку согласованных программ мониторинга почв;
- создание специальных экологических фондов за счет традиционных налоговых поступлений или специальных налогов на отходы для финансирования восстановительных работ по расчистке ранее загрязненных земель;
- поиск новых источников финансирования;
- использование традиционных инженерно-технических методов (выемка и вывоз загрязненного грунта, укладка относительно непроницаемого изолирующего слоя для предотвращения просачивания опасных веществ в грунтовые горизонты) и разработка новых технологических подходов;
- сдерживание процессов опустынивания и эрозии почв за счет введения ограничений на определенные виды землепользования, рационального планирования сельскохозяйственных работ, проведения лесопосадок, ограничения мелиоративных работ (осушения).



Сохранение биологического разнообразия.

Основным гарантом поддержания стабильных условий существования жизни на Земле является сохранение максимального биологического разнообразия, т.е. всех возможных форм живых организмов всех сред обитания, включая наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются. Это понятие охватывает как внутривидовое, так и межвидовое разнообразие, а также разнообразие экосистем.

Огромное количество всевозможных организмов на нашей планете – это необходимое условие поддержания нормального состояния и функционирования биосферы в целом. Видовая разнокачественность групп растений и животных, численность отдельных видов, биомасса определяют их роль в биотическом круговороте веществ и переносе энергии.

В период научно-технической революции главной силой, преобразующей растительный и животный мир, стал человек. Его деятельность привела к тому, что исчезновение многих видов животного мира, в первую очередь млекопитающих и птиц, драматически ускорилось, значительно превысив расчетные средние темпы предыдущих тысячелетий.

Прямые угрозы биоразнообразию, как правило, базируются на социально-экономических факторах. Так, рост народонаселения повышает потребность в продуктах питания, что ведет к соответствующему расширению сельскохозяйственных угодий, интенсификации землепользования, отведению земель под застройку, общему наращиванию потребления и усилению деградации природных ресурсов.

В настоящее время под вопросом находится выживание около 25% всех видов млекопитающих и 11% видов птиц. Продолжается истощение рыбных промысловых районов Мирового океана: за последние полвека рыбные уловы выросли почти в пять раз, при этом 70% океанических промыслов подвергаются предельной либо запредельной эксплуатации.

Проблема сохранения биоразнообразия взаимосвязана с деградацией лесов. Леса содержат свыше 50% мировых биологических ресурсов, обеспечивают ландшафтное многообразие, формируют и защищают почвы, содействуют задержанию и очистке воды, производству кислорода, снижают угрозу глобального потепления климата. Рост численности населения и развитие мирового хозяйства обусловили растущий глобальный спрос на лесную продукцию. В итоге за последние 300 лет уничтожено около 70%

лесной площади планеты, лесистость сократилась до 30%. Деградация и гибель лесов вызвана как природными, так и антропогенными факторами. В развивающихся странах за последние десятилетия XX в. были потеряны десятки миллионов гектаров лесных угодий в результате чрезмерной вырубki, трансформации под сельскохозяйственные угодья, болезней и пожаров.

Среди главных причин истощения лесных ресурсов – высокий спрос на древесину в промышленно развитых странах. В качестве альтернативы необходимо повысить эффективность технологии производства лесоматериалов, бумаги, более широко использовать отходы и вторичные материалы, в целях экономии бумаги выпускать издательскую продукцию в электронном виде. Лесовосстановление обеспечит удовлетворение будущих потребностей в древесине и будет способствовать поглощению углеродистых соединений из атмосферы, замедляя тем самым процесс глобального потепления.

Осознание непреходящей ценности биологического разнообразия, его значения для поддержания естественной эволюции и устойчивого функционирования биосферы привело человечество к пониманию угрозы, которую представляет сокращение биоразнообразия в результате некоторых видов человеческой деятельности. Разделяя озабоченность мирового сообщества, Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992) среди других важнейших документов приняла Конвенцию о биологическом разнообразии, направленную на рациональное использование природных биологических ресурсов и осуществление действенных мер по их сохранению.

### **1.9 Концепция устойчивого развития**

Социально-экономическое развитие общества в XX веке, в основном ориентированное на быстрые темпы экономического роста, породило беспрецедентное причинение вреда окружающей природной среде. Человечество столкнулось с противоречиями между растущими потребностями мирового сообщества и невозможностью биосферы обеспечить эти потребности.

Богатства природы, ее способность поддерживать развитие общества и возможности самовосстановления оказались не безграничными. Возросшая мощь экономики стала разрушительной силой для биосферы и человека. Возникла реальная угроза жизненно важным интересам будущих поколений человечества.

Устранение сложившихся противоречий возможно только в рамках стабильного социально-экономического развития, не разрушающего своей природной основы – *устойчивого развития*.

В основу концепции перехода России к модели устойчивого развития положен принцип динамично сбалансированного развития триады: экономика – природа – общество, как показано на фоллии 24.

Поскольку биосфера как регулятор окружающей среды представляет собой единую систему, переход к устойчивому развитию всего мирового сообщества может быть осуществлен только в условиях эффективного международного сотрудничества.

Роль России в решении планетарных экологических проблем определяется обладанием большими по площади территориями, практически не затронутыми хозяйственной деятельностью и являющимися резервом устойчивости всей биосферы в целом. В соответствии с этим приоритеты России в международном сотрудничестве по обеспечению устойчивого развития состоят в организации международного партнерства по решению проблем перехода к устойчивому развитию, активному участию в международных научных программах по проблемам устойчивого развития и в разработке мер, способствующих нормализации антропогенного воздействия на биосферу, созданию эффективных механизмов обеспечения межгосударственного экологического паритета при решении вопросов о трансграничном переносе вредных веществ, стимулированию поступления в Россию экологически ориентированных зарубежных инвестиций, обеспечению экологических интересов страны во внешнеэкономической деятельности.

Переход к устойчивому развитию должен обеспечить на перспективу сбалансированное решение проблем социально-экономического развития и сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала, удовлетворение потребностей настоящего и будущих поколений людей.

**Контрольные вопросы к лекции 1:**

- 1.1 Что является предметом изучения экологии?
- 1.2 Каковы приоритеты России в международном сотрудничестве по обеспечению устойчивого развития?
- 1.3 Что является основой концепции перехода России к модели устойчивого развития?
- 1.4 Что является основным гарантом поддержания стабильных условий существования жизни на Земле?
- 1.5 Каким образом создается первичная продукция на Земле?
- 1.6 В чем состоит суть фотосинтеза?
- 1.7 Какой вид живых существ сохраняет газовый баланс атмосферы?.
- 1.8 Каких бактерий относят к хемосинтетикам?
- 1.9 Что такое трофические цепи и трофические уровни?
- 1.10 Какой вид живых существ носит название продуцентов?
- 1.11 Какие геосферы Вы знаете?
- 1.12 Что такое географическая популяция?
- 1.13 Кто был основоположником учения о биосфере?
- 1.14 Что относится к экологическим факторам?
- 1.15 Что относится к абиотическим факторам?
- 1.16 Что относится к антропогенным факторам?
- 1.17 Каковы общие закономерности взаимодействия организмов и экологических факторов?
- 1.18 В чем состоит закон лимитирующего фактора?
- 1.19 Как может происходить адаптация организмов к окружающей среде?
- 1.20 Что такое экологическая ниша организма?
- 1.21 Какие динамические процессы протекают в экосистемах?
- 1.22 Какие Вы знаете глобальные экологические проблемы?
- 1.23 По каким параметрам можно судить об изменении климата Земли?
- 1.24 Каким способами можно остановить истощение запасов пресной воды и загрязнение вод Мирового океана?
- 1.25 По каким причинам происходит разрушение почвенного покрова Земли?
- 1.26 Каковы механизмы сохранения биологического разнообразия?
- 1.27 В чем состоит суть концепции устойчивого развития?

## **Лекция 2 Техногенное воздействие на окружающую среду**

### **План лекции:**

- 2.1 Загрязнение окружающей среды
- 2.2 Круговорот вещества в биосфере
- 2.3 Антропогенные воздействия на атмосферный воздух
- 2.4 Антропогенные воздействия на гидросферу
- 2.5 Антропогенные воздействия на литосферу

### **2.1 Загрязнение окружающей среды**

В процессе жизнедеятельности человек приспособлял природу для своих нужд, производя антропогенные объекты, создавая новые вещества. В результате человеческая цивилизация обусловила появление на планете новой глобальной материальной системы – техносферы.

Техносфера – это совокупность искусственных объектов, в том числе веществ, созданных целенаправленной деятельностью человека, и природных объектов, измененных этой деятельностью.

Таким образом, окружающая среда представляет собой совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Ее качество характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями. Благоприятной считается окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов.

Окружающая среда и биосфера как ее часть подвержены разносторонним естественным и антропогенным воздействиям, которые осуществлялись на протяжении почти всей человеческой истории. К настоящему времени антропогенные воздействия многократно усилились за счет техногенных, обусловленных производственной деятельностью. Как правило, техногенные воздействия (техногенез) являются негативными, так как их последствия приводят к ухудшению качества окружающей среды, ее загрязнению.

Загрязнение окружающей среды – это поступление в нее вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Все многообразие видов загрязнений по характеру воздействия на экосистемы можно разделить на четыре группы, как показано на фоллии 25.

Ингредиентное загрязнение происходит при поступлении в экосистемы веществ, отсутствовавших в них ранее или присутствовавших в меньших количествах.

Загрязняющими являются вещества или смеси веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

Загрязнения данной группы подразделяются на минеральные и органические. Поступая в окружающую среду, они вызывают изменения механического или химического свойства. К ингредиентным загрязнениям относятся отходы добывающих и перерабатывающих производств, продукты сгорания ископаемого топлива, бытовые стоки и мусор, отходы сельскохозяйственного производства и прочие.

Параметрическое загрязнение заключается в изменении физических параметров окружающей среды. Влияет на естественно сложившиеся параметры среды и оказывает угнетающее и дискомфортное воздействие на живые организмы. Оно включает в себя шумовое, тепловое, световое, электромагнитное, радиационное загрязнения. Причем, тепловое загрязнение подразумевает изменение температурного режима, как в сторону роста, так и понижения температуры.

Биоценотическое загрязнение – это изменение состава и структуры популяций. Оно связано с фактором беспокойства живых существ, перепромыслом рыб, животных, птиц, интродукцией (введением культурных видов растений в места, где они ранее не произрастали) и акклиматизацией (приспособлением организмов к новым климатическим условиям) видов.

Стационально-деструкционное загрязнение связано с разрушением естественной стабильности экологических систем за счет вмешательства человека или явлений природы. Например, разработка карьеров, дорожное строительство, осушение земель, эрозия почв, пожары и прочее.

## **2.2 Круговорот вещества в биосфере**

В основе жизни находится обмен веществом между организмом и окружающей его средой, представляющий собой совокупность химических (биохимических) процессов. Между литосферой, гидросферой, атмосферой и живыми организмами Земли постоянно происходит обмен химическими элементами. Этот процесс имеет циклический характер: переместившись из

одной сферы в другую, элементы вновь возвращаются в первоначальное состояние.

Круговорот веществ – многократно повторяющийся процесс совместного, взаимосвязанного превращения и перемещения веществ в природе, имеющий более или менее циклический характер.

Общий круговорот веществ характерен для всех геосфер и складывается из отдельных процессов круговорота химических элементов, воды, газов и других веществ. Процессы круговорота не полностью обратимы из-за рассеивания веществ, изменения его состава, местной концентрации и деконцентрации. Миграция химических элементов определяется многочисленными внешними факторами, в частности, энергией солнечного излучения, внутренней энергией Земли, действием силы тяжести и внутренними факторами, зависящими от свойств самих элементов.

Экологическая система как структурная часть биосферы, являющаяся источником требуемых организму материальных ресурсов, представляет собой химическую среду обитания. От соответствия химического состава биосферы требованиям живых организмов зависит жизнедеятельность последних. На уровне экосистемы и биосферы в целом также происходят непрерывные физико-химические процессы, в общем случае представляющие собой биогеохимические циклы. Составным элементом последних является биотический круговорот, т.е. та часть биогеохимических циклов, в которой непосредственно участвуют живые организмы.

Деятельность общества оказалась в настоящее время мощной геологической, геофизической, геохимической силой, радикально трансформирующей биосферу. Причем большинство современных специалистов связывают эти изменения с процессами загрязнения твердой, жидкой и газообразной составляющих биосферы. Разумеется, загрязнение нельзя сводить только к поступлению новых химических соединений в экосистемы в результате преобразования масс вещества в процессе промышленного производства и утилизации энергоносителей. Человек влияет на биогеохимические циклы не только на экосистемном, но и на биосферном, а также на планетарном и околоземном космическом уровне.

Круговороты могут происходить на ограниченном пространстве и на протяжении небольших отрезков времени, а может охватывать всю наружную часть планеты и огромные периоды. При этом малые круговороты входят в

более крупные, которые в своей совокупности складываются в колоссальные биогеохимические круговороты. Они тесно связаны с окружающей средой.

Гигантские массы химических веществ переносятся водами Мирового океана. В первую очередь это относится к растворенным газам – диоксиду углерода, кислороду, азоту. Холодная вода высоких широт растворяет газы атмосферы. Поступая с океаническими течениями в тропический пояс, она их выделяет, так как растворимость газов при нагревании уменьшается. Поглощение и выделение газов происходит также при смене теплых и холодных сезонов года.

Огромное влияние на природные циклы некоторых элементов оказало появление жизни на планете. Это, в первую очередь, относится к круговороту главных элементов органического вещества – углерода, водорода и кислорода, а также таких жизненно важных элементов как азот, сера и фосфор. Живые организмы оказывают влияние и на круговорот многих металлических элементов. Несмотря на то, что суммарная масса живых организмов Земли меньше массы земной коры в миллионы раз, растения и животные играют важнейшую роль в перемещении химических элементов.

Зеленые растения используют солнечную энергию и синтезируют органическое вещество из диоксида углерода, воды, минеральных элементов почвы. Это вещество накапливается в биосфере, частично консервируется в виде, например, торфа, каменного угля, сланцев, донных отложений океана. Эти процессы идут уже сотни миллионов лет. Но, поскольку Земля – конечное физическое тело, то любые химические элементы (в чистом виде или в виде соединений) также физически конечны. За миллионы лет их ассимиляции фотосинтетиками они должны были, казалось бы, оказаться исчерпанными, полностью связанными в мертвой органике, превратиться в косную материю. Но, как мы знаем, эти процессы происходят и в настоящее время. Более того, человек постоянно стремится к их интенсификации, повышая продуктивность создаваемых им экологических систем.

Круговороты элементов и веществ осуществляются за счёт саморегулирующих процессов, в которых участвуют все составные части экосистем. Эти процессы являются безотходными. В природе нет ничего бесполезного или вредного, даже от вулканических извержений есть польза, так как с вулканическими газами в воздух поступают нужные элементы, например, азот, сера.



Различают два основных круговорота: большой (геологический) и малый (биотический).

Большой круговорот, продолжающийся миллионы лет, заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, а продукты выветривания (в том числе растворимые в воде питательные вещества) сносятся потоками воды в Мировой океан, где они образуют морские напластования и лишь частично возвращаются на сушу с осадками. Геотектонические изменения, процессы опускания материков и поднятия морского дна, перемещения морей и океанов в течение длительного времени приводят к тому, что эти напластования возвращаются на сушу и процесс начинается вновь.

Малый круговорот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и состоит в том, что питательные вещества, вода и углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и на жизненные процессы как самих растений, так и других организмов (как правило, животных), которые поедают их. Продукты распада органического вещества под действием деструкторов и микроорганизмов (бактерии, грибы, черви) вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вовлекаемых ими в потоки вещества.

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии или энергии химических реакций называется биогеохимическим циклом. В такие циклы вовлечены практически все химические элементы и прежде всего те, которые участвуют в построении живой клетки. Глобальная система циклической миграции химических элементов обладает высокой способностью к саморегуляции, при этом огромную роль в круговороте химических элементов играет биосфера.

В качестве примера рассмотрим лишь круговороты углерода, азота, серы и кислорода.

Круговорот углерода, как и любого другого элемента, совершается по большому и малому циклам, как показано на фоллии 26.

Малый (биогенный) круговорот углерода является составной частью большого круговорота и связан с жизнедеятельностью организмов. Углерод, содержащийся в виде  $\text{CO}_2$  в атмосфере, служит сырьем для фотосинтеза растений и далее поступает вместе с веществом, в котором он аккумулирован, в пищевые цепи: в распоряжение консументов разных уровней, а далее — редуцентов. При дыхании организмов  $\text{CO}_2$  возвращается в атмосферу.

Определенная часть углерода накапливается в виде мертвой органики, частично переходит в ископаемое состояние. Так, залежи природных углеводородов (нефть, газ), каменного угля или торфа – это и есть органическое вещество – продукт процессов фотосинтеза растений прошлых геологических эпох. В связи с тем, что солнечную энергию, аккумулированную в ископаемом топливе, человек интенсивно высвобождает при сжигании этого топлива, возникает так называемый биологотехнический круговорот углерода, поскольку при сжигании топлива диоксид углерода дополнительно поступает в атмосферу.

Основная масса углерода аккумулирована в карбонатных отложениях дна океана, кристаллических породах, в каменном угле и нефти, как показано на фоллии 27. Именно этот углерод принимает участие в медленном геологическом круговороте. Жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы поддерживаются участвующими в малом (биогенном) круговороте относительно небольшими количествами углерода, содержащегося в растительных и животных тканях. Однако в настоящее время человек интенсивно замыкает на себя круговорот веществ, в том числе углерода. Например, подсчитано, что суммарная биомасса всех домашних животных уже превышает биомассу всех диких наземных животных. Площади культивируемых растений приближаются к площадям естественных биогеоценозов, и многие культурные экосистемы по своей продуктивности, непрерывно повышаемой человеком, значительно превосходят природные.

С другой стороны, поступление диоксида углерода в атмосферу в результате сжигания энергоносителей ведет к глобальным изменениям в биосфере – прежде всего в отношении теплового баланса. Стойкое увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере в связи с сжиганием топлива подтверждается прямыми наблюдениями и расчетами. За последнее столетие содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось на 10% от его современной концентрации. В атмосфере задерживается около половины «антропогенного» диоксида углерода, а остальное поглощается водами Мирового океана и, отчасти, живыми (в первую очередь, автотрофными) организмами. Считается, что наземные экосистемы ежегодно ассимилируют около 12% диоксида углерода, т.е. общее время его переноса в круговороте составляет 8 лет.

Круговорот азота. Несмотря на то, что в составе воздуха 78% азота, непосредственно ассимилировать его высшие организмы-продуценты не могут. Цикл азота состоит в следующем. Его главная роль заключается в том, что он

входит в состав жизненно важных структур организма – аминокислот белка, а также нуклеиновых кислот. В целом в живых организмах содержится примерно 3% всего активного фонда азота. Растения ежегодно потребляют около 1% имеющегося в активном фонде азота, т.е. время его круговорота составляет 100 лет. От растений-продуцентов азотсодержащие соединения переходят к консументам, от которых после отщепления аминов от органических соединений азот выделяется в виде аммиака или мочевины, как показано на фоллии 28. Причем мочевина также превращается в аммиак в результате гидролиза.

В дальнейшем в процессах окисления азота аммиака (нитрификации) образуются нитраты, способные ассимилироваться корнями растений. Часть нитритов и нитратов в процессе денитрификации восстанавливается до молекулярного азота, поступающего в атмосферу. Все эти химические превращения возможны в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, в частности свободноживущих аэробных и анаэробных бактерий, сине-зеленых и пурпурных водорослей. Так, хемосинтетики нитрозомонасы превращают аммиак в нитриты, а нитробактер – в нитриты и нитраты.

Особенно значима в круговороте азота роль симбиотических (от греч. симбиоз – сожительство) клубеньковых бактерий, локализующихся на корнях растений преимущественно семейства бобовых. Бактерии родов азотобактер или ризобиум способны путем ферментативного расщепления молекул  $N_2$  фиксировать атмосферный азот и делать его доступным корневым системам растений.

Круговорот азота в настоящее время подвергается сильному антропогенному воздействию. С одной стороны, массовое использование азотных удобрений приводит к избыточному накоплению нитратов. При этом, азот, поступающий на поля в виде удобрений, теряется из-за отчуждения урожая, выщелачивания и денитрификации. С другой стороны, при снижении скорости превращения аммиака в нитраты аммонийные удобрения накапливаются в почве. Возможно подавление деятельности микроорганизмов в результате загрязнения почвы отходами промышленности. Однако все эти процессы носят достаточно локальный характер. Гораздо большее значение имеет поступление оксидов азота в атмосферу при сжигании топлива на теплоэлектростанциях и на транспорте. Азот, «фиксированный» в промышленных выбросах, токсичен, в отличие от азота биологической

фиксации. При естественных процессах оксиды азота появляются в атмосфере в малых количествах в качестве промежуточных продуктов, но в городах и промышленных районах их концентрации становятся опасными. Они раздражают органы дыхания, а под воздействием ультрафиолетового излучения возникают реакции между оксидами азота и углеводородами с образованием высокотоксичных и канцерогенных соединений.

Круговорот серы охватывает воду, почву и атмосферу, как показано на фоллии 29. Основные резервы серы находятся в почве и в отложениях. Содержание серы в воздухе относительно невелико.

Ключевым звеном круговорота серы являются процессы аэробного окисления сульфида водорода (сероводорода –  $\text{H}_2\text{S}$ ) до сульфата ( $\text{SO}_2$ –  $\text{SO}_4$ ) и анаэробного восстановления сульфата до сульфида. Эти реакции осуществляются соответствующими группами бактерий. Благодаря окислительно-восстановительным процессам происходит обмен серы между доступным сульфатом в аэробной зоне почвы и сульфидами железа, расположенными глубоко в почве и в осадках (в анаэробной зоне). В результате микробного восстановления глубоководных отложений к поверхности воды движется  $\text{H}_2\text{S}$ , что, например, типично для Черного моря. Выделяющийся из воды сульфид окисляется до сульфата атмосферным кислородом. Сульфат – основная форма серы, которая, доступна автотрофам. Сера, как известно, входит в состав аминокислот.

Круговорот серы находится под сильным влиянием антропогенной деятельности, в первую очередь, в результате сжигания ископаемого топлива. В органических энергоносителях всегда содержится то или иное количество серы, выделяющейся в виде диоксида, который, как и оксиды азота, токсичен для живых организмов. Диоксид серы способен интенсивно поглощаться наземным ассимиляционным аппаратом растений и в сильной степени подавлять процесс фотосинтеза вплоть до некроза и полной гибели листьев. Диоксид серы может реагировать с водяными парами атмосферы, образуя диоксид серы и далее – сернистую кислоту.

Кроме того, большое количество серы как в элементарной форме (например, коллоидная сера), так и в виде сложных соединений (например, купоросов) используется в качестве средств уничтожения вредителей и болезней растений, что приводит к загрязнению почв на больших площадях, а также к проникновению серы в грунтовые и поверхностные воды.

Сера – необходимый питательный элемент для организмов. В почве она встречается в форме сульфатов –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , сульфидов –  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{ZnS}$  и органических соединений. Сера содержится в аминокислотах белков растений, животных и микроорганизмов, валовые ее запасы в почвах сравнительно невелики, и растения часто испытывают недостаток в ней.

Органические и неорганические формы серы под влиянием деятельности микроорганизмов подвергаются в почве различным превращениям. Направление трансформаций соединений серы регулируется в основном факторами внешней среды. Органические соединения серы могут быть разрушены и минерализованы. В определенных условиях восстановленные неорганические соединения серы подвергаются окислению микроорганизмами, а окисленные (сульфаты, сульфиты и др.), наоборот, могут быть восстановлены в  $\text{H}_2\text{S}$ .

Восстановление неорганических соединений серы осуществляется при разнообразных обменных процессах. Сульфаты могут быть источником серы, как для микро-, так и для макроорганизмов. Усвоение данных соединений сопровождается восстановлением серы в биосинтетических процессах так называемой ассимиляционной сульфатредукции. Указанный процесс характерен для всех живых организмов. Если растворимые сульфаты закрепляются в клетках микроорганизмов, процесс обозначают как иммобилизацию серы.

В плохо аэрированных, затопляемых почвах, с дефицитом кислорода, а также в водах лиманов, некоторых морей и других водоемов в зоне анаэробноза происходит микробиологическое восстановление сульфатов. Такой процесс называют диссимиляционной сульфатредукцией, или сульфатным дыханием.

Сульфатредуцирующие бактерии наносят определенный ущерб, разрушая материалы, неустойчивые к сероводороду. Например, указанные организмы разлагают нефтяные продукты, загрязняют сероводородом промышленный газ и т.д. Деятельность сульфатредуцирующих бактерий – одна из причин коррозии металлического оборудования в анаэробной зоне. Считают, что ущерб от коррозии трубопроводов под землей наполовину может быть отнесен на счет этих микроорганизмов.

Сероводород токсичен, поэтому при накоплении его в почве растительность быстро погибает. Если сероводород образуется в водоеме, то растения и животные в нем тоже гибнут. В некоторых озерах, лиманах и даже в

открытом море на определенной глубине (в Черном море на глубине 200 м) сероводород накапливается в таком количестве, что полностью подавляет развитие живых существ.

В то же время бактерии, восстанавливающие сульфаты, игра большую роль в геологических процессах. Они образуют  $\text{H}_2\text{S}$ , участвующий в образовании серных руд. При окислении сероводород серными бактериями появляются залежи серы промышленного значения. Сульфатредуцирующие бактерии участвуют и в образовании сульфидных руд.

#### Круговорот кислорода.

Кислород является наиболее распространенным элементом на Земле. Основная его масса находится в связанном состоянии в молекулах воды, оксидах, солях и иных твердых соединениях и непосредственно для использования в экосистеме недоступна. В морской воде содержится 88,8% кислорода, в атмосферном воздухе – 23,15%, а в земной коре – 47,4%.

Кислород в атмосфере Земли начал накапливаться в результате деятельности первичных фотосинтезирующих организмов, появившихся, вероятно, около 2,8 млрд. лет назад. Современный состав атмосфера приобрела примерно 400 млн. лет назад. Концентрация кислорода в атмосфере поддерживается постоянной благодаря процессу фотосинтеза, как показано на фоллии 15. В этом процессе зеленые растения под действием солнечного света превращают диоксид углерода и воду в углеводы и кислород. Наряду с этим, мощным источником кислорода является, по-видимому, фотохимическое разложение водяного пара в верхних слоях атмосферы под влиянием ультрафиолетовых лучей солнца.

Кислород – основной биогенный элемент, входящий в состав молекул всех важнейших веществ, обеспечивающих структуру и функции клеток – белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, а также множества низкомолекулярных соединений. В каждом растении или животном кислорода гораздо больше, чем любого другого элемента (в среднем около 70%). В организме среднего человека (масса тела 70 кг) содержится 43 кг кислорода. В организм животных и человека кислород поступает в основном через органы дыхания (свободный кислород) и с водой (связанный кислород). Потребность организма в кислороде определяется уровнем (интенсивностью) обмена веществ, который зависит от массы и поверхности тела, возраста, пола, характера питания, внешних условий и др. В экологии как важную энергетическую характеристику определяют отношение суммарного дыхания

(то есть суммарных окислительных процессов) сообщества организмов к его суммарной биомассе.

В жизни природы кислород имеет исключительное значение. Кислород и его соединения незаменимы для поддержания жизни. Они играют важнейшую роль в процессах обмена веществ и дыхании. Большинство организмов получают энергию, необходимую для выполнения их жизненных функций, за счет окисления тех или иных веществ с помощью кислорода. Убыль кислорода в атмосфере в результате процессов дыхания, гниения и горения возмещается кислородом, выделяющимся при фотосинтезе.

Незначительное количество атмосферного кислорода участвует в цикле образования и разрушения озона при сильном ультрафиолетовом излучении:

Большая часть кислорода, вырабатываемого в течение геологических эпох, не оставалась в атмосфере, а фиксировалась литосферой в виде карбонатов, сульфатов, оксидов железа и др.

Круговорот кислорода в несвязанном виде объединяет газовую и жидкую оболочки с земной корой, как показано на фоллии 30. Его основные моменты: выделение свободного кислорода при фотосинтезе, окисление химических элементов, поступление предельно окисленных соединений в глубокие зоны земной коры и их частичное восстановление, в том числе за счет соединений углерода, вынос оксида углерода и воды на поверхность земной коры и вовлечение их в реакцию фотосинтеза.

Кроме описанного выше круговорота кислорода в несвязанном виде, этот элемент совершает еще и важнейший круговорот, входя в состав воды, как показано на фоллии 31. В процессе круговорота вода испаряется с поверхности океана, водяные пары перемещаются вместе с воздушными течениями, конденсируются, и вода возвращается в виде атмосферных осадков на поверхность суши и моря. Различают большой круговорот воды, при котором вода, выпавшая в виде осадков на сушу, возвращается в моря путем поверхностного и подземного стоков; и малый круговорот воды, при котором осадки выпадают на поверхность океана.

### **2.3 Антропогенные воздействия на атмосферный воздух**

Атмосфера состоит в основном из азота (75,52%) и кислорода (23,15%). Разнообразные негативные изменения атмосферы Земли связаны главным образом с изменением концентрации второстепенных компонентов атмосферного воздуха.

Проблема чистоты атмосферы не нова. Она возникла вместе с появлением промышленности, транспорта и энергетики, работающих на угле, а затем на углеводородном топливе. В течение практически двух столетий задымление воздуха носило местный характер. Дым и копоть сравнительно редких заводских, фабричных и паровозных труб почти полностью рассеивались на большом пространстве. Однако быстрый и повсеместный рост промышленности и транспорта привел к такому увеличению объемов и токсичности выбросов, которые уже не могут быть «растворены» в атмосфере до безвредных для природной среды и человека концентраций, как показано на фоллии 32.

Существуют два главных источника загрязнения атмосферы: естественный и антропогенный, как показано на фоллии 33.

Естественное загрязнение атмосферы.

Естественными источниками загрязнения атмосферы являются: космическая пыль; лесные пожары, вызываемые молниями; извержения вулканов; дефляция почв; пыльца растений, переносимая на большие расстояния; естественная радиоактивность

Космическая пыль образуется из остатков сгоревших метеоритов при их прохождении в атмосфере. Ежегодно ее выпадает на Землю 2–5 млн т. Природная пыль является постоянной составной частью земной атмосферы. Она представляет собой мельчайшие твердые взвешенные в воздухе частицы радиусом  $10^{-6}$ – $10^{-3}$  см.

Частицы природной пыли имеют органическое и неорганическое происхождение и образуются в результате разрушения и выветривания горных пород и почвы, вулканических извержений, лесных, степных и торфяных пожаров, испарения с поверхности морей. Одним из источников пыли в нижних слоях атмосферы являются безводные пустыни и степи. Кроме того, она образуется аэропланктоном, спорами растений, плесневыми и другими грибами, продуктами гниения, брожения и разложения растений и животных.

Атмосферный воздух над океаном включает мельчайшие кристаллы солей магния, натрия, калия, кальция, образующиеся в результате высыхания в воздухе брызг воды. Как правило, естественное загрязнение не угрожает отрицательными последствиями для экосистем и обитающих в них живых организмов, хотя кратковременные последствия возможны.

Атмосферная пыль поглощает прямую солнечную радиацию и защищает организмы от солнечного излучения, а частицы со средним радиусом  $5 \times 10^{-6}$  см



выполняют функцию ядер конденсации водяных паров, способствуя образованию осадков.

Биологическое разложение веществ на Земле, в том числе жизнедеятельность почвенных бактерий, ведет к образованию и вынесению в атмосферу больших количеств сероводорода, аммиака, углеводородов, оксидов азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ), оксида и диоксида углерода.

К наиболее опасным естественным загрязнителям атмосферы можно отнести: сернистый ангидрид  $\text{SO}_2$  и взвешенные частицы, поступающие в атмосферу во время сильных вулканических извержений, твердые и газообразные частицы (оксид углерода  $\text{CO}$ , диоксид углерода  $\text{CO}_2$ ), концентрирующиеся над территориями, охваченными лесными пожарами, и газ радон в повышенных концентрациях.

Антропогенное загрязнение атмосферы.

Источники антропогенного загрязнения атмосферы. Антропогенное (искусственное) загрязнение атмосферы разделяют на радиоактивное, электромагнитное, шумовое, дисперсное и газообразное, а также по отраслям промышленности и видам технологических процессов. По особенностям строения и характеру влияния на атмосферу загрязнители, как правило, подразделяют на механические и химические.

Главными и наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы являются промышленные (стационарные), транспортные (передвижные) и бытовые (ареальные) выбросы, как показано на фоллии 34.

Каждый из этих источников (и каждая отрасль производства) связан с выделением специфических примесей, состав которых насчитывает десятки тысяч веществ, выявление и идентификация которых иногда затруднительна. Однако наиболее обычные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу в большом количестве (многотоннажные), сравнительно немногочисленны.

Наиболее распространенные выбросы промышленности следующие: зола, пыль, оксид цинка, силикаты, хлорид свинца; диоксид и триоксид серы, сероводород, меркаптан; альдегиды, углеводороды, смолы; оксид и диоксид азота, аммиак; озон, оксид и диоксид углерода; фтороводород, хлороводород, кремнефторид натрия, радиоактивные газы, аэрозоли.

Наибольшее количество загрязняющих атмосферу веществ выбрасывается с выхлопными газами автомобилей, содержащими, как показано в таблице 2.1, продукты неполного сгорания жидкого топлива ( $\text{CO}$ , сажа, углеводороды, др), продукты окисления азота воздуха – различные оксиды

азота, полициклические ароматические углеводороды (в том числе бенз(а)пирен).

Таблица 2.1 – Содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах автомобилей

Наименование	Двигатель	
	бензиновый	дизельный
Диоксид углерода, %	5-12	1,0-10
Монооксид углерода, %	0,5-12	0,01-0,5
Оксиды азота, %	0,0-0,8	0,0002-0,5
Углеводороды неканцерогенные (этан, метан, этилен, бензол, ацетилен, толуол и др.), %	0,2-0,3	0,009-0,5
Альдегиды (формальдегид, акролеин, ацетальдегид и др.), %	0,0-0,2	0,001-0,009
Сажа, г/м <sup>3</sup>	0,0-0,4	0,1-1,1
Бенз(а)пирен, мкг/м <sup>3</sup>	до 20	до 10

Как видно из таблицы, бензиновые двигатели выбрасывают больше несгоревших углеводородов и продуктов их неполного окисления (оксида углерода и альдегидов), чем дизельные.

Тепловые электростанции выделяют в атмосферу газы, содержащие оксиды серы и азота, золу, металлы; предприятия черной металлургии – газы, включающие пыль, оксиды серы и металлов. На 1 т переплавленного чугуна приходится 4,5 кг пыли, 2,7 кг SO<sub>2</sub>, 0,1-0,5 кг марганца, а также соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, ртути, редких металлов, смолистые вещества.

Агломерационные фабрики выбрасывают пыль и диоксид серы (190 кг SO<sub>2</sub> на 1 т руды). При производстве 1 т мартеновской стали выделяется 3000-4000 м<sup>3</sup> газов (с концентрацией пыли в среднем 0 5 г/м<sup>3</sup>), 60 кг CO и 3 кг SO<sub>2</sub>. Коксохимические цехи загрязняют атмосферу пылью и смесью летучих соединений.

Предприятия цветной металлургии выбрасывают запыленные газы, содержащие диоксид серы, фтористые газы и металлы. Из тонны пыли, выделяемой в атмосферу при плавке медных руд, можно извлечь до 100 кг меди и немного меньше свинца и цинка.

Выбросы нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности в атмосферу содержат углеводороды (в том числе стирол, дивинил, толуол, изопрен), сероводород и другие газы.

Заводы промышленности строительных материалов выбрасывают пыль, фториды, диоксиды серы и азота.

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха приходится на долю оксидов углерода, соединений серы и азота, углеводородов и промышленной пыли. За год в атмосферу Земли выбрасывается 200 млн т оксида углерода, более 20 млрд т диоксида углерода, 150 млн т диоксида серы, 53 млн т оксидов азота, свыше 250 млн т пыли, 120 млн т золы, более 50 млн т различных углеводородов.

Аэрозольное загрязнение атмосферы. В отдельную категорию выделяют аэрозольное загрязнение атмосферы.

Аэрозоли – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 11–51 мкм. В атмосферу Земли ежегодно поступает свыше 10 км<sup>3</sup> пылевидных частиц искусственного происхождения.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции, которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и сажевые заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже – оксиды металлов, а также асбест.

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы – искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно

вскрышных пород, образуемых при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности.

Источником пыли и ядовитых газов служат массовые взрывные работы. Так, в результате одного среднего по массе взрыва (1250–300 т взрывчатых веществ) в атмосферу выбрасывается около 12 тыс. м<sup>3</sup> условного оксида углерода и более 1150 т. пыли. Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью.

Современное промышленное производство загрязняет атмосферу не только газообразными и твердыми примесями, но и тепловыми выбросами, электромагнитными полями, ультрафиолетовыми, инфракрасными, световыми излучениями и другими физическими факторами. Наиболее распространенным видом физического воздействия на атмосферу в городах и крупных поселках является шум, возникающий при работе транспортных средств, оборудования промышленных и бытовых предприятий, вентиляционных и газотурбинных установок, реактивных самолетов при взлете и посадке.

Уровень шума в 20–30 децибелов практически безвреден для человека, является естественным шумовым фоном выбросы, как показано на фоллии 35.

У людей же, живущих и работающих в неблагоприятных акустических условиях (80 децибелов и более), имеются признаки изменения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем.

В настоящее время уровень электромагнитных полей, созданных человеком и «загрязняющих» атмосферу, в сотни раз превышают средний уровень естественных диапазонов. Электромагнитные поля оказывают влияние на нервную и эндокринную системы, на репродуктивную функцию, на сердечнососудистую систему и обмен веществ. Наиболее высока чувствительность организмов к многократным воздействиям электромагнитных полей.

Химические превращения веществ в атмосфере.

Загрязняющие атмосферу вещества подразделяют на первичные и вторичные. Первичные – вещества это те, которые содержатся непосредственно в атмосфере в выбросах предприятий и поступают с ними от различных источников, а вторичные являются продуктами трансформации первичных, или так называемого встречного синтеза, причем эти продукты во многих случаях значительно более опасны, чем первичные вещества.

Поступившие в атмосферу химические соединения подвергаются самым разнообразным превращениям в результате реакций между собой, с уже содержащимися в воздухе веществами, включая пары воды, а также под воздействием солнечных лучей. Превращения зависят и от времени пребывания веществ в атмосфере, под которым понимают промежуток времени между поступлением компонента в атмосферу и удалением (стоком) из нее.

Наиболее распространенными превращениями, протекающими в атмосфере с участием компонентов газовых выбросов, являются процессы конденсации, окисления и фотохимические реакции.

На процессы конденсации решающее влияние оказывают температурные изменения в атмосфере. Конденсация газов и паров сопровождается образованием туманов, капель и т.д. После длительного пребывания загрязняющих газообразных веществ в атмосфере они превращаются в твердые, тонкодисперсные частицы.

Выбросы кислотных и щелочных газов, поступающих от различных промышленных источников, могут реагировать между собой в атмосфере, что приводит к образованию кристаллов солей.

Солнечное излучение вызывает в атмосфере химические реакции между различными загрязняющими веществами и компонентами окружающей среды. Наиболее часто происходящий в атмосфере химический процесс – окисление веществ кислородом воздуха. Скорость окисления для различных веществ неодинакова и зависит от ряда дополнительных факторов. Например, окисление оксида азота (NO) кислородом воздуха до диоксида азота (NO<sub>2</sub>) происходит очень быстро.

В сухом чистом воздухе диоксид серы может сохраняться в течение двух-четырех или более дней, прежде чем полностью превратится в триоксид серы (SO<sub>3</sub>).

При высокой влажности и в присутствии твердых веществ, катализирующих окисление, полупериод реакции окисления SO<sub>2</sub> составляет 10–20 мин. За это время половина диоксида серы превращается в триоксид серы. Однако полное окисление второй половины SO<sub>2</sub> занимает от нескольких часов до нескольких суток. Ускорить реакции окисления может наличие твердых частиц, ультрафиолетовое излучение или присутствие сильных окислителей. К последним веществам относятся озон, пероксид водорода и атомарный кислород, которые образуются в атмосфере в процессе фотохимических реакций.

Наиболее значимы превращения под действием солнечного излучения. Солнечный свет с длиной волны 290–700 нм является фотохимически активным. Вещества, поглощающие такое излучение, могут выступать как основные фотохимические реагенты, которые переносят поглощенную энергию к молекулам веществ. Так, фотохимический туман (смог) представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами.

Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при условиях:

- наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, характерных для выхлопных газов автомобилей;
- интенсивной солнечной радиации;
- безветрии или очень слабом обмене воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии.

Устойчивая безветренная погода необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой. При продолжительной ясной погоде солнечная радиация инициирует фотохимические реакции, конечным результатом которых оксиданты – источники так называемых свободных радикалов, отличающихся особой реакционной способностью. По своему физиологическому воздействию на организм человека они крайне опасны для дыхательной и кровеносной системы и часто бывают причиной преждевременной смерти городских жителей с ослабленным здоровьем.

Последствия загрязнения атмосферы.

В связи с загрязнением атмосферы возникают и экологические проблемы, связанные со снижением ее прозрачности и уменьшением видимости, появлением неприятных запахов и запыленностью. Основными из них являются загрязнение атмосферного воздуха, разрушение озонового слоя, изменение климата и трансграничный перенос загрязняющих веществ, как показано на фоллии 36. Загрязнение воздуха атмосферы создает угрозу здоровью человека и нормальному функционированию экологических систем.

Загрязнение воздуха атмосферы. Все загрязняющие атмосферный воздух вещества в большей или меньшей степени оказывают отрицательное влияние

на здоровье человека. Эти вещества попадают в организм человека преимущественно через систему дыхания, как показано на фоллии 37. Органы дыхания страдают от загрязнения непосредственно, поскольку около 50% частиц примеси радиусом 0,01–0,1 мкм, проникающих в легкие, осаждаются в них.

Проникающие в организм частицы вызывают токсический эффект, если они:

- токсичны (ядовиты) по своей химической или физической природе;
- служат помехой для одного или нескольких механизмов, с помощью которых нормально очищается респираторный (дыхательный) тракт;
- служат носителем поглощенного организмом ядовитого вещества.

В некоторых случаях воздействие одни из загрязняющих веществ в комбинации с другими приводят к более серьезным расстройствам здоровья, чем воздействие каждого из них в отдельности. Большую роль играет продолжительность воздействия.

Разрушение озонового слоя. Озон – форма молекулярного кислорода ( $O_3$ ). Количество озона в атмосфере невелико – менее 0,0001%. Озоновый экран – это воздушный слой в верхних слоях атмосферы (стратосфере), состоящий из особой формы кислорода – озона, как показано на фоллии 38. Если сконцентрировать весь озон в условном сплошном слое, то его толщина не превысит 3 мм. Содержание озона максимально в верхних слоях тропосферы в приполярных областях, минимально – вблизи экватора.

Озон имеет существенное эколого-биологическое значение и является важнейшим компонентом атмосферы, так как активно поглощает губительные для всего живого на Земле ультрафиолетовые лучи Солнца. При этом, же самые молекулы озона в тропосфере (нижний слой атмосферы) представляют собой опасные элементы, разрушающие живую ткань, включая легкие человека. Однако здесь озона весьма мало, и образуется он лишь во время грозových разрядов.

Еще в 1970-х гг. прошлого века ученые обнаружили, что озоновый слой разрушается под воздействием фторсодержащих углеводородов (фреоны, хладоны). Эти химические вещества входят в состав охлаждающих жидкостей холодильников и кондиционеров, а также растворителей, аэрозолей и огнетушителей. В меньшей степени истончению озонового слоя способствуют и другие антропогенные воздействия: запуск космических ракет, полеты реактивных самолетов в высоких слоях атмосферы, испытания ядерного

оружия, сокращение лесных угодий планеты. Существует также теория, согласно которой, истончению озонового слоя способствует глобальное потепление.

Утончение слоя озона может привести к серьезным последствиям для человечества. Уменьшение концентрации озона на 1% вызывает увеличение интенсивности жесткого ультрафиолета у поверхности Земли в среднем на 2%. По своему воздействию на живые организмы жесткий ультрафиолет близок к ионизирующим излучениям, но он не способен проникать глубоко в ткани, поэтому поражает только поверхностные органы. Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул.

Жесткие ультрафиолетовые лучи способны вызвать у человека рак кожи, в частности быстротекущую злокачественную меланому, а также катаракту и иммунную недостаточность, не говоря уже об обычных ожогах кожи и роговицы. Они наносят вред животным и растениям, в частности морским экосистемам, поскольку плохо поглощаются водой.

Изменение климата. Углекислый газ, метан, окись азота и водяной пар пропускают солнечный свет, но частично задерживают тепловое излучение, испускаемое поверхностью Земли, то есть позволяют солнцу нагревать нашу планету и одновременно препятствуют выходу в космос отражающегося от поверхности земли инфракрасного излучения, как показано на фоллии 39. Повышение концентрации углекислого газа, метана, оксида азота и водяного пара в атмосфере – это мировая экологическая проблема, именуемая глобальным потеплением (или парниковым эффектом).

Энергетический баланс планеты меняется также вследствие изменения альбедо (отражательная способность) земной поверхности, прозрачности атмосферы и выделения в нее большого количества теплоты. Альбедо изменяется при культивировании растительности определенного характера, а также при орошении или осушении поверхности Земли.

Запыленность атмосферы оказывает влияние на отражательную способность Земли. Гигиенический стандарт атмосферы допускает суммарную запыленность в 1,5 т/га, а в отдельных промышленных районах она достигает 60 т/га. Частицы пыли некоторое время остаются в атмосфере, сокращая доступ ультрафиолетового излучения и образуя ядра конденсации. Запыленность атмосферы способствует увеличению количества отраженного солнечного излучения и уменьшению количества излучения, достигающего Земли, что



приводит к похолоданию климата. В то же время пыль, попадающая на поверхность ледников, поглощает солнечную энергию, способствуя их таянию.

Трансграничный перенос загрязняющих веществ. Количество солнечной энергии, поступающей на Землю и отражаемой от нее в атмосферу, в различных широтах неодинаково. В результате этого атмосфера в разных районах земного шара нагревается неравномерно. Особенно большие различия температуры у поверхности наблюдаются между полярными и экваториальными областями. Эта неравномерность нагревания служит главной причиной общей циркуляции атмосферы, представляющей собой сложную систему воздушных течений над Землей. Благодаря такой циркуляции усредняется состав основных компонентов воздуха, а воздушные течения переносят водяной пар, а также загрязнения от океанов в континентальные районы.

Время нахождения твердых частиц в атмосфере зависит от их размера. Тонкодисперсные частицы могут пребывать в атмосфере долгое время (годы) и переноситься на большие расстояния. Среднее время нахождения тонкодисперсных частиц в непосредственной близости от поверхности земли составляет 1–5 сут, в тропосфере 5–10 сут, а в стратосфере около одного года. Поэтому выпадение из атмосферного воздуха токсичных примесей на поверхность земли может происходить в районах, значительно удаленных от источника загрязнения, как показано на фоллии 40. Так, при средней скорости западных воздушных потоков в верхней тропосфере 30–35 м/с, наблюдаемых в умеренных широтах, аэрозольные выбросы успевают обогнуть земной шар за 10–12 сут.

По наблюдениям космонавтов глубокие слои пылевидных частиц находятся на высоте 10–20 км от поверхности Земли. Над севером Атлантического океана расположены мощные облака частиц, выброшенных индустриальными странами Европы.

Загрязнение природной среды, охватывающее территорию нескольких государств или целые континенты и формирующееся за счет трансграничного переноса загрязняющих, веществ называют трансграничным.

Вследствие трансграничного переноса на Земле практически не осталось мест, где воздух не содержал бы хоть незначительных количеств примесей антропогенного происхождения. Еще в конце 60-х годов прошлого века было, например, обнаружено, что в организме тюленей и пингвинов Антарктики, где никогда не применялись никакие пестициды, содержится популярный в 50-е

годы инсектицид ДДТ. Правда, вклад в распространение ДДТ по всему миру внесли не только ветры, но и морские течения. По пищевым цепям, накапливаясь на каждом этапе, этот яд попадал в организмы рыбоядных животных – пингвинов и тюленей. Так что очистка воздуха дождями не столько уничтожает загрязнения, сколько переводит их в другую, почти столь же подвижную, как воздух, водную среду. В результате происходит загрязнение лито- и гидросферы, как показано на фоллии 41.

Россия занимает невыгодное географическое положение по отношению к трансграничному переносу атмосферных загрязнителей. В связи с преобладанием западных ветров значительную долю загрязнения воздушного бассейна Европейской территории России дает аэрогенный перенос из стран Западной и Центральной Европы и ближнего зарубежья. Для слежения за трансграничным переносом вредных веществ (в частности, с территорий сопредельных с Россией стран) развернута сеть станций на западных границах страны. При этом особенно тщательно контролируются такие вредные газы, как диоксиды серы и азота.

Для наблюдений за уровнем загрязнения всей атмосферы Всемирная метеорологическая организация осуществляет обширную программу измерений на сети фоновых станций – их около 200.

Кроме крупномасштабных воздушных течений в нижних слоях атмосферы возникают многочисленные местные циркуляции, связанные с особенностями нагревания атмосферы в отдельных районах. При некоторых погодных условиях могут образовываться особо большие скопления вредных газообразных и аэрозольных примесей в приземном слое воздуха.

Обычно это происходит в тех случаях, когда в слое воздуха непосредственно над источниками газопылевой эмиссии (выброса) существует инверсия – расположения слоя более холодного воздуха под теплым, что препятствует воздушных масс и задерживает перенос примесей вверх. В результате вредные выбросы сосредотачиваются под слоем инверсии, содержание их у земли резко возрастает, что становится одной из причин образования ранее неизвестного в природе фотохимического тумана.

## **2.4 Антропогенные воздействия на гидросферу**

Потребности в воде для разных целей непрерывно растут, увеличивая антропогенное давление на водные ресурсы и экосистемы. Многие регионы испытывают хронический недостаток воды, в других случаются нерегулярные, но достаточно частые и продолжительные засухи. Растут как население Земли в

целом, так и потребление воды в расчете на одного жителя. При сохранении такого типа развития водный кризис неизбежен, его наступление возможно в обозримом будущем.

#### Запасы воды.

Вода – это единственное вещество на Земле, существующее в природе во всех трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Запасы воды на Земле, как показано в таблице 2.2, колоссальны – 1386 млн км<sup>3</sup>, но возможность их использования ограничена в первую очередь природными факторами, в том числе экологическими. Эти ограничения определяют, в частности, объемы изъятия пресной воды из водного объекта, допустимые с позиций сохранения воспроизводимости водных ресурсов и водных экосистем, обеспечения неистощительности водопотребления.

Огромная масса воды в Мировом океане имеет высокую соленость – 3,5% (35 г/л), запасы пресной воды в ледниковых покровах малодоступны из-за удаленности и состояния в твердой фазе, как и грунтовые льды мерзлых пород. Значительная часть подземных вод минерализована и залегает на больших глубинах, половина массы озерной воды также засолена. Поэтому количество пресной воды (содержание солей не более 1 г/л), доступной для потребления, оказывается существенно ограниченным (в сопоставлении с современными потребностями цивилизации) – 2,5%, или 35 млн км<sup>3</sup>.

Таблица 2.2 Запасы воды на Земле

Природные объекты	Объем (10 <sup>3</sup> км <sup>3</sup> )	% от общей массы	% пресной воды	Годовой оборот	Время замещения
Океан	1338000	96,5	—	505000	2600 лет
Подземные воды до глубины 2000 м	23400	1,7	—	—	—
Пресные подземные воды	10530	0,76	30,1	—	—
Почвенные воды	16,5	0,001	0,005	16500	1 год
Ледники и вечные снега	24000	1,74	68,7	—	—
Антарктика	21600	1,56	61,7	—	—
Гренландия	2340	0,17	6,68	2477	9700 лет
Арктические	83,5	0,006	0,24	—	—

Природные объекты	Объем (103 км <sup>3</sup> )	% от общей массы	% пресной воды	Годовой оборот	Время замещения
острова					
Горные ледники	40,6	0,003	0,12	25	1000 лет
Грунтовые льды (мерзлота)	300	0,022	0,86	30	10000 лет
Озера	176,4	0.013	—	10400	17 лет
Пресные озера	91	0,007	0,26	—	—
Соленые озера	85,4	0,006	—	—	—
Болота	11,5	0.0008	0,03	2294	5 лет
Реки	2,12	0,0002	0,006	49400	16 дней
Биологические объекты	1,12	0,0001	0,003	—	—
Атмосфера	12,9	0,001	0,004	600000	8 дней
Все объекты	1386000	100	—	—	—
Объем пресной воды	35000	2,53	100	—	—

Подавляющая часть пресной воды труднодоступна, как показано на фоллии 42. Почти 70 % пресных вод заключено в ледниковых покровах полярных стран и в горных ледниках. Льды покрывают 16 млн км<sup>2</sup> суши, из них 14 млн км<sup>2</sup> находится в Антарктиде, в Российской Арктике – 55 тыс. км<sup>2</sup>.

В верхней части земной коры на разной глубине находятся обширные запасы подземных вод. Точное количество воды подсчитать трудно. Пресные воды, как правило, залегают на глубине до 150–200 м, ниже они переходят в солоноватые и рассолы. Объем подземных пресных вод примерно в 100 раз больше, чем объем поверхностных пресных вод, содержащихся в озерах, реках и болотах.

В реках одновременно содержится лишь 0,006% пресных вод. Россия обладает 10% ресурсов речного стока, как показано на фоллии 43.

Общая площадь болот на земном шаре приблизительно 3 млн км<sup>2</sup>, или 2% суши. Почти 60 % болот расположено в России, меньше всего болот в Австралии (около 0,05 % площади).

Вода в атмосфере – это главным образом водяной пар и его конденсат (капельки воды и ледяные кристаллы). Чем выше температура воздуха, тем больше водяного пара он может содержать.

Биологическая вода – это вода, содержащаяся в живых организмах и растениях, в которых в среднем ее находится 80%. Общая масса живого вещества биосферы 1400 млрд т. Отсюда масса биологической воды равна 1120 млрд т.

Россия по ресурсам поверхностных вод занимает ведущее место в мире. Только в уникальном озере Байкал сосредоточено около 1/5 мировых запасов пресной воды и более 4/5 запасов России. При общем объеме 23 тыс. км<sup>3</sup> в озере ежегодно воспроизводится около 60 км<sup>3</sup> редкой по чистоте природной воды.

#### Потребление воды.

Распределение водных ресурсов по регионам мира и странам крайне не равномерно, как показано на фоллии 44, при том, что потребление воды промышленностью и сельским хозяйством в настоящее время достигло огромных размеров и возрастает в среднем на 3,1% в год. По оценкам специалистов, безвозвратное водопотребление составляет около 150 км<sup>3</sup> в год, т.е. 1% устойчивого стока пресных вод.

В настоящее время люди ежегодно расходуют 3000 км<sup>3</sup> пресной воды. Больше всего воды потребляет сельское хозяйство. Например, при выращивании 1 т пшеницы за вегетационный период требуется 1500 т воды, 1 т риса – 7000, хлопка – 10000 т воды, как показано на фоллии 45.

В промышленности вода используется для приготовления растворов, охлаждения и нагревания жидкостей и газов, очистки растворов и газовых смесей, для транспортировки сырья, для теплоэнергетических целей, для удаления отходов, мытья оборудования, тары, помещений и др. Потребность в воде в промышленности очень велика. Так, на производство 1 т продукции расходуется воды (в м<sup>3</sup>): стали, чугуна – 15–20; кальцинированной соды – 10; серной кислоты – 25–80; азотной кислоты – 80–180; вискозного шелка – 300–400; синтетического волокна – 500; меди – 500; пластмасс – 500–100; синтетического каучука – 2000–3000 и т.д. Для работы теплоэлектростанции мощностью 300 тыс. кВт требуется более 300 км<sup>3</sup> воды в год.

Средний химический комбинат ежедневно расходует (т.е. потребляет и отводит) 1–2 млн м<sup>3</sup> воды. В крупных городах с населением свыше 3 млн человек суточный расход воды достигает 2 млн м<sup>3</sup>, а годовой – 1 км<sup>3</sup>.

В целом в России на одного жителя приходится 31,9 тыс. м<sup>3</sup> пресной воды в год. Однако распределение пресной воды, в первую очередь речного стока, по территории крайне неравномерно и не соответствует численности населения и размещению промышленных предприятий.

Ежегодное потребление воды в России составляет 62,5 км<sup>3</sup>, что не превышает 2% речного стока, как показано на фоллии 46. Однако 90% общего годового объема речного стока приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8% общего годового объема речного стока. Водообеспеченность на 1 км<sup>2</sup> территории колеблется от 130 тыс. м<sup>3</sup> в Центрально-Черноземном районе до 610 тыс. м<sup>3</sup> – в Волго-Вятском, а на одного жителя – от 2,8 тыс. км<sup>3</sup> в Центрально-Черноземном до 307,5 тыс. км<sup>3</sup> в Дальневосточном.

Основные проблемы водопотребления в России заключаются в высокой водоемкости производства на единицу валового национального продукта (в два раза больше чем в Германии) и низкой степени очистки сточных вод, как показано на фоллии 47.

Загрязнение воды заключается в ухудшении ее качества. Качество воды – это совокупность физических, химических, биологических и бактериологических показателей, обуславливающих ее пригодность для использования в быту промышленном производстве, и т.п., как показано на фоллии 48. При этом к качеству потребляемой воды предъявляются достаточно высокие требования, что вызывает необходимость сложных технологических процессов водоочистки и водоподготовки.

Требования к качеству воды, используемой на производственные цели, устанавливаются в каждом конкретном случае в зависимости от назначения воды и особенностей технологического процесса.

Объект, вносящий в поверхностные или подземные воды различные примеси (вредные вещества, микроорганизмы) или тепло, называется источником загрязнения, примеси, нарушающие нормы качества воды, – загрязняющими.

Основными источниками загрязнения природных вод являются, как показано на фоллии 49:

– атмосферные воды, несущие вымываемые из воздуха загрязнители промышленного происхождения. При стекании по склонам атмосферные и

талые воды дополнительно увлекают с собой органическое и минеральное вещество. Особенно опасны стоки с городских улиц, промышленных площадок, несущие нефтепродукты, мусор, фенолы, кислоты и др;

- городские сточные воды, включающие преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, детергенты (поверхностно-активные моющие средства), микроорганизмы, в том числе патогенные;

- промышленные сточные воды, образующиеся в самых разнообразных отраслях производства, среди которых наиболее активно потребляют воду черная металлургия, химическая, лесохимическая, нефтеперерабатывающая промышленности.

С развитием промышленности и увеличением потребления воды растет и количество жидких отходов – сточных вод.

При технологических процессах появляются следующие основные виды сточных вод:

- реакционные воды, загрязненные как исходными веществами, так и продуктами реакции;

- воды, содержащиеся в сырье и исходных продуктах (свободная или связанная вода);

- промывные воды – после промывки сырья, продуктов, тары, оборудования;

- водные экстрагенты и абсорбенты;

- охлаждающие воды, не соприкасающиеся с технологическими продуктами и используемые в системах оборотного водоснабжения;

- бытовые воды – из предприятий питания, прачечных, душевых, туалетов, после мытья помещений и т. д.;

- атмосферные осадки, стекающие с территории промышленных предприятий, загрязненные различными химическими веществами.

Природные воды могут быть загрязнены самыми различными примесями, которые разделяют с учетом их биологических и физико-химических свойств на группы.

К первой группе относятся вещества, растворяющиеся в воде и находящиеся в молекулярном или ионном состоянии. В природной воде могут присутствовать в растворенном виде различные газы (кислород, азот, диоксид углерода, сернистый газ и др.), а также растворимые соли (натрия, калия, кальция, аммония, алюминия, железа, магния, марганца и др.). Можно установить их наличие с помощью химического анализа, потому что

растворенные примеси не задерживаются ни песчаными, ни бумажными фильтрами.

Вторая группа примесей – те, что образуют с водой коллоидные системы и взвеси. Коллоидные системы образуются из практически нерастворимых веществ. В коллоидном состоянии могут находиться вещества минерального и органического происхождения. При длительном отстаивании частицы песка, глины, образующие в воде взвеси, способны осаждаться.

Вода может иметь загрязнения биологического характера: бактерии, вирусы, водоросли, простейшие, черви и т.д. Бактерии образуют устойчивые взвеси, а водоросли – целые «подводные луга».

Антропогенные загрязнения воды по сравнению с природными водами (растворы и взвеси) более опасны и во много раз сильнее снижают ее качество.

Среди загрязнителей воды наибольшую опасность представляют фенолы, нефть и нефтепродукты, соли тяжелых металлов, радионуклиды, пестициды и другие органические яды, биогенная органика, насыщенная бактериями, минеральные удобрения и т.д. Общая масса основных антропогенных загрязнителей гидросферы достигла 15 млрд т в год.

Загрязнение Мирового океана и многих морей приняло угрожающие размеры. В результате аварий судов, промывки резервуаров танкеров, утечек нефти при добыче ее в шельфовой зоне ежегодно в воды Мирового океана попадает до 12–15 млн т нефти, как показано на фоллии 50. Каждая тонна нефти покрывает тонкой пленкой примерно 12 км<sup>2</sup> водной поверхности и загрязняет до миллиона тонн морской воды. Нефтяная пленка вызывает гибель оплодотворенной икры, нарушает процессы фотосинтеза и выделения кислорода, осуществляемого фитопланктоном, т. е. нарушается газообмен между атмосферой и гидросферой. Альбеда покрытой нефтяной пленкой поверхности воды выше, чем чистой воды, вследствие чего водные организмы-фотосинтетики получают меньше энергии. А ведь основная доля общего запаса органического углерода и общей валовой продукции фотосинтеза приходится на зеленые растения океана, в первую очередь фитопланктон. Океан называют иногда «легкими планеты» – столь велика его роль в процессе круговорота кислорода и углерода.

Моря и океаны отравляются не только нефтепродуктами, они загрязняются также веществами, поступающими с речным стоком. В них попадают промышленные и бытовые отходы, содержащие соли различных металлов, яды, огромное количество пестицидов, удобрений, моющих средств,



радиоактивных веществ. Считается, что в водоемы поступает свыше 500 тыс. различных веществ. Тяжелые металлы (свинец, ртуть, цинк, медь, кадмий) и другие токсичные вещества прогрессивно накапливаются в пищевых цепях, конечное звено которых – человек. Известны, например, массовые отравления ртутью, которая попадала в организм людей вместе с рыбой, а также отравление кадмием при использовании для бытовых целей загрязненных вод.

Ртуть давно известна как яд. Ртуть поступает в природные воды из многих источников. Во время дождя ртуть вымывается из воздуха, куда она попадает при сгорании ископаемого топлива, дождевая вода смывает в водоемы, содержащие ртуть пестициды, попадает с бытовыми и промышленными сточными водами, а также в результате утечек со свалок, куда выбрасываются отработанные элементы питания, переключатели и другое оборудование. Далее ртуть, попавшая в водоем много лет назад, накапливается в слоях донного ила и грязи, где она медленно превращается бактериями в ядовитую метиловую ртуть и затем включается в пищевые цепи.

Нужно учитывать, что при попадании соединений ртути в водные экосистемы происходит, во-первых, ее трансформация, во-вторых, биологическое накопление, например в рыбе и моллюсках до уровней во много раз выше, чем в воде водоема.

Возможность этих двух процессов – трансформации веществ в окружающей среде и избирательного накопления их живыми организмами – всегда должна учитываться при решении вопроса об опасности того или иного химического загрязнения.

Изменения pH водной среды в результате загрязнения также оказывает отрицательное влияние на организмы. У пресноводных озер и рек pH воды обычно 6–7, организмы адаптированы именно к этому уровню. Изменение реакции воды всего на одну единицу pH по сравнению с оптимумом приводит в большинстве случаев к стрессу, а нередко и к гибели организмов. Подкисление озер и рек влияет и на сухопутных животных, так как многие птицы и звери входят в состав пищевых цепей, начинающихся в водных экосистемах.

Все больше загрязняются моря промышленными отходами и сточными водами, содержащими значительное количество органических отходов. Нередко реки играют роль продолжения канализации и выносят большую часть стоков в моря. Сброс канализационных стоков, особенно неочищенных или недостаточно очищенных, оказывает отрицательное влияние на круговорот

органического вещества в водоеме, грозит опасностью инфекционных заболеваний, в первую очередь человека.

Взвешенные твердые частицы способствуют образованию стабильных водных суспензий, при этом ухудшаются прозрачность и внешний вид воды, снижается активность фотосинтеза водных растений. Отходы, попавшие в воды морей, частично оседают на дно, частично разрушаются, но при этом они губят большое количество живых организмов, особенно страдает планктон. На него обрушиваются все поверхностные загрязнители – поверхностно-активные вещества, масла, пленки нефтепродуктов и т.д. Из загрязняющих веществ очень опасны синтетические моющие средства. Выброшенные в водоемы, они сильно пенятся. Слой пены может достигать значительной толщины и препятствовать доступу кислорода в воду.

Источником загрязнения водных экосистем является и сельское хозяйство. Во-первых, повышение урожайности, продуктивности земель неизбежно связано с применением удобрений и ядохимикатов (пестицидов). Попадая на поверхность почвы, они смываются с нее и оказываются в водоемах. Во-вторых, животноводство связано с образованием больших масс мертвой органики (навоза, подстилки), мочевины, которые опять-таки могут оказываться в водных объектах. Эти отходы неядовитые, но их массы огромны и, несмотря на их нетоксичность, они ведут к тяжелым последствиям для водных экологических систем.

Сточные воды, содержащие органические вещества (не только от животноводства), содержат массу биогенных элементов, в том числе азота и фосфора. В результате происходит массовое размножение фитопланктона, в первую очередь сине-зеленых, зеленых и красных водорослей, а также интенсивное развитие высших водных растений. Эти организмы, рождаются, отмирают, и масса органического вещества возрастает. Поскольку названные организмы являются аэробными и дышат кислородом, растворенным в воде, в скором времени они оказываются в условиях дефицита кислорода. Вода становится непригодной для жизни, в ней начинают преобладать анаэробные процессы. Этот процесс носит название эвтрофирования.

Эвтрофирование – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных (природных) факторов, как показано на фоллии 51.

Собственно анаэробные процессы представляют собой вторичное загрязнение воды. Эвтрофирование может быть также следствием того, что азотные и фосфорные удобрения смываются с полей и в воду попадают легкоокисляемые минеральные соединения.

Водоросли окрашивают воду в различные цвета и поэтому данный процесс называют и «цветением» водоемов. Под влиянием водорослей изменяется вкус воды, приобретает неприятный запах. В водоеме при отмирании водорослей развиваются гнилостные процессы. Бактерии, окисляющие органические вещества водорослей, потребляют кислород, создавая тем самым его дефицит в водоеме. Вода начинает гнить, испускать аммиачное и метановое зловоние, на дне скапливаются черные липкие сероводородные отложения. В процессе разложения отмирающие водоросли выделяют также фенол, индол и другие ядовитые вещества. От недостатка кислорода, пищи и убежищ гибнут рыба, моллюски, ракообразные. Вода в таких водоемах становится непригодна для питья и даже для купания.

Большую опасность представляют загрязнения вод радиоактивными веществами.

К одному из видов загрязнения природных вод относится и тепловое загрязнение. Промышленные предприятия, электростанции нередко сбрасывают в водоемы (водохранилища) подогретую воду, приводящую к повышению в них температуры. В водоемах с повышением температуры уменьшается содержание кислорода, увеличивается токсичность загрязняющих воду примесей, нарушается биологическое равновесие, происходит смена видового состава организмов, например, водорослей. С повышением температуры в загрязненной воде наблюдается бурное размножение болезнетворных вирусов и микроорганизмов.

Загрязняют воду теплые сточные воды от предприятий теплоэнергетики: поскольку при этом меняется температурный режим в водном объекте, а затем может возникать несоответствие его санитарным требованиям.

Загрязнение рек, озер, морей и даже океанов принимает такие размеры, что во многих районах превышает их способность к самоочищению. Уже сейчас в некоторых странах ощущается нехватка пресной воды, как показано на фоллии 52.

Загрязнение водных систем представляет большую опасность, чем загрязнение атмосферы, так как процессы регенерации, или самоочищения, протекают в водной среде гораздо медленнее, чем в воздухе, а источники

загрязнения водоемов более разнообразны. Кроме того, естественные процессы, осуществляющиеся в водной среде и подвергающиеся действию загрязнений, более чувствительны сами по себе и имеют большее значение для обеспечения жизни на Земле, чем те, которые протекают в атмосфере.

## **2.5 Антропогенные воздействия на литосферу**

Литосфера включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Литосфера не является застывшим, неподвижным образованием. В ней постоянно происходят длительные (многовековые перемещения материков) и кратковременные (землетрясения) физические процессы, вулканические извержения.

Верхняя часть земной коры, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, в настоящее время подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию. Уже сегодня воздействие человека на земную кору (земли, почву, недра) приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхности земной коры. Верхние горизонты земной коры подвергаются сильной трансформации, прежде всего, в результате эксплуатации месторождений полезных ископаемых, а захоронение в недрах жидких и твердых промышленных отходов, подземные ядерные испытания могут инициировать так называемые «наведенные» землетрясения.

Наибольшему техногенному воздействию подвергается самый верхний, поверхностный горизонт литосферы в пределах суши – земли и недра.

Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн. км<sup>2</sup> или 86,5% площади суши. Основными характеристиками земель как важнейшей части окружающей природной среды являются пространство, рельеф и почвенный покров.

Техногенное воздействие на рельеф земной поверхности.

Наиболее заметные изменения антропогенные процессы вносят в рельеф земной поверхности, создавая антропогенный рельеф и антропогенные ландшафты. В одних случаях хозяйственная деятельность приводит к выравниванию (денудации) рельефа, в других – к созданию мелкогрядового, холмистого, техногенно-расчлененного и террасированного рельефа. Антропогенные формы рельефа и соответственно антропогенные ландшафты группируют в несколько типов.

Городской (селитебный) ландшафт характеризуется почти полным изменением природного рельефа, гидросети, преобразованием почвенного

покрова, сооружением промышленно-хозяйственных и жилых построек, значительным понижением уровня грунтовых вод. Некоторые водоносные горизонты из-за снижения их статического уровня перестают дренироваться реками, что приводит к значительному их обмелению и в некоторых случаях к полному исчезновению. Создание городских ландшафтов приводит и к необратимым изменениям климата и состава атмосферы.

Для горно-промышленного ландшафта типичным является создание выемок карьеров, террасированных воронок, иногда заполненных водой, озер, похожих на карстовые. Техногенные отрицательные формы рельефа чередуются с положительными – отвалами, терриконами, насыпями железных дорог. Горнопромышленный комплекс – один из крупнейших источников нарушения земель и загрязнения окружающей среды в России. Под добычные и отчасти геологоразведочные работы отчуждаются обширные площади пахотных земель и экологически уязвимых пойменных, тундровых и таежных угодий. Почти полностью уничтожается древесная растительность, преобразуются травяная растительность и почвенный покров.

Добыча полезных ископаемых сопровождается существенными изменениями окружающей природной среды из-за создания отвалов, терриконов, карьеров, появления провальных воронок, загрязнения воздуха, воды, почвы. Отвалы образуются из пустой породы, которую поднимают из недр вместе с рудой и углем и после сортировки сваливают вблизи шахт и штолен, как показано на фоллии 53.

Порода, сложенная в терриконы и содержащая остатки каменного угля, часто самовозгорается. Поэтому терриконы дымят в течение многих лет, дополнительно загрязняя окружающую среду. Когда месторождения разрабатывают открытым способом, в карьере, вынутые породы покрывают большие площади плодородных земель, занятых ранее полями, лугами, лесами.

В связи с исчерпанием многих видов ресурсов, залегающих вблизи земной поверхности, добыча перемещается в более глубокие горизонты. Так, открытые железорудные карьеры имеют глубину в 150 м и более, а отдельные – до 500 м, как показано на фоллии 54.

Карьеры окружены отвалами пустой породы (терриконами), высота которых иногда достигает 100 м. Ежегодно к имеющимся отвалам добавляется свыше 2 млрд. м<sup>3</sup>.

Открытая и подземная разработка полезных ископаемых обычно сопровождается обильным водопритоком за счет подземных вод,

дренирующихся горными выработками. В результате создаются огромные депрессионные воронки, снижающие уровень грунтовых вод, что приводит к осушению и опустыниванию примыкающих территорий. Возникновение карьерных впадин, провалов и депрессий в районах подземных разработок, а также отвалов и отстойников обуславливает необратимые ландшафтные изменения, нарушения гидрогеологического режима территорий – образование больших депрессионных воронок в окрестностях крупных карьеров, рудников и шахт.

Горнопромышленные ландшафты формируются в очень короткие сроки и занимают обширные территории в тех случаях, когда ведется добыча пластообразных тел полезных ископаемых (угля, железных и полиметаллических руд и др.). Примером являются горнопромышленные ландшафты Курской магнитной аномалии, а также Якутии, где открытыми горными (карьерами) способами разрабатываются алмазсодержащие кимберлитовые трубки.

Ирригационно-технический ландшафт характеризуется наличием сети узких каналов и канав, заполненных водой, а также водохранилищ, подпруженных плотинами. Заполнение водохранилищ и подъем зеркала воды до высоты верхнего бьефа плотин приводят к подъему уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, вызывает подтопление и заболачивание примыкающих территорий. В засушливых аридных районах этот процесс вызывает засоление почв и образование солончаковых пустынь.

Сельскохозяйственный ландшафт занимает около 15% площади всей суши. Он создается на поверхности земли в результате преобразования любого (за исключением высокогорных районов) природного ландшафта на месте лугов, степей, лесов равнинных территорий после их уничтожения; пустынь или полупустынь по мере их использования для отгонного скотоводства и их орошения; осушаемых озер, болот и морских побережий; на склонах гор при их террасировании.

Создание сельскохозяйственного ландшафта сопровождается срезанием мелких неровностей и удалением глыб, валунов, засыпкой оврагов, сооружением террасовидных уступов на склонах гор, дамб, ограждающих поля от потоков воды.

Изменения природных ландшафтов в результате возникновения антропогенных форм рельефа в большинстве случаев необратимы. Неблагоприятные экологические последствия некоторых антропогенных

ландшафтов могут быть сnivelированы благодаря рекультивации (восстановлению природного рельефа и почвенно-растительного покрова) земель, проводимой в местах открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Техногенное воздействие на почвы.

Почва – это поверхностный слой литосферы Земли, обладающий плодородием. Она представляет собой четырехфазную (твердая, жидкая, газообразная фазы и живые организмы) структурную систему, образовавшуюся в результате выветривания горных пород и жизнедеятельности организмов. Ее образно называют «мостом между живой и неживой природой», так как почва обеспечивает существование биосферы, является ее основой. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий занимают около 15 млн. км<sup>2</sup> (10,4 % суши) или около 3% всей поверхности земного шара, в расчете на душу населения это составляет около 0,5 га, сенокосы и пастбища занимают 37,4 млн. км<sup>2</sup> (25% суши). Общая пахотная пригодность земель составляет примерно 30 млн. км<sup>2</sup>.

Результатом техногенного воздействия на почвы является ее деградация – постепенное ухудшение свойств почвы, которое сопровождается уменьшением содержания гумуса и снижением плодородия. Следует учитывать, что почва практически невозобновимый природный ресурс. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе – почвенном плодородии. Отчуждая с полей основную (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный (солома, листья, ботва и др.) урожай, человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Эти процессы ведут к весьма опасной по своим далеко идущим последствиям дегумификации – потере гумуса. Дегумификация возрастает и за счет неумеренного внесения в почву минеральных удобрений. За последнее столетие почвы Черноземья потеряли от трети до половины содержания гумуса. Но даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия не дает почве возможность выполнить в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать, т.е. ухудшать свои свойства. К деградации почв (земель) ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера: эрозия, загрязнение, вторичное засоление, заболачивание, опустынивание.

Эрозия почвы. Эрозия почвы заключается в ее разрушении поверхностными водными потоками и ветром. Так, во время пыльных бурь (крайней формы почвенной эрозии) с каждого слоя пашни толщиной 1 см сносится до 30 кг/га азота, 22 кг/га фосфора, более 30 кг/га калия. Разрушению почв и интенсификации эрозионных процессов способствует вырубка лесных экосистем-средообразователей, площадь которых вследствие промышленной заготовки древесины стремительно сокращается.

Почвенная эрозия бывает ветровая, водная, техническая, ирригационная.

Ветровая эрозия (дефляция) зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Чаще всего ветровая эрозия происходит весной при скоростях ветра 15–20 м/с, когда растения еще не пошли в рост. Влага снижает пагубное действие ветра. В засушливых районах результатом ветровой эрозии бывают пыльные бури. Они повторяются через 3–5, иногда 10 лет и сносят слой почвы мощностью до 25 см, уничтожая при этом посевы. Ветровая эрозия характеризуется выносом ветром наиболее мелких частей. Огромное влияние на развитие ветровой эрозии оказывают антропогенные факторы, прежде всего, ей способствует уничтожение растительности на территориях с недостаточной влажностью, сильными ветрами, непрерывным выпасом скота.

Водная эрозия представляет смыл почвы талой или ливневой водой. Она приводит к образованию оврагов в слабохолмистой местности. Большую опасность представляет эрозия почвы в горной местности, где она может вызывать сели. Водные эрозии отмечаются уже при крутизне 1–2. Водной эрозии способствует уничтожение лесов, вспашка по склону.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит овражная эрозия. Оврагов только на территории Русской равнины 5 млн га, и площадь их увеличивается: ежедневные потери почв из-за развития оврагов достигают 100–200 га.

Техническая эрозия связана с разрушением почвы под воздействием транспорта, землеройных машин и техники.

Ирригационная эрозия развивается в результате нарушения правил полива при орошаемом земледелии. Засоление почв в основном связано с этими нарушениями. В настоящее время не менее 50% площади орошаемых земель засолено, потеряны миллионы ранее плодородных земель.



Уплотнение почв является результатом использования все более мощной сельскохозяйственной техники. Уплотнение почв приводит к их эрозии, а также препятствует проникновению в почву дождевой воды, так что даже отсутствие осадков в течение 10–20 дней заставляет растения испытывать острый дефицит влаги.

Загрязнение почв. Почва как природный объект имеет ряд специфических особенностей. Прежде всего, почва значительно менее подвижна, чем, например, атмосферный воздух или поверхностные воды, и в связи с этим практически не располагает таким мощным фактором естественного самоочищения, свойственного другим средам, как разбавление. Антропогенные загрязнения, попавшие в почву, накапливаются, а эффекты суммируются.

В почве протекают различные физические, химические и биологические процессы, которые в результате загрязнений нарушаются. Загрязнение почв связано с загрязнением атмосферы и вод. В почву попадают твердые и жидкие промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы. Основными загрязняющими почву веществами являются металлы и их соединения, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды.

Главные источники загрязнения почвы.

Жилые дома и бытовые предприятия. В числе загрязняющих веществ преобладают бытовой мусор, пищевые отходы, фекалии, строительный мусор, отходы отопительных систем, пришедшие в негодность предметы домашнего обихода; мусор общественных учреждений – больниц, столовых, гостиниц, магазинов и др.

Промышленные предприятия. В твердых и жидких промышленных отходах постоянно присутствуют те или иные вещества, способные оказывать токсическое воздействие на живые организмы и их сообщества.

Теплоэнергетика. Помимо образования массы шлаков при сжигании каменного угля с теплоэнергетикой связано выделение в атмосферу сажи, несгоревших частиц, оксидов серы, в конце концов, оказывающихся в почве.

Сельское хозяйство. Удобрения, ядохимикаты, применяемые в сельском и лесном хозяйстве для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания интенсивно выделяются оксиды азота, свинец, углеводороды и другие вещества, оседающие на поверхность почвы или поглощаемые растениями.

Интенсивное развитие промышленного производства приводит к росту промышленных отходов, которые в совокупности с бытовыми отходами

существенно влияют на химический состав почвы, вызывая ухудшение ее качества. В стране ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн. т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами и др., которые интенсивно загрязняют почвы.

Огромный вред почвам наносят газодымовые выбросы промпредприятий. Почва способна накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например, тяжелые металлы, радионуклиды и радиоизотопы, оседающие из этих выбросов. Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами вместе с зонами сернистых загрязнений, образующихся при сжигании каменного угля, приводят к изменению состава микроэлементов и возникновению техногенных пустынь.

Изменение содержания микроэлементов в почве немедленно сказывается на здоровье травоядных животных и человека, приводит к нарушению обмена веществ, вызывая различные эндемические заболевания местного характера. Например, недостаток йода в почве ведет к болезни щитовидной железы, недостаток кальция в питьевой воде и продуктах питания – к поражению суставов, их деформации, задержке роста.

Так, если зерновые культуры выращивают с высоким естественным содержанием селена, то сера в аминокислотах замещается селеном. Образовавшиеся «селеновые» аминокислоты могут привести к отравлению животных и человека. Недостаток молибдена в почве приводит к накоплению в растениях нитратов. В присутствии природных вторичных аминов начинается последовательность реакций, которые могут инициировать у теплокровных животных развитие раковых заболеваний.

В почве всегда присутствуют канцерогенные (химические, физические, биологические) вещества, вызывающие опухолевые заболевания у живых организмов, в т.ч. и раковые. Основными источниками регионального загрязнения почвы канцерогенными веществами являются выхлопы автотранспорта, выбросы промышленных предприятий, продукты нефтепереработки.

Антропогенное вмешательство может влиять на повышение концентрации природных веществ или вносить новые, посторонние для окружающей среды вещества, такие, как пестициды, ионы тяжелых металлов. Поэтому концентрация этих веществ (ксенобиотиков) должна определяться как

в объектах окружающей среды (почве, воде, воздухе), так и в пищевых продуктах.

Открытие пестицидов – химических средств защиты растений и животных от различных вредителей и болезней – одно из важнейших достижений современной науки. Сегодня в мире на 1 га. наносится 300 кг. химических средств. Однако неумеренное применение пестицидов негативно влияет на качество почвы. В связи с этим усиленно изучается судьба пестицидов в почвах и возможности и возможности их обезвреживать химическими и биологическими способами. Очень важно создавать и применять только препараты с небольшой продолжительностью жизни, измеряемой неделями или месяцами. В этом деле уже достигнуты определенные успехи и внедряются препараты с большой скоростью деструкции, однако проблема в целом еще не решена.

При недостаточно продуманном антропогенном воздействии и нарушении сбалансированных природных экологических связей в почвах быстро развиваются нежелательные процессы минерализации гумуса, повышается кислотность или щелочность, усиливается соленакопление, развиваются восстановительные процессы – все это резко ухудшает свойства почвы, а в предельных случаях приводит к локальному разрушению почвенного покрова. Высокая чувствительность, уязвимость почвенного покрова обусловлены ограниченной буферностью и устойчивостью почв к воздействию сил, не свойственных ему в экологическом отношении.

Почвы загрязняются и минеральными удобрениями, если их используют в неумеренных количествах, теряют при транспортировке и хранении. Из различных удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения.

Проблема возрастающей кислотности атмосферных осадков и почвенного покрова – одна из острейших глобальных проблем современности и обозримого будущего. Районы кислых почв не знают засух, но их естественное плодородие понижено и неустойчиво, они быстро истощаются и урожаи на них низкие. Кислотные дожди вызывают не только подкисление поверхностных вод и верхних горизонтов почв. Кислотность с нисходящими потоками воды распространяется на весь почвенный профиль и вызывает значительное подкисление грунтовых вод. Кислотные дожди возникают в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождающейся эмиссией колоссальных количеств окислов серы, азота, углерода. Эти окислы, поступая в

атмосферу переносятся на большие расстояния, взаимодействуют с водой и превращаются в растворы смеси сернистой, серной, азотистой, азотной и угольной кислот, которые выпадают в виде «кислых дождей» на сушу, взаимодействуя с растениями, почвами, водами.

Одной из серьезных экологических проблем России становится загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами в таких нефтедобывающих районах, как Западная Сибирь, Поволжье и др. Причины загрязнения: аварии на нефтепроводах, несовершенство технологии нефтедобычи у аварийные и технологические выбросы и т.д. В Западной Сибири свыше 20 тыс. га загрязнены нефтью толщиной слоя не менее 5 см. На Тюменском Севере площади оленьих пастбищ уменьшились на 12,5% (6 млн га), замазученными оказались 30 тыс. га.

Восстановление нарушенного почвенного покрова требует длительного времени и больших капиталовложений.

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

Техногенное воздействие на недра.

Недра – это часть земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения.

Техногенное воздействие на недра заключается в их загрязнении и изменении естественного физического состояния.

Загрязнение недр происходит путем вытеснения подземных вод или их смешения с пластовыми флюидами (нефть, соленая вода) в основном при захоронении в них вредных веществ отходов производства, добыче полезных ископаемых и подземном хранении нефти, газа или иных веществ и материалов.

Существует ряд способов захоронения отходов в недрах Земли: использование горных выработок отработанных шахт и рудников; создание специальных искусственных полостей; нагнетание отходов (чаще жидких) в гидрогеологические структуры (поглощающие водоносные горизонты) и др.

В поглощающие горизонты удаляются сточные воды нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, жидкие отходы повышенной токсичности. Только при добыче соли в недра закачивается около ежегодно 120 тыс. м<sup>3</sup> рассолов и 1,8 млн. м<sup>3</sup> засоленных сточных вод.

С развитием ядерной энергетики существенно возрастает опасность загрязнения недр при размещении в них радиоактивных отходов. Уровень развития науки и техники не позволяет пока создать хранилища на поверхности, обеспечивающие надежную изоляцию в течение сотен лет, необходимых для распада долгоживущих радионуклидов.

Основные объемы радиоактивных отходов размещаются в глубоких геологических формациях. В качестве таких формаций пригодны пласты соли, глины, кристаллические структуры и др. Вместе с тем размещение хранилищ в солевых формациях имеет ряд недостатков, связанных со сравнительно высокой растворимостью соли, возможностью ее разложения при повышенных температурах, подверженностью радиолизу, коррозионным воздействием на многие материалы..

При несоблюдении установленных условий захоронения радиоактивных отходов могут иметь место: выход подземных вод, загрязненных отходами, в открытые водоемы; загрязнение удаляемыми отходами разрабатываемых или намеченных к разработке месторождений полезных ископаемых и другие нежелательные последствия.

Подземное захоронение жидких отходов бурения и нефтегазодобычи перспективно при разведке и разработке шельфовых месторождений, когда вывоз отходов на берег обходится очень дорого. Однако такое захоронение в поглощающие пласты или в созданные путем гидроразрыва трещины возможно при наличии пласта-водоупора, как показано на фоллии 55, предотвращающего развитие вертикальных трещин и поступление загрязненной жидкости в другие пласты или на морское дно, как показано на фоллии 56.

При бурении скважин происходит нарушение целостности массива горных пород, которое влечет за собой нарушение естественной разобщенности нефтегазоносных и водоносных горизонтов и пластов, а также возможность связи их с атмосферой. В результате такого взаимодействия в водоносные пласты могут попасть углеводороды, а нефтегазоносные пласты могут подвергнуться нежелательному и неконтролируемому обводнению. Межпластовые перетоки могут привести к загрязнению и нанести вред залежам других полезных ископаемых, присутствующих в разрезе месторождения нефти

и газа (например, калийных солей, пресных или целебных минеральных вод и др.).

Соленые воды в процессе фильтрации способны многократно увеличивать проницаемость пород и загрязнять водоносные горизонты на расстояниях до десятков километров от источника, причем интенсивность фильтрации соленых вод с течением времени увеличивается. Нефтяное загрязнение подземных вод исключительно устойчиво: при внедрении в водоносную систему 1 м<sup>3</sup> нефти образуется и существует от 80 до 500 лет зона загрязнения протяженностью до 1,5 км. Широко распространено образование сероводорода при попадании органических загрязнений в анаэробную среду подземных водоносных горизонтов.

Негерметичность стволов добывающих и нагнетательных скважин осложняет разработку месторождений, приводя к преждевременному обводнению продукции, снижению текущей добычи и потере части запасов нефти, перерасходу закачиваемой воды и т.д.

Загрязнение подземных вод происходит и при фильтрации загрязняющих веществ с поверхности в местах хранения отходов, нефтепродуктов и т.д., не оборудованных гидроизоляцией.

Изменение естественного физического состояния недр. До начала разработки месторождений полезных ископаемых недра находятся в естественном состоянии, сформировавшемся на протяжении длительного геологического периода. С началом разработки нефтегазовых месторождений происходит быстрое преобразование естественных процессов, которые устанавливались в течение миллионов лет. Пласт-коллектор находится под воздействием давления вышележающих горных пород. Внутрипоровое давление в залежи противостоит части горного давления. В процессе разработки залежи (отбора пластовых флюидов) пластовое давление уменьшается. В результате изменяется порода-коллектор под действием веса вышележающего массива дает осадку, и эта осадка постепенно передается на дневную поверхность.

Под влиянием проседания земной поверхности происходит заболачивание и подтопление территории, наблюдается искривление стволов скважин, деформация обсадных колонн и разрушение объектов промыслового обустройства. Деформации и осадки (просадки) земной поверхности обнаруживаются лишь при достижении ими опасных значений по результатам

влияния на объекты (слом обсадных колонн, порывы трубопроводов, деформация зданий, подтопление фундаментов).

Интенсивные оседания земной поверхности наблюдаются на десятках разрабатываемых месторождений. Так, на Апшеронском полуострове наблюдается опускание площадей нефтепромыслов с интенсивностью от 11,5 до 31,5 мм/год при максимальной величине 504,8 мм. По прогнозным данным, на некоторых участках месторождений в Западной Сибири ожидаются вертикальные смещения земной поверхности от 0,2 до 1,5 м.

На многих месторождениях осадка поверхности составляет несколько метров. Например, на месторождении Уилмингтон (Калифорния) осадка поверхности составила 9 м, после чего город пришлось защищать от затопления дамбой.

Дно Северного моря над месторождением Экофиск (Норвегия) просело настолько, что высота верхних строений эксплуатационных платформ над уровнем моря снизилась до критической, как показано на фоллии 57.

Последовательные замеры зафиксировали опускание морского дна со скоростью 0,40 м в год. Погружение оснований стационарных платформ произошло более чем на 4 м, что привело к сокращению безопасного расстояния относительно уровня воды и волн. Уровень безопасности стал недостаточным, и металлические платформы пришлось поднимать на 6 м с помощью домкратов и наращивать опорные стойки нескольких платформ. Признаки оседания проявились также в форме разрушения обсадных колонн нескольких эксплуатационных скважин. Уложенные на дне трубы, соединяющие платформы друг с другом и с материком, испытали повреждения и деформации: зависание над дном и горизонтальные изгибы.

Причина погружения морского дна заключалась в том, что нефтяная залежь мощностью более 300 м перекрывалась слоями недоуплотненных глин, в которых давление флюидов было аномально высоким и в два раза превышало гидростатическое давление. Флюидная фаза этих глин воспринимала геологическую нагрузку и препятствовала уплотнению их скелета.

Карстовые процессы в массиве горных пород. Карст – это совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, как показано на фоллии 58, а также форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных растворимыми в воде горными породами (гипсом, известняком и др.).

В карстовых пустотах накапливается большое количество подземных вод, способных прорываться в горные выработки и представляющих опасность при разработке месторождений, как показано на фоллии 59.

При наличии карстовых полостей возникает угроза попадания в них людей, горного оборудования и транспортных средств. Выщелачивание известняков, подстилающих угольные пласты в Подмосковном бассейне, обусловило проседание угольных залежей, что затрудняет, а то и делает невозможным эффективное использование механизированных средств угледобычи. Карстовые процессы снижают также несущую способность кровли подземных выработок.

Карстовые процессы в условиях открытой разработки месторождений вызывают дополнительные количественные и качественные потери полезного ископаемого, затрудняют ведение буровзрывных работ и работу карьерного транспорта.

Растепление многолетнемерзлых пород. Многолетнемерзлые породы – это породы, которые постоянно находятся в условиях отрицательных температур. Примерно 65% территории России – районы многолетней мерзлоты, как показано на фоллии 60. Окружающая среда в зоне развития мерзлых пород наиболее уязвима к проведению таких видов работ, как бурение и испытание скважин, сейсморазведка, строительство и эксплуатация дорог и нефте- и газопроводов.

Разведка и добыча нефти на Крайнем Севере сопровождается нарушением теплофизического равновесия в условиях многолетней мерзлоты и проявлением эрозионных процессов на поверхности земли, как показано на фоллиях 60, 61 и 62.

Наиболее значительные техногенные изменения отмечаются на участках распространения сильнольдистых многомерзлых пород и залежей подземных льдов.

Строительство скважин в районах многолетней мерзлоты приводит к развитию термокарста и просадкам, что вызывает разрушение природных ландшафтов. Известны случаи аварий из-за протаивания мерзлых пород в прискважинной зоне под действием тепла в процессе бурения. В результате разрушения многолетнемерзлых пород может начаться интенсивное фонтанирование нефти и газа через устье или по заколонному пространству. Возможно также образование приустьевых кратеров, размеры которых в поперечнике достигают 250 м.



**Контрольные вопросы к лекции 2:**

- 2.1 Какие бывают виды загрязнений по характеру воздействия на экосистемы?
- 2.2 Каким образом происходит ингредиентное загрязнение?
- 2.3 Какие вещества или смеси веществ называются загрязняющими?
- 2.4 В чем заключается параметрическое загрязнение?
- 2.5 В результате какого вида загрязнений происходит изменение состава и структуры популяций?
- 2.6 С чем связано стационарно-деструкционное загрязнение?
- 2.7 Как называется процесс совместного, взаимосвязанного превращения и перемещения веществ в природе, имеющий более или менее циклический характер?
- 2.8 Для каких геосфер характерен круговорот химических элементов, воды, газов и других веществ?
- 2.9 Являются ли полностью обратимыми процессы круговорота веществ?
- 2.10 Что такое биотический круговорот?
- 2.11 На природные циклы каких элементов оказало влияние появление жизни на планете?
- 2.12 За счет чего круговороты элементов и веществ на планете не прекращаются?
- 2.13 Какие два главных источника загрязнения атмосферы Вы знаете?
- 2.14 В чем заключаются основные проблемы водопотребления в России?
- 2.15 Какие основные виды сточных вод появляются в результате различных технологических процессов?
- 2.16 Каковы основные причины загрязнения Мирового океана?
- 2.17 Как называется процесс, начинающийся при повышении биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов?
- 2.18 Каковы основные причины возникновения антропогенного рельефа и антропогенных ландшафтов?
- 2.19 Какой может быть эрозия почвы, исходя из причин ее возникновения?
- 2.20 Какие негативные техногенные изменения возможны в результате разведки и добычи нефти и газа?

## **Лекция 3 Природопользование**

### **План лекции:**

- 3.1 Формы природопользования.
- 3.2 Природные ресурсы.
- 3.3 Ресурсный цикл.
- 3.4 Рациональное природопользование.
- 3.5 Ресурсосбережение.
- 3.6 Энергосбережение.

### **3.1 Формы природопользования**

Природопользование представляет собой деятельность, направленную на удовлетворение материальных и культурных потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов и природных условий (природно-ресурсного потенциала).

Потребности человека можно разделить на материальные и духовные. Природные ресурсы в какой-то степени удовлетворяют духовные потребности человека (например, эстетические – красота природы, рекреационные и т.п.), но главное их назначение – удовлетворять материальные потребности, т.е. создание материальных благ. Таким образом, природные (естественные) ресурсы – это природные объекты и явления, которые человек использует для создания материальных благ, обеспечивающих не только поддержание существования человечества, но и постепенное повышение качества жизни.

Использование природных ресурсов включает их эксплуатацию и вовлечение в хозяйственный оборот, в том числе все виды воздействия на природные ресурсы в процессе хозяйственной и иной деятельности.

Природопользование человека проявляется в четырех формах: жизнеобеспечивающей, хозяйственно-экономической, оздоровительной и культурной.

Наиболее важной является жизнеобеспечивающая форма природопользования, включающая использование воздуха для дыхания, воды для питья, растительный и животный мир для питания.

Хозяйственно-экономическая форма также имеет потребительское для человека предназначение. Субъекты экономики (фабрики, заводы, сельскохозяйственные предприятия) производят для человека товары народного потребления, используя в той или иной степени природные ресурсы.

Оздоровительная форма природопользования выражается в профилактике и лечении заболеваний человека с использованием природных ресурсов (горного воздуха, лечебных грязей, минеральных водных источников и др.).

Культурная форма природопользования представляет собой использование красот природы для удовлетворения культурно-познавательных потребностей человека.

Человек, вследствие своих все возрастающих материальных потребностей, не может довольствоваться дарами природы только в той мере, при которой не должен нарушать ее равновесие, т.е. около 1 % от ресурсов природной экосистемы. Поэтому ему приходится использовать и те природные ресурсы, которые накоплены за миллиарды и миллионы лет в недрах Земли. Для создания материальных благ человеку необходимы металлы и неметаллическое сырье (глина, песок, минеральные удобрения и др.), а также лесная продукция (строительный лес, сырье для производства целлюлозы и бумаги и т.д.) и многое другое. Иными словами, природные ресурсы, используемые человеком, многообразны, многообразно их назначение, происхождение, способы использования. Это требует определенной их систематизации.

### **3.2 Природные ресурсы**

Природные ресурсы – это компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность.

В основу классификации природных ресурсов положены три признака: источники происхождения; использование в производстве; степень истощаемости, как показано на фоллии 63.

По источникам происхождения ресурсы подразделяют на биологические, минеральные и энергетические.

Биологические ресурсы – это все живые средообразующие компоненты биосферы: продуценты, консументы и редуценты с заключенным в них генетическим материалом. Они являются источниками получения людьми материальных и духовных благ. К ним относятся промысловые объекты, культурные растения, домашние животные, живописные ландшафты, микроорганизмы, т. е. растительные ресурсы, ресурсы животного мира и др. Особое значение имеют генетические ресурсы.

Минеральные ресурсы – это все пригодные для употребления вещественные составляющие литосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырье или источники энергии. Минеральное сырье может быть природным, если из него извлекаются металлы, и неприродным, если извлекаются неметаллические компоненты (фосфор и т.д.) или оно используется как строительный материал. Если же минеральные богатства применяются как топливо (уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф, древесина, атомная энергия) и одновременно как источник энергии в двигателях для получения пара и электричества, то их называют топливно-энергетическими ресурсами.

Энергетическими ресурсами называют совокупность энергии Солнца и космоса, атомно-энергетических, топливно-энергетических, термальных и др. источников энергии.

Второй признак, по которому классифицируются ресурсы – использование их в производстве. Сюда относятся следующие ресурсы:

Земельный фонд – все земли в пределах страны и мира, входящие по своему назначению в следующие категории: сельскохозяйственные, населенных пунктов, несельскохозяйственного назначения (промышленности, транспорта т.п.). Мировой земельный фонд – 13,4 млрд. га. Лесной фонд – часть земельного фонда Земли, на которой произрастает или может произрастать лес, выделенный для ведения сельского хозяйства и организации особо охраняемых природных территорий. Земельный фонд является частью биологических ресурсов.

Водные ресурсы – количество подземных и поверхностных вод, которые могут быть использованы для различных целей в хозяйстве (особое значение имеют ресурсы пресных вод, основным источником которых являются речные воды).

Гидроэнергетические ресурсы – те, которые способна дать река, приливно-отливная деятельность океана и т.п.

Ресурсы фауны – количество обитателей вод, лесов, отмелей, которые может использовать человек, не нарушая экологического равновесия.

Полезные ископаемые (рудные, нерудные, топливно-энергетические) – природное скопление минералов в земной коре, которое может быть использовано в хозяйстве, как показано на фоллии 64.

Скопление полезных ископаемых образует месторождения.

С природоохранной точки зрения важной является классификация ресурсов по третьему признаку – степени истощаемости. Истощение природных ресурсов с экологических позиций – это несоответствие между безопасными нормами изъятия природного ресурса из природных систем и потребностями человечества.

Исчерпаемые ресурсы в свою очередь подразделяются на невозобновляемые и возобновляемые. Исчерпаемость невозобновляемых ресурсов определяется их запасами в природе и интенсивностью использования в народном хозяйстве.

К невозобновляемым относятся те ресурсы, которые не воспроизводятся или восстанавливаются значительно медленнее, чем расходуются. Это каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых. Запасы таких ресурсов ограничены, охрана их сводится к бережному расходованию.

Возобновляемые природные ресурсы – это почва, пресные подземные воды, зоны активного водообмена, растительный и животный мир. Такие ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются, но только в том случае, если сохраняются необходимые для этого условия. Процессы восстановления ресурсов протекают с разной скоростью: у животных – в течение нескольких лет, возобновление лесов происходит через 60–80 лет, а почвы, потерявшие плодородие, восстанавливаются в течение тысячелетий. Нарушение темпов расходования и воспроизводства неизбежно ведет к истощению ресурсов и полному их исчезновению.

Неисчерпаемые ресурсы разделяются на водные, климатические и космические. Общие запасы воды на планете остаются неизменными и неисчерпаемыми, но под влиянием деятельности людей в отдельных районах Земли они могут сильно уменьшаться и становиться непригодными. Даже воды Мирового океана в результате загрязнения нефтью и некоторыми отходами теряют свои свойства, что ухудшает условия жизни морских животных и растений. Пресные воды, необходимые для людей, стали исчерпаемым ресурсом, что связано с уменьшением водности рек, обмелением и осушением озер, загрязнением сточными водами.

Климатические ресурсы – атмосферный воздух и энергия ветра – неисчерпаемы. С развитием промышленности и транспорта воздух стал сильно загрязняться вредными веществами: пылью, дымом. В городах и промышленных агломерациях загрязнение атмосферы принимает опасный для здоровья людей характер.

К космическим ресурсам относится солнечная радиация и энергия морских приливов и отливов. В масштабах планеты эти ресурсы неисчерпаемы, но в городах и промышленных центрах солнечная радиация сильно уменьшается из-за задымленности воздуха, что отрицательно сказывается на здоровье людей.

Таким образом, одним из важнейших лимитирующих факторов выживания человека как биологического вида, является ограниченная исчерпаемость важнейших для него природных ресурсов.

Учет природных ресурсов осуществляется путем инвентаризации. Инвентаризация природных ресурсов – это учет количества, качества, динамики запасов, формы и степени эксплуатации естественных ресурсов территории.

Инвентаризации в первую очередь подлежат незаменимые и невозобновляемые ПР. Результатом инвентаризации является создание кадастров ПР. Кадастр природных ресурсов представляет собой систематизированный свод сведений, количественно и качественно характеризующих определенный вид природных ресурсов, включая территориально-адресные показатели, экономическую оценку и оценку изменений под воздействием природных, антропогенных и экономических факторов. Они могут содержать рекомендации по рациональному использованию ресурсов и необходимым мерам охраны.

Кадастры природных ресурсов подразделяются на отраслевые (по отдельным видам ПР) и региональные (по регионам России). Своеобразными государственными кадастрами являются Красная книга РФ и Красные книги субъектов РФ.

### **3.3 Ресурсный цикл**

Человек интенсивно трансформирует процессы круговорота всех химических элементов не только на локальном (экосистемном) уровне, но и на уровне биосферы в целом, а также на глобальном (планетарном). Человеческое общество с его производством – часть биосферы и, как уже было отмечено, принципиальных различий в использовании природных ресурсов между человеком и другими организмами с точки зрения экологии нет: различия заключаются лишь в масштабах. Тот факт, что человек научился утилизировать природные ресурсы, создавая для этого (из тех же ресурсов) специальные средства производства, сути дела не меняет. Сколь бы ни были масштабными процессы антропогенной трансформации вещества, они осуществляются в

рамках глобальных биогеохимических циклов. Более того, человек не в силах радикально изменить эти циклы. Самое большее, что он может, – это изменить баланс вещества на определенных этапах глобальных циклов и на определенных территориях. Последствием может быть даже исчезновение человека как биологического вида, но циклический характер движения вещества от этого не изменится: он существует даже на мертвых планетах.

Для того чтобы создать необходимую продукцию, получить энергию, сырье, человек находит и добывает природные ресурсы, перевозит их к местам переработки, производит из них предметы, которые в итоге поступают в пользование или в виде средств производства или в виде готовых изделий (здания, сооружения, станки, машины, предметы быта и культуры). Таким образом, человек вовлекает природные ресурсы в ресурсный цикл.

Под ресурсным циклом понимают совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ на всех этапах использования человеком (включая его выявление, подготовку к эксплуатации, извлечение из природной среды, переработку, превращение, возвращение в природу). Слово «цикл» предполагает замкнутость процесса. Как было показано ранее, в природе все химические вещества (вода, газы, металлы) движутся по замкнутому циклу. Если бы не было замкнутости, то эти вещества теоретически оказались бы уже исчерпанными как возможное сырье для производства биомассы и перешли бы в какое-либо иное состояние.

Существуют такие циклы, как цикл почвенно-климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья, цикл сырьевых ресурсов, цикл энергетических ресурсов, цикл ресурсов живой природы. Ресурсный цикл как круговорот фактически незамкнут: использованные ресурсы не возвращаются в места изъятия.

На каждом этапе ресурсного цикла (добыча, заготовка, транспортировка, переработка) неизбежны потери вследствие либо особенностей технологии, либо субъективных причин, как показано на фоллии 65. Например, при добыче полезных ископаемых часть сырья остается в местах залегания, а в отвалы идет так называемая «пустая порода», на извлечение которой тратится энергия. Значительная доля добытого ископаемого теряется при транспортировке, при его перегрузке и переработке на заводах и фабриках. Если ресурс (например, каменный уголь) используется как топливо, то при его сгорании образуется большое количество золы, шлаков, разного рода оксидов, выбрасываемых в атмосферу или отвалы на поверхность Земли. Если же уголь, нефть и другие

ресурсы перерабатываются промышленностью, то неизбежно образование побочных твердых, жидких и газообразных продуктов, представляющих собой технологические отходы и формирующих так называемые хвостовые выбросы, которые наносят вред экосистемам. Углеводороды в составе нефти или сера в каменном угле, ртуть и кадмий в недрах Земли никакого вреда не приносят, а попадая с продуктами сгорания в воздух и воду экосистем, нарушают качество среды, отрицательно влияют на здоровье людей.

Характерным примером является добыча нефти, сопровождающаяся выделением попутного нефтяного газа, представляющего собой природный углеводородный газ, растворенный в нефти или находящийся в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений. В одной тонне нефти количество такого газа может колебаться от одного–двух до нескольких тысяч кубометров.

В отличие от природного газа попутный нефтяной газ содержит в своем составе кроме метана и этана большую долю пропанов, бутанов и паров более тяжелых углеводородов. Во многих попутных газах, в зависимости от месторождения, содержатся также неуглеводородные компоненты: сероводород и меркаптаны, углекислый газ, азот, гелий и аргон.

Попутный нефтяной газ является важным сырьем для энергетики и химической промышленности. Он имеет высокую теплотворную способность, которая колеблется в пределах от 9 тысяч до 15 тысяч Ккал/ куб. м, но его использование в энергогенерации затрудняется нестабильностью состава и наличием большого количества примесей, что требует дополнительных затрат на очистку («осушку») газа. В химической промышленности содержащиеся в попутном нефтяном газе метан и этан используются для производства пластических масс и каучука, а более тяжелые элементы служат сырьем при производстве ароматических углеводородов, высокооктановых топливных присадок и сжиженных углеводородных газов.

Несмотря на это по данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ, из 55 млрд кубометров ежегодно добываемого в России попутного нефтяного газа используется не многим более половины, остальной сжигается, как показано на фоллии 66. Планируется снижение к минимуму доли сжигаемого попутного нефтяного газа, как показано на фоллии 67.

Сжигание попутного нефтяного газа приводит к значительным выбросам твердых загрязняющих веществ и ухудшению экологической обстановки в нефтепромысловых районах.



При «технологических потерях» и сжигании попутного нефтяного газа в атмосферу выбрасывается диоксид углерода и активная сажа. В результате горения газа в факелах в России ежегодно образуется почти 100 млн тонн выбросов  $\text{CO}_2$  (при условии эффективного сжигания всего объема газа). Однако низкоэффективных факелах известны газ в них сжигается не полностью. Соответственно, в атмосферу выделяется метан, гораздо более активный парниковый газ, чем углекислый газ. Объем выбросов сажи при сжигании попутного нефтяного газа оценивается приблизительно в 0,5 млн тонн в год.

Сжигание попутного нефтяного газа сопровождается тепловым загрязнением окружающей среды: вокруг факела радиус термического разрушения почв колеблется в пределах 10–25 метров, растительности – от 50 до 150 метров. При этом в атмосферу поступают как продукты сгорания попутного нефтяного газа, в том числе окись азота, сернистый ангидрид, окись углерода, так и различные несгоревшие углеводороды.

Из изложенного следует, что загрязнение среды образуют природные ресурсы. На их добычу, перевозку затрачены огромные средства, энергия, время, и они же, в конечном счете, ухудшают качество среды. Не случайно существует афоризм: загрязнение среды – это природные ресурсы, оказавшиеся не на своем месте. Не умея пока использовать ресурсы полностью или многократно, человек вынужден добывать и перерабатывать их во все убыстряющемся темпе, создавая проблему исчерпаемости ресурсов. Получается своего рода «заколдованный круг».

Еще более сложные закономерности сопровождают антропогенный круговорот вещества при использовании ресурсов экологических систем.

Лесной биогеоценоз представляет собой мощный аккумулятор солнечной энергии. Если вырубается древостой, то вся экосистема может прекратить свое существование просто потому, что изымается и отчуждается основная масса запасенной энергии и вещества, которая должна была передаваться на следующие трофические уровни. На месте уничтоженной экосистемы может возникнуть новая, но, в ряде случаев, значительно менее продуктивная. Таким образом, в данном случае рассеивание вещества и энергии резко опережает ее восстановление; и биологический естественный круговорот прерывается.

В этой ситуации существует также возможность «замкнуть» ресурсный цикл. Поскольку леса способны к самовосстановлению, т.е. принадлежат к относительно возобновляемым ресурсам, ресурсный цикл осуществляют таким образом, чтобы использовать эту особенность леса. Эта задача относится к

области рационального лесопользования и решается путем системы соответствующих организационно-технологических мероприятий, сокращающих потери, повышающих уровень использования древесины и, следовательно, снижающих объемы и площади вырубемых лесов, а также способствующих их интенсивному самовосстановлению.

Особый случай представляют культурные экологические системы, т.е. обрабатываемые сельскохозяйственные земли. Они практически не способны к самовосстановлению. Собирая урожай и унося его с поля, человек тем самым удаляет значительную часть созданного органического вещества, на построение которого израсходованы вместе с атмосферным углеродом минеральные компоненты почвы. В результате организмы-деструкторы не получают материала для разложения и минерализации. В этих ситуациях экосистема прекращает свое существование. Чтобы не допустить этого, человек вынужден брать на себя восстановление экосистемы, т.е. обеспечивать биологический круговорот, в процессе которого создаются необходимые ему продукты, путем затрат вещества и энергии. На практике это означает внесение (посев) семян и рассады, применение органоминеральных удобрений, обеспечение растений водой.

Таким образом, человек своей деятельностью фактически «замыкает на себя» процессы естественного круговорота веществ. Разумеется, антропогенный круговорот также естествен, как и любой другой, но он опять-таки предполагает разумное волевое начало. Количества вещества, вовлекаемого человеком в круговорот, соизмеримы с естественно участвующими количествами. Например, при сжигании ископаемого топлива высвобождается масса углерода, образующийся  $\text{CO}_2$  поступает в атмосферный воздух. Весь  $\text{CO}_2$ , который поступал ранее в атмосферу при дыхании растений и животных, утилизировался с определенной скоростью самими растениями, причем в биосфере в течение длительного времени сохранялся газовый баланс. Резкое увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере в индустриальную эпоху, казалось бы, должно способствовать накоплению биомассы растениями, но, с одной стороны, процесс фотосинтеза растений эволюционно скоординирован с определенной величиной солнечной энергии, а с другой стороны, энергоемкость хлоропластов (где осуществляется фотосинтез) также рассчитана на вполне определенное количество фотосинтетической работы. Простое увеличение притока энергии или  $\text{CO}_2$  в атмосферу или даже адекватное увеличение того и другого отнюдь не означает повышения продуктивности

экологических систем. Фактически же возрастание содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере из-за вовлечения углерода в ресурсный цикл сопровождается снижением общей фотоэнергоемкости биосферы, вследствие того что наиболее продуктивные лесные насаждения уступают место менее продуктивным окультуренным экосистемам, а фотосинтетическая активность водных продуцентов снижается из-за загрязнения океана. Поскольку повышение содержания  $\text{CO}_2$  не компенсируется интенсивностью его ассимиляции, круговороты не только углерода, но и иных биогенных элементов (азота, фосфора, серы) оказываются несбалансированными, нарушенными в результате деятельности человека.

В настоящее время усилия ученых направлены на то, чтобы сделать ресурсный цикл замкнутым, т.е., с одной стороны, разрабатываются и совершенствуются процессы, связанные с извлечением и переработкой необходимых ресурсов, а с другой – обуславливается возвращение их в трансформированном (измененном) виде в производство для повторного и неоднократного использования.

Таким образом, деятельность человека причиняет ущерб окружающей среде независимо от его намерений и задача состоит в том, чтобы сделать последствия этой деятельности наименее пагубными.

### **3.4 Рациональное природопользование**

Природопользование классифицируют на ресурсопотребление и ресурсопользование.

К ресурсопотребляющим относятся отрасли производства, связанные с изъятием из природы вещества и энергии и с образованием отходов, сохраняющих природную форму (добыча минерального сырья и топлива, лесозексплуатация, водопотребление, рыболовство, охота).

К ресурсопользующим относятся отрасли производства, сочетающие изъятие вещества из природы с его воспроизводством на основе использования природных процессов и их стимулирования (земледелие, животноводство, рекреация, гидроэнергетика, транспорт, строительство).

Природопользование может быть:

- нерациональным, которое не обеспечивает сохранение природно-ресурсного потенциала, ведет к оскудению и ухудшению качества природной среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем;

– рациональным, которое обеспечивает комплексное научно обоснованное использование природных богатств, при котором достигается максимально возможное сохранение природно-ресурсного потенциала, при минимальном нарушении экологического равновесия.

Основные направления рационального природопользования.

Рациональное природопользование отличается следующими особенностями:

- использование природных ресурсов должно сопровождаться их восстановлением (для возобновляемых природных ресурсов);
- комплексное использование природных ресурсов;
- вторичное использование природных ресурсов;
- проведение природоохранных мероприятий;
- внедрение новейших технологий с целью снижения антропогенной нагрузки на окружающую природную среду.

Использование природных ресурсов должно сопровождаться их восстановлением. Восстановительные мероприятия могут использоваться только для возобновляемых природных ресурсов, к которым относятся растительный и животный мир, плодородие почв.

Для охраны животного и растительного мира предусмотрено создание особо охраняемых территорий, к которым относятся: заповедники, заказники, национальные и природные парки, памятники природы. В пределах этих территорий установлен особый режим охраны, который зависит от вида территории. В заповеднике, например, запрещается не только любая хозяйственная деятельность, но и нахождение посторонних лиц без соответствующего разрешения. Национальный парк предназначен не только для охраны природы, но и для отдыха, поэтому на его территории могут быть выделены зоны с различными режимами охраны и заповедования.

Комплексное использование природных ресурсов. Это направление рационального природопользования должно осуществляться для исчерпаемых природных ресурсов, т.е. для полезных ископаемых.

Здесь можно выделить две тенденции: во-первых, использование одних и тех же ПР в разных отраслях хозяйства; во-вторых, более полное извлечение ресурсов на стадии добычи. Например, отходами теплоэлектростанций являются зола и шлаки, которые могут применяться в качестве строительного материала. Гранулированные доменные шлаки являются материалом для дорожного строительства, в смеси с вязким битумом они заменяют

асфальтовые смеси, причем их возможно укладывать даже на влажное основание. Битумошлаковые покрытия дорог в 2,5 раза дешевле асфальтобетонных.

Отходы многих промышленных производств, в том числе шлаки металлургической промышленности, каменноугольные и буроугольные золы, отходы бумажной промышленности, могут использоваться в сельском хозяйстве для известкования кислых почв.

Перспективным направлением является комплексная разработка месторождений полезных ископаемых. Практически все месторождения рудных полезных ископаемых являются комплексными: они содержат, как правило, несколько различных минералов и химических элементов, один из которых является основным, другие – попутными. Например, из медных руд можно получить также цинк, серу, железо, молибден, золото и серебро. Из железных руд можно добывать ванадий, никель, кобальт, фосфор, бор, серу, германий.

Вторичное использование природных ресурсов. Практически все виды производимых материалов: металл, бумагу, пластмассу – можно подвергать вторичной переработке. Во-первых, вторичная переработка позволяет экономить первичное сырье и энергию, так как на производство продуктов из вторичного сырья требуется намного меньше энергии. Например, для переплавки металлолома в сталь требуется в 10 раз меньше энергии, чем для выплавки стали из руды. Во-вторых, вторичная переработка позволяет уменьшить количество твердых отходов.

Проведение природоохранных мероприятий. Эти мероприятия должны проводиться, в первую очередь, промышленными предприятиями, а государственные органы, отвечающие за охрану окружающей природной среды, должны контролировать их выполнение.

Любое промышленное предприятие должно быть оснащено очистными сооружениями, принимать меры по внедрению малоотходных технологий, обеспечивать соблюдение режима санитарно-охранных зон, которые устанавливаются вокруг каждого предприятия.

Государственные контролирующие органы должны следить за тем, чтобы не вводились в эксплуатацию предприятия, не обеспеченные очистными сооружениями, а также за тем, чтобы действующие предприятия соблюдали нормативы качества окружающей природной среды и другие нормы и правила, установленные в законодательном порядке.

Внедрение новейших технологий с целью снижения нагрузки на окружающую природную среду. Новейшие технологии разрабатываются сейчас по многим направлениям: энергосбережение, ресурсосбережения, вторичная переработка, очистка выбросов, мониторинг окружающей среды.

К энергосберегающим технологиям относится, например, использование нетрадиционных источников энергии: солнечной энергии, энергии морских приливов, энергии земных недр. Использование таких источников находит практическое применение во многих странах мира, в том числе России.

Внедрение ресурсосберегающих технологий особенно актуально для исчерпаемых природных ресурсов. Например, разрабатываются технологии, которые позволят увеличить глубину переработки нефти. Используемые в настоящее время методы позволяют получить из нефти только 60% ценных продуктов, остальные 40% – это мазут. Более совершенные технологии позволяют получить 90% ценных продуктов. Такое увеличение глубины переработки нефти позволит расходовать для получения того же количества бензина 2 т нефти вместо 3 т.

К новым технологиям очистки выбросов можно отнести нейтрализаторы выхлопных газов автомобилей, которые позволят снизить количество углекислого, угарного газов и углеводородов. Их уже успешно применяют во многих странах. Внедрение нейтрализаторов выхлопных газов в нашей стране тормозится из-за их высокой стоимости: основой нейтрализаторов является платина.

### **3.5 Ресурсосбережение**

Перспективным направлением рационального природопользования является ресурсосбережение. Ресурсосберегающие технологии – это совокупность технологических средств и процессов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла (от добывающих до сбытовых отраслей) и с наименьшим воздействием на природные экосистемы и человека.

Понятие ресурсосбережения включает несколько вариантов экологически позитивной хозяйственной деятельности – от непосредственного ресурсосбережения до повторного использования промышленных и бытовых отходов и отработавших свой срок машин, узлов и механизмов. Основой ресурсосбережения является разумное использование (при постоянном сокращении потребления и потерь) энергии и ресурсов, вторичное использование невозобновимых природных ресурсов, недопущение

превышения порога экологической устойчивости окружающей среды. При этом для ограничения потерь ресурсов и предотвращения загрязнения необходимо учитывать интенсивность воздействия промышленных и бытовых отходов на окружающую среду на «входе» в нее. Например, значительно проще и дешевле предотвратить попадание токсичного загрязнителя в источник питьевого водоснабжения, чем пытаться очистить уже загрязненную воду. К числу ресурсосберегающих относятся: малоотходная и безотходная технологии.

Малоотходная технология позволяет получать технически достижимый минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов. Добиться полной энергетической безотходности невозможно даже теоретически, поскольку поток энергии однонаправлен и все ее количество в конечном счете переходит в тепло. В глобальной совокупности энергетическая эффективность технологий, видимо, не может быть выше достигнутой биосферой – около 1% от вовлекаемой (в случае биосферы – приходящей от Солнца) энергии. Для всех конкретных технологических процессов есть расчетный, теоретически достижимый максимум малоотходности, к сожалению пока не рассчитываемый.

Технология безотходная (каскадная) – цепь технологических процессов, где отходы одного производства становятся сырьем для другого (предполагается использование этого сырья без остатка).

Теория безотходных технологических процессов в рамках основных законов природопользования базируется на двух предпосылках:

- исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных.
- создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства.

Схема такого процесса – «сырье – готовый продукт – сырье». Но каждый этап этой схемы требует затрат энергии, производство которой связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Вторым препятствием полной замкнутости процесса является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде. Например, долгое, на протяжении многих столетий, использование таких металлов, как серебро, свинец, цинк, медь и др., и их рассеивание в процессе этого использования в окружающую среду привели к тому, что сроки их истощения из земных недр составляют стремительно сокращаются.

Понятие безотходной технологии условно. Под ним понимается теоретический предел или предельная модель производства, которая в большинстве случаев может быть реализована не в полной мере, а лишь частично как малоотходная технология, как показано на фоллии 68.

В зарубежных странах процесс возвращения отходов производства и потребления в материальный круговорот (производство – потребление) называют рециклингом.

Замена первичного сырья на вторичное имеет значительные экологические преимущества: при производстве стали снижение потребления энергии составляет 47–74%, снижение загрязнения атмосферы – до 80%, снижение водопотребления – на 40% и т. д. Производство алюминия из металлолома требует всего 5% энергозатрат его выплавки из бокситов. Подсчитано, что 1 т чугунного (или стального) лома может сберечь 3,5 т минерального сырья (2 т железной руды, 1 т кокса и 0,5 т известняка).

Утилизация отходов промышленного производства имеет не только экономическое значение – получение ценного вторичного минерального сырья, но и дает возможность ликвидировать источники загрязнения окружающей среды.

Только в нашей стране уже скопилось более 1 млрд т золы и шлаков (ежегодно к этой массе добавляется еще 100 млн т). Поэтому золу и шлаки все шире используют в качестве стройматериалов, а также в кирпичном производстве.

В промышленно развитых странах потребляется огромное количество бумаги. Увеличение роли вторичной бумаги может уменьшить вырубку оставшихся лесных массивов. Появился термин – «экологическая бумага», т.е. производимая на 100% из макулатуры.

Ежегодно в городах мира образуется до 500 млн т твердых бытовых отходов из них около 65% захороняется на полигонах и свалках, которые загрязняют окружающую среду различными токсикантами (особенно тяжелыми металлами). Поэтому в ряде стран, в том числе и в России, освоена методика получения биогаза как энергетического сырья.

### **3.6 Энергосбережение**

Важной задачей по сохранению природных ресурсов является энергосбережение. Энергосбережение (экономия энергии) – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное)



использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

Основными направлениями энергосбережения, которые используются в бытовых условиях и на производстве, являются следующие.

**Поведенческое энергосбережение.** Это укоренение привычки к минимизации использования энергии, что можно выразить привычным лозунгом «Уходя – гасите свет». Необходимо осознание положения, что энергосбережение – экономически выгодно. Достигается это информационной поддержкой, методами пропаганды. Поведенческое энергосбережение подразумевает обеспечение потребностей при меньшем потреблении энергоресурсов, и это в основном обеспечивается без совершенствования технологий. Как показывает опыт, поведенческое энергосбережение может составлять до 10% от всего потенциала экономии энергии. Каждый должен следовать этому несложному правилу и дома, и на работе.

**Совершенствование энергетических установок с целью снижения энергопотребления.**

**Энергосбережение в зданиях и сооружениях, улучшение их конструкций.** Большая часть этих мер актуальна в части тепловой энергии, а также в экономии электричества, используемой для термических целей и на освещение (не только более эффективные лампочки, но и определенные требования к помещению, например, вплоть до использования светлой или светоотражающей окраски).

Эффективно использовать ТЭР позволяют:

- экономия тепловой энергии, электричества и воды на производстве, транспорте и при потреблении в быту;
- экономия топлива при производстве электрической и тепловой энергии;
- учет потребления воды, газа, тепловой и электрической энергии;
- энергетические обследования (энергоаудит), составление энергетических паспортов производств;
- внедрение возобновляемых источников тепловой и электрической энергии;
- пропаганда экологических видов транспорта, альтернативных источников энергии.

**Контрольные вопросы к лекции 3:**

- 3.1 В каких формах может проявляться природопользование человека?
- 3.2 Какие признаки положены в основу классификации природных ресурсов?
- 3.3 Что является важнейшим лимитирующим фактором выживания человека как биологического вида?
- 3.4 Что является предметом учета инвентаризации природных ресурсов?
- 3.5 Какие сведения входят в кадастры природных ресурсов?
- 3.6 Можно ли считать своеобразными государственными кадастрами являются Красную книгу РФ и Красные книги субъектов РФ?
- 3.7 Что понимают под ресурсным циклом?
- 3.8 Является ли ресурсный цикл замкнутой системой?
- 3.9 Почему потери на каждом этапе ресурсного цикла (добыча, заготовка, транспортировка, переработка) являются неизбежными?
- 3.10 Какие закономерности сопровождают антропогенный круговорот вещества при использовании ресурсов экологических систем?
- 3.11 В каких ситуациях существует возможность «замкнуть» ресурсный цикл?
- 3.12 Почему увеличение притока энергии или CO<sub>2</sub> в атмосфере не означает повышения продуктивности экологических систем?
- 3.13 Каких двух видов может быть природопользование?
- 3.14 Какие отрасли производства относятся к ресурсопотребляющим?
- 3.15 Какие отрасли производства относятся к ресурсопользующим?
- 3.16 Что происходит в результате нерационального природопользования?
- 3.17 Какова цель рационального природопользования?
- 3.18 Каковы основные направления рационального природопользования?
- 3.19 Рациональное природопользование отличается следующими особенностями:
- 3.20 –Чем должно сопровождаться использование природных ресурсов?
- 3.21 Какие способы вторичного использования природных ресурсов Вы знаете?
- 3.22 Каковы основные направления энергосбережения?

## **Лекция 4 Экологическое законодательство и управление охраной окружающей среды и природопользованием**

### **План лекции:**

- 4.1 Основные принципы экологического законодательства.
- 4.2 Структура экологического законодательства.
- 4.3 Управление охраной окружающей среды и природопользованием.
  - 4.3.1. Инструменты государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием.
  - 4.3.2 Полномочия федеральных органов государственной власти.
  - 4.3.3 Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации.
  - 4.3.4 Полномочия органов местного самоуправления.
  - 4.3.5 Органы исполнительной власти, осуществляющие государственное управление в области охраны окружающей среды и природопользования.
- 4.4 Права и обязанности граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в области охраны окружающей среды.
  - 4.4.1 Права и обязанности граждан.
  - 4.4.2 Права и обязанности общественных объединений и некоммерческих организаций.
  - 4.4.3 Система государственных мер по обеспечению прав на благоприятную окружающую среду.
- 4.5 Ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

### **4.1 Основные принципы экологического законодательства**

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов представляют собой сложную и многоплановую проблему. Решение ее сопряжено с регулированием взаимоотношений человека и природы, подчинением их определенной системе законоположений, инструкций и правил – системе экологического законодательства. Основные составляющие системы показаны на фоллии 69.

Объектами охраны окружающей среды от любого негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются компоненты природной среды, природные объекты и природные комплексы.

Принципы экологического законодательства – это его основные начала, руководящие идеи и положения, определяющие общую направленность и

конкретное содержание правового регулирования в данной сфере. Принципы экологического законодательства самым отчетливым образом выражают его специфику: достаточно ознакомиться с этими принципами, чтобы иметь адекватное представление о его системе, социальном назначении, целях и задачах, средствах их решения. Принципы законодательства служат ориентиром правотворческой и правоприменительной деятельности органов государственной власти и местного самоуправления.

Хозяйственная и иная деятельность, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов.

1 Соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду. В соответствии со ст. 2 Конституции РФ, «человек, его права и свободы являются высшей ценностью». Благоприятной является окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов. Таким образом, право на благоприятную окружающую среду имеет довольно широкое содержание: оно не сводится к праву человека на экологическое благополучие в местах, где протекает его повседневная жизнедеятельность. Каждый вправе требовать соблюдения экологического равновесия не только в районе своего непосредственного проживания, но и в других, даже удаленных от него местах.

2 Обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека. Этот принцип отличается по содержанию от предыдущего. Он предполагает создание для каждого человека максимально комфортной жизненной среды не только в экологическом смысле, но и во всех остальных отношениях – социальных, экономических, культурных и т.п. Соблюдение данного принципа означает, что совершение любого действия должно оцениваться с точки зрения того, как это действие влияет на жизнедеятельность других людей. Поведение того или иного субъекта – отдельной личности, социальной группы, социальной организации, включая государство, так или иначе отражается на окружающих. Обратим внимание: речь идет именно о жизнедеятельности человека, а не общества. Таким образом, критерием являются интересы отдельного индивида, которые всегда более конкретны и осязаемы, нежели интересы общества.

3 Научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды. Этот принцип формулирует идею устойчивого развития – процесса изменений, в котором

эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Идее устойчивого развития часто придают сугубо экологическое содержание, что не совсем корректно. В действительности устойчивое развитие и благоприятная окружающая среда далеко не одно и то же, что отражено и в тексте данного принципа. Устойчивое развитие как определенный общественный идеал обладает ярко выраженным системным, объединяющим характером. Экологическая составляющая при этом выходит на первый план потому, что именно в концепции устойчивого развития впервые было уделено должное внимание проблеме взаимодействия человека с природой.

Устойчивое развитие предполагает слаженный, синхронный и согласованный прогресс всех областей социальной жизни, как показано на фоллии 70. Ни одно из направлений развития не должно идти в ущерб другим направлениям. В течение долгого времени эта истина осознавалась явно недостаточно, вследствие чего наступила резкая дисгармония отдельных сфер общественного развития, когда технический прогресс вырвался далеко вперед, обогнав культурную и социальную динамику и полностью игнорируя естественные природные факторы.

Устойчивое развитие вовсе не означает, что теперь необходимо бросить все силы на защиту окружающей среды, жертвуя ради этого всеми техническими и экономическими достижениями. Напротив, следует искать такие пути дальнейшего развития общества, при котором удалось бы достичь одинаковых успехов во всех этих областях, более того, чтобы они поддерживали и взаимно стимулировали друг друга. Очевидна сложность реализации этого общественного идеала, как и то, что данной цели можно добиться лишь научными средствами.

4 Охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности. Природные ресурсы, как уже указывалось, – это такие компоненты природной среды, природные и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной или иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность. Охрана природных ресурсов

– это деятельность по их защите от негативного воздействия, предотвращение такого воздействия и устранение его последствий. Воспроизводство – деятельность по восполнению утраченных, израсходованных ресурсов. Рациональное использование природных ресурсов – это такое их потребление, которое не превышает пределов необходимого, не приводит к необратимому истощению ресурсов, оставляет возможность для их восстановления и приумножения.

Все это является условием достижения экологической безопасности, которая представляет собой состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Подчеркнем, что в определении экологической безопасности, во-первых, во главу угла ставится интерес отдельной личности, а не социальной общности, во-вторых, отнесена защищенность любых жизненно важных интересов человека от любых негативных последствий любого вида деятельности.

5 Ответственность органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях. Здесь речь идет не столько о юридической ответственности за правонарушение, сколько о социальной ответственности органов власти перед обществом. Существует распределение полномочий между различными уровнями власти по охране окружающей среды. Каждый из этих уровней несет ответственность за надлежащую реализацию своих полномочий. Иными словами, ответственность распределена, в том числе, по территориальному масштабу (на соответствующих территориях): органы местного самоуправления отвечают за состояние окружающей среды на территории муниципального образования, региональные власти – на уровне субъекта Федерации, федеральные органы власти – на территории всей страны. Таким образом, на любом отдельном участке российской территории действует тройная система природоохранных органов.

6 Платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде. Природопользованием, как уже указывалось, называется любая хозяйственная и иная деятельность, связанная с использованием природных ресурсов или оказывающая влияние на состояние окружающей среды. Таким

образом, негативное воздействие на окружающую среду не находится под полным запретом, что было бы нереалистично, – оно допускается, но в строго определенных границах и на возмездной основе. Внесение этой платы не освобождает субъектов от проведения природоохранных мероприятий и от возмещения вреда окружающей среде.

7 Независимость государственного экологического надзора. Государственный экологический надзор представляет собой деятельность, направленную на предупреждение, выявление и пресечение нарушений экологического законодательства. Принцип независимости надзора означает, что контролирующие субъекты должны быть независимы от контролируемых, не находиться в их подчинении и не подвергаться давлению с их стороны.

8 Презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности. Презумпция означает, что нечто считается юридически признанным, пока не будет доказано противоположное. Имеется в виду, что любую хозяйственную деятельность следует рассматривать как потенциальную угрозу для окружающей среды, пока не появится уверенность в обратном.

9 Обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности. ОВОС – это деятельность по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

10 Обязательность проведения в соответствии с законодательством Российской Федерации проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан, на соответствие требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды. Проектная документация в отношении объектов капитального строительства является объектом комплексной государственной экспертизы, проводимой в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности. Когда проектируемая деятельность может оказать негативное воздействие на окружающую среду, а также причинить вред жизни, здоровью или имуществу граждан, то осуществляется проверка на соответствие требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды.

Технический регламент – документ, который устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

11 Учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности. Речь идет о том, что каждый участок российской территории в своем роде уникален и в чем-то отличается от других. Различия могут заключаться в характере местности, уровне ее заселенности, климатических условиях, плодородии почв, состоянии окружающей среды, наличии тех или иных природных объектов, составе флоры и фауны и т.п. Хозяйственная и иная деятельность, подлежащая эколого-правовой оценке, не должна игнорировать специфику тех территорий, на которых планируется ее вести. Экологическое законодательство обязывает при организации хозяйственной деятельности принимать во внимание не только ее собственные интересы, но и интересы той природно-социальной среды, где эта деятельность осуществляется.

12 Приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов. Общими отличительными чертами естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов являются их естественный характер и системность. Они складываются и функционируют в природе объективно, независимо от воли человека, и при этом представляют собой особую неразрывную связь природных явлений, из которой нельзя изъять ни одной составляющей. Отсюда особая важность бережного отношения к экосистемам, природным ландшафтам и комплексам: порой достаточно одного неловкого вмешательства, чтобы нарушить сложное взаимодействие элементов и положить начало необратимому процессу с самыми тяжелыми экологическими последствиями. Поэтому абсолютным приоритетом является сохранение естественных экосистем, природных ландшафтов и природных комплексов, который означает необходимость поддерживать их функционирование в режиме, максимально близком к естественному, и запрет на совершение действий, могущих негативно отразиться на их состоянии.

13 Допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требования в области ООС. Это общее правило, в



соответствии с которым должна осуществляться любая человеческая деятельность, связанная с воздействием на окружающую среду. Такое воздействие неизбежно, ибо социальная жизнь человечества неотделима от природной среды; точно так же неизбежным является и воздействие природы на деятельность общества. Общество не способно полностью оградить природу от своего влияния, но вполне может разумно ограничивать это влияние. Таким образом, воздействие на окружающую среду разрешено, но лишь в определенных рамках, которые устанавливаются нормативами и иными общеобязательными экологическими требованиями.

14 Обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области ООС, которого можно достигнуть на основе использования наилучших доступных технологий с учетом экономических и социальных факторов. Данный принцип требует не только соблюдать существующие нормативы в области охраны окружающей среды, но и нечто большее – постоянно стремиться к уменьшению отрицательного антропогенного воздействия на окружающую среду. Иными словами, если существует возможность усовершенствовать ту или иную деятельность в сторону снижения ее воздействия на окружающую среду, такая возможность должна быть использована. Ссылка на социально-экономические факторы означает, что наилучшая существующая технология должна быть оптимальной не только с точки зрения экологии, но и в смысле ее экономической целесообразности и практической осуществимости, в противном случае такая технология просто не сможет быть внедрена и не проявит своих полезных качеств.

15 Обязательность участия в деятельности по охране окружающей среды органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц. В данном принципе речь идет о необходимости объединения усилий всех субъектов общественной жизни в целях совместного решения задач по охране окружающей среды.

16 Сохранение биологического разнообразия. Нельзя забывать о том, что жизнь на Земле представлена почти бесконечным множеством форм и носителей. Величайшая ошибка человека – из всех этих носителей приписывать самостоятельную ценность только себе. Любой биологический вид для природы обладает такой же безусловной значимостью, как и человечество.

Однако именно на человеке лежит повышенная ответственность за судьбу всех остальных биологических видов, так как ни одно из живых существ не способно столь разрушительно воздействовать на природу, как человек. Ни одно из живых существ не может самостоятельно защитить себя от этого воздействия. Поэтому необходимо охранять другие биологические виды от деградации и вымирания, создавать им достойные условия для жизни, принимать меры к поддержке редких и исчезающих видов.

17 Обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области охраны окружающей среды, применяемых к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность или планирующим осуществление такой деятельности. Данный принцип отражает определенную вариативность эколого-правового регулирования. Безусловно, должны существовать строгие и единые для всех правила природопользования и природоохраны, однако необходим и индивидуальный подход к отдельным ситуациям. В каждом конкретном случае следует не только выполнять общие требования в области охраны окружающей среды, но и учитывать особенности, свойственные для конкретной территории, конкретных природных объектов, хозяйствующих субъектов, исходя из выводов по оценке воздействия конкретных видов деятельности на окружающую среду и т.п. Но в любом случае индивидуальный подход должен соответствовать общему, развивая и конкретизируя, но не заменяя его.

18 В данном положении сформулировано общее правило о том, какие именно действия в отношении окружающей среды являются юридически недопустимыми и виды последствий, возможность наступления которых является основанием для запрета соответствующей деятельности.

19 Соблюдение права каждого на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду, в соответствии с законодательством. Право на достоверную информацию об окружающей среде особо закреплено в ст. 42 Конституции Российской Федерации. Кроме того, в соответствии с ч. 2 ст. 24 Конституции России, органы государственной власти и местного самоуправления, их должностные лица обязаны обеспечить каждому возможность ознакомления с документами и материалами, непосредственно затрагивающими его права и свободы, если иное не предусмотрено законом. Это служит достаточным правовым основанием для

того, чтобы любой гражданин мог затребовать и получить от органов власти имеющиеся у них данные по проведенной ОВОС, поскольку эти сведения самым прямым образом затрагивают одно из конституционных прав человека – право на благоприятную окружающую среду. Исключением являются сведения, составляющие государственную тайну. Кроме получения информации, граждане также имеют право участвовать в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду. Юридические возможности такого участия довольно многообразны – это выборы в государственные и муниципальные органы, инициирование референдума и участие в нем, сходы и собрания граждан, право на обращение в органы власти с жалобами, замечаниями и предложениями, проведение общественной экологической экспертизы и т.п.

20 Ответственность за нарушение законодательства об охране окружающей среды. В соответствии с общеправовым принципом неотвратимости юридической ответственности юридическая санкция (мера принуждения) должна применяться во всех случаях, когда она установлена в качестве обязательного последствия правонарушения. Не является исключением и экологическое право. При этом ответственность за экологические правонарушения предусматривается не только экологическим законодательством: она также регулируется нормами гражданского, административного и уголовного права. Каждый из видов юридической ответственности имеет собственные цели, свою сферу действия, свои составы правонарушений, свои основания применения и виды налагаемых санкций.

21 Организация и развитие системы экологического образования, воспитание и формирование экологической культуры. Экологическое образование – это деятельность по формированию у населения знаний, навыков и ценностных ориентаций в области охраны окружающей среды. Эта деятельность осуществляется как через существующую систему учебных заведений, в учебные программы которых включаются дисциплины экологической направленности, так и в форме просветительских мероприятий – семинаров, открытых акций, публикаций материалов экологического содержания, выпуска и распространения популярной литературы по экологии, пропаганды экологических знаний и ценностей в произведениях искусства и многими другими путями. Результатом эффективного экологического образования и воспитания должно стать формирование экологической культуры – определенного высокого уровня познаний и отношения к

окружающей среде, осмысленного опыта взаимодействия с окружающей средой, обеспечивающего экологическое благополучие и устойчивое развитие.

22 Участие граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в решении задач охраны окружающей среды. Этот принцип закрепляет возможность участия граждан в природоохранной деятельности. Что касается общественных объединений и некоммерческих организаций, то среди наиболее важных форм их деятельности по охране окружающей среды – разработка, пропаганда и реализация природоохранных программ, организация защиты прав граждан, привлечение граждан к природоохранной деятельности, организация собраний, митингов, демонстраций, шествий и иных публичных мероприятий, организация общественной экологической экспертизы, проведение общественных слушаний по экологически значимым проектам и т.п.

23 Международное сотрудничество Российской Федерации в области ООС в форме реализации совместных проектов, направленных на охрану конкретных природных территорий, иных природных объектов; финансовой поддержки проведения тех или иных природоохранных мероприятий из-за рубежа; совместных экологических исследований по ОВОС и обмену результатами научных изысканий в сфере ООС и т.п.

Важнейшей правовой формой международного сотрудничества является заключение двусторонних и многосторонних международных договоров в области ООС, а также участие России в деятельности международных экологических организаций.

Согласно ч. 4 ст. 15 Конституции Российской Федерации признается приоритет международных России над ее внутренними обязательствами. Если международным договором предусматривается иное юридическое действие, нежели российским экологическим законодательством, то применяются нормы международного права.

24 Обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность, которая приводит или может привести к загрязнению окружающей среды, мер по проведению мероприятий по оценке воздействия на окружающую среду проводимой производственной деятельности, предотвращению и уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, устранению последствий этого воздействия.

## 4.2 Структура экологического законодательства

Источниками экологического права признаются нормативно-правовые акты, в которых содержатся правовые нормы, регулирующие экологические отношения: законы, указы, постановления и распоряжения, нормативные акты министерств и ведомств, законы и нормативно-правовые акты субъектов Российской Федерации, как показано на фоллии 69. Наконец, в числе источников экологического права большое место занимают международно-правовые акты, регулирующие внутренние экологические отношения на основе приоритета международного права.

Система экологического законодательства, руководствующаяся идеями основополагающих конституционных актов, включает две подсистемы: природоохранное и природоресурсное законодательство.

В природоохранное законодательство входят Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и другие законодательные акты комплексного правового регулирования.

В подсистему природоресурсного законодательства входят: Земельный кодекс Российской Федерации, Закон Российской Федерации «О недрах», Основы лесного законодательства РФ, Водный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон Российской Федерации «О животном мире», а также другие законодательные и нормативные акты.

В Конституции Российской Федерации отражены основные положения экологической стратегии государства и главные направления укрепления экологического правопорядка. Центральное место среди экологических норм Конституции Российской Федерации занимает ч. 1 ст. 9, где указывается, что земля и другие природные ресурсы в Российской Федерации используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории.

В Конституции Российской Федерации есть две очень важные нормы, одна из которых (ст. 42) закрепляет право каждого человека на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу, а другая провозглашает право граждан и юридических лиц на частную собственность на землю и другие природные ресурсы (ч. 2 ст. 9). Первая касается биологических начал человека, вторая – его материальных основ существования.

Федеральные законы Российской Федерации являются обязательными на территории всей страны. Субъекты Федерации имеют право на собственное регулирование экологических отношений, включая принятие законов и иных нормативных актов. Конституция Российской Федерации закрепляет общее правило: законы и иные правовые акты субъектов Российской Федерации не должны противоречить федеральным законам.

Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешних и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

В Законе закрепляются следующие правовые положения:

- основы управления в области охраны окружающей среды;
- права и обязанности граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в области охраны окружающей среды;
- экономическое регулирование в области охраны окружающей среды;
- нормирование в области охраны окружающей среды;
- оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза;
- требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной деятельности и иной деятельности;
- природные объекты, находящиеся под особой охраной
- зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайных ситуаций;
- государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды);
- государственный экологический надзор, как показано на фоллии 71, производственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды;
- научные исследования в области охраны окружающей среды;
- основы формирования экологической культуры;
- ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и разрешение споров в области охраны окружающей среды;
- международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

Охрана здоровья и обеспечение благополучия человека – конечная цель охраны окружающей природной среды. Поэтому в законодательных актах, направленных на охрану здоровья граждан, экологические требования занимают ведущее место. В этом смысле источником экологического права служит Федеральный закон Российской Федерации от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Он регулирует санитарные отношения, связанные с охраной здоровья от неблагоприятного воздействия внешней среды – производственной, бытовой, природной. Экологические требования, выраженные в статьях Закона, одновременно являются и источниками экологического права. Например, на охрану здоровья и окружающей природной среды направлены нормы ст. 18 Закона о захоронении, переработке, обезвреживании и утилизации производственных и бытовых отходов и т.д.

Другим источником экологического права служат Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. № 5487-1, которые в ст. 28 закрепляют права граждан на охрану здоровья в экологически неблагоприятных районах.

Эти два больших закона комплексной подсистемы экологического законодательства составляют основу для охраны окружающей природной среды и обеспечения экологического законодательства.

Правовые нормы по охране природы и рациональному природопользованию содержатся и в других актах природоресурсного законодательства России. К ним относятся Основы лесного законодательства Российской Федерации, Водный кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «О животном мире» и др.

На основании и во исполнение Конституции Российской Федерации, федеральных законов, нормативных указов Президента Российской Федерации Правительство Российской Федерации издает постановления и распоряжения, отвечая также за их исполнение.

Постановления Правительства Российской Федерации по вопросам экологии можно разделить на три группы:

- принимаемые во исполнение закона для конкретизации отдельных положений;
- предназначенные для определения компетенции органов управления и контроля;

- предназначенные для дальнейшего правового регулирования экологических отношений.

Природоохранные министерства и ведомства наделяются правом издавать нормативные акты в рамках своей компетенции. Они предназначены для обязательного исполнения другими министерствами и ведомствами, физическими и юридическими лицами.

Немаловажную роль играют технические регламенты и документы в области стандартизации:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации;
- предварительные национальные стандарты.

Помимо специальных нормативно-правовых актов экологического содержания в последние годы широко используется экологизация нормативных актов, регулирующих экономическую, хозяйственную и административную деятельность предприятий. Под экологизацией понимают внедрение экологических требований в нормативно-правовые акты неэкологического содержания. Необходимость такого процесса объясняется тем, что экологические законы не всегда могут напрямую касаться хозяйствующих субъектов, занятых в различной сфере производства.

Развитие нашего общества, научно-технический прогресс создают новые экологические проблемы, связанные с охраной окружающей среды и



рациональным использованием природных ресурсов. Меняются техника, технология, условия жизни человека, требующие новых законов по охране природы. Поэтому развитие экологического законодательства – процесс непрерывный и неизбежный.

#### **4.3 Управление охраной окружающей среды и природопользованием**

В общем случае управление – это сознательное воздействие человека на объекты и процессы, а также на самих людей с целью внесения упорядоченности в их деятельность, получения желаемого результата, придания управляемым процессам определенного состояния и направленности.

Управление природопользованием является весьма специфичной областью управления, заключающегося в регулировании воздействия человека на природные объекты и процессы для удовлетворения своих экономических, культурных и других потребностей при условии осознанного ограничения своих потребностей с целью устойчивого развития общества и сохранения природы. Иными словами, управление природопользованием можно определить как совокупность принципов, методов, форм и средств организации и рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, сохранения природной окружающей среды с целью обеспечения экологической безопасности человеческой популяции, как одного из объектов природной среды, на всех уровнях управленческой иерархии (от гражданина, предпринимателя и предприятия до государства и международного сообщества).

Управление в области охраны окружающей среды и природопользования касается не только экологических, но и других отношений в сфере общественного производства, влияющих на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Управление природопользованием осуществляется по многоуровневой иерархии. Это, прежде всего межгосударственное управление, осуществляемое на основе международных договоров и конвенций. Государственное управление природопользованием осуществляется на федеральном уровне, региональное управление – находится как в совместном ведении государственных и региональных органов власти, так и в ведении региональных и местных органов власти субъектов федерации и, наконец, управление природопользованием, которое осуществляют непосредственно предприниматели и граждане, то есть сами природопользователи.

Объектом управления в системе природопользования выступают собственно природные объекты и ресурсы. Критериями оценки результативности систем управления природопользованием на той или иной территории являются параметры природной среды, характеризующие условия экологической безопасности данной территории.

#### **4.3.1 Инструменты государственного управления охраной окружающей среды и природопользованием**

Структурно, система управления охраной окружающей среды и природопользованием состоит из пяти основных групп инструментов управления:

- правовое регулирование;
- прямое административное принуждение;
- прямое экономическое принуждение;
- косвенное экономическое принуждение;
- экономическое стимулирование.

Инструменты правового регулирования. Основу любой системы управления составляют организационные принципы и правила деятельности. В случае охраны окружающей среды и природопользования ими являются нормы экологического права, источником которого служит экологическое законодательство.

Среди других инструментов правового регулирования охраной окружающей среды и рационального природопользования выделяют:

- установление стандартов, определяющих и регулирующих уровни загрязнения окружающей среды, а также лимитов использования природных ресурсов;
- установление норм предельно допустимого воздействия и антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- применение процедуры государственной экологической экспертизы как средства предупредительного контроля за разработкой и осуществлением всевозможных проектов и выявления негативных последствий реализации этих проектов для окружающей среды и здоровья населения;
- включение положений об охране окружающей среды в хозяйственное, налоговое, таможенное законодательство, банковское дело, законоположение о приватизации, об иностранных инвестициях, землепользовании и региональном развитии;

– различного рода методы экономического стимулирования (поощрения и принуждения) охраны окружающей среды и рационального природопользования (государственные дотации и субсидии, льготные займы и налоговые кредиты, налоговые и прочие льготы, ускоренная амортизация очистного, ресурсо- и энергосберегающего оборудования, обязательные платежи и налоги, создание системы обязательного экологического страхования и компенсационных фондов, а также введение чисто рыночных регуляторов, например, продажа прав на загрязнение или торговлю ресурсами.

Инструменты прямого административного принуждения. Данная группа инструментов охватывает широкий круг механизмов управления прямого действия: запреты, разрешения, нормы и стандарты предельно допустимых значений загрязняющих веществ (веществ, выбросов, сбросов), совместимости средств техники и технологических решений с окружающей средой, содержания вредных для здоровья людей и объектов природной среды веществ в продуктах и изделиях, а так же нормативы и стандарты для измерения данных параметров, Государственная экологическая экспертиза хозяйственных проектов, решений государственных органов и экономических объектов по хозяйственным вопросам.

К числу принудительных (административно-правовых и экономических) мер наказания за нарушение природоохранного законодательства относят:

- различного рода запреты и другие меры юридической ответственности, штрафы и компенсационные выплаты за нанесенный ущерб;
- обязательное получение государственного разрешения на строительство новых и модернизацию действующих промышленных и других объектов, служащих источниками загрязнения окружающей среды;
- подготовку правовых, административных санкций и иных мер наказания, приостановление действия или отзыв разрешения (лицензий), а также прекращение деятельности, нарушающей природоохранные требования и представляющей угрозу здоровью людей и окружающей среде.

Инструменты прямого экономического принуждения. Это инструменты (механизмы), которые вступают в действие при нарушении, либо несоблюдении экологических нормативов, норм и стандартов субъектами природопользования. Главным рычагом экономического принуждения при этом являются административные штрафы, которые предъявляются как юридическим, так и физическим лицам.

Порядок применения механизмов прямого экономического принуждения определен законодательно Кодексом об административных правонарушениях.

К числу принудительных (административно-правовых и экономических) мер наказания за нарушение природоохранного законодательства относят:

- различного рода запреты и другие меры юридической ответственности, штрафы и компенсационные выплаты за нанесенный ущерб;
- обязательное получение государственного разрешения на строительство новых и модернизацию действующих промышленных и других объектов, служащих источниками загрязнения ООС;
- подготовку правовых, административных санкций и иных мер наказания, приостановление действия или отзыв разрешения (лицензий), а также прекращение деятельности, нарушающей природоохранные требования и представляющей угрозу здоровью людей и окружающей среде.

Инструменты косвенного экономического принуждения. Среди инструментов экономического принуждения основное место занимают платежи и налоги за загрязнение и использование природных ресурсов. Они представляют собой косвенные рычаги воздействия и выражаются в установлении платы за выбросы или сбросы, а также за владение, пользование и другие законные действия с природными ресурсами. Уровень платежа соответствует социально-экономическому ущербу от загрязнения или какому-либо другому показателю, например экономической оценке ассимиляционного потенциала природной среды, стоимости какого-либо природного ресурса и т.д. Налоги на загрязнение и платежи хороши потому, что эта система предоставляет значительную свободу загрязнителю в выборе стратегии сочетания степени очистки и платы за остаточный выброс, позволяющую минимизировать издержки на превращение внешнего фактора загрязнения во внутреннюю статью издержек для них.

Если природоохранные издержки низки, то природопользователь может значительно сократить выбросы (вместо того, чтобы платить налог). В теории он сократит их до оптимального уровня, когда приростные затраты на добавочную очистку становятся равными ставке платежа за загрязнение. Налогами могут быть обложены также первичные ресурсы, конечная продукция или технологии.

Инструменты экономического стимулирования. В условиях рынка, без экономического стимулирования рационального природопользования трудно рассчитывать на сколько ни будь твердую экологическую политику. Резкое

повышение требований к природопользователям в части охраны окружающей среды от загрязнения предполагает существенную ломку их экономики. Для многих природопользователей повышение экологических требований часто просто не под силу и здесь не помогут никакие рычаги принуждения – ни экономические, ни правовые. Более привлекательными для них являются меры экономического стимулирования рационального природопользования: субсидирование (дотации), льготные займы, кредиты, ускоренная амортизация основных средств производства.

#### **4.3.2 Полномочия федеральных органов государственной власти**

На федеральном уровне органы государственного управления по объему и характеру своей компетенции подразделяются на три вида:

- комплексные – выполняют все задачи или блок природоохранных задач, например Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации;
- отраслевые – осуществляют охрану и использование отдельных природных объектов, например, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- функциональные – выполняют одну или несколько родственных функций в отношении всех природных объектов, например, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.

К полномочиям органов государственной власти Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, относятся:

- обеспечение проведения федеральной политики в области экологического развития Российской Федерации;
- разработка и издание федеральных законов и иных нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды и контроль за их применением;
- разработка, утверждение и обеспечение реализации федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации;
- объявление и установление правового статуса и режима зон экологического бедствия на территории Российской Федерации;
- координация и реализация мероприятий по охране окружающей среды в зонах экологического бедствия;
- установление порядка осуществления государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), порядка организации и функционирования единой системы государственного

экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), формирование государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды и обеспечение функционирования такой системы;

- определение порядка организации и осуществления федерального государственного экологического надзора;

- установление порядка создания и эксплуатации государственного фонда данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), перечня видов включаемой в него информации, порядка и условий ее представления, а также порядка обмена такой информацией;

- создание и эксплуатация государственного фонда данных;

- установление порядка подготовки и распространения ежегодного государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды;

- установление федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды;

- обеспечение охраны окружающей среды, в том числе морской среды на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации;

- установление порядка обращения с радиоактивными отходами и опасными отходами, государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности;

- подготовка и распространение ежегодного государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды;

- установление требований в области охраны окружающей среды, разработка и утверждение нормативов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды;

- утверждение правил исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду, осуществления контроля за правильностью ее исчисления, полнотой и своевременностью ее внесения и определения ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду и коэффициентов к ним;

- организация и проведение государственной экологической экспертизы;

- взаимодействие с субъектами Российской Федерации по вопросам охраны окружающей среды;

- установление порядка ограничения, приостановления и запрещения хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды, и их осуществление;
- предъявление исков о возмещении вреда окружающей среде, причиненного в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды;
- организация и развитие системы экологического образования, формирование экологической культуры;
- обеспечение населения достоверной информацией о состоянии окружающей среды;
- образование особо охраняемых природных территорий федерального значения, формирование Перечня объектов природного наследия, рекомендуемых Российской Федерацией для включения в Список всемирного наследия, управление природно-заповедным фондом, ведение Красной книги Российской Федерации;
- ведение государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;
- ведение государственного учета особо охраняемых природных территорий, в том числе природных комплексов и объектов, а также природных ресурсов с учетом их экологической значимости;
- экономическая оценка воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;
- экономическая оценка природных и природно-антропогенных объектов;
- установление порядка лицензирования отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды и его осуществление;
- осуществление международного сотрудничества Российской Федерации в области охраны окружающей среды;
- осуществление федерального государственного экологического надзора при осуществлении хозяйственной и иной деятельности с использованием объектов, находящихся в соответствии с законодательством Российской Федерации в ведении Российской Федерации, и объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с перечнем таких объектов, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти;

- установление перечня нарушений законодательства в области охраны окружающей среды, представляющих угрозу причинения вреда окружающей среде;
- установление для целей государственного экологического надзора категорий хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами, исходя из критериев и (или) показателей негативного воздействия объектов хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, а также определение показателей высокого и экстремально высокого химического и радиационного загрязнения окружающей среды;
- государственное регулирование обращения озоноразрушающих веществ;
- осуществление иных предусмотренных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации полномочий;
- установление перечня загрязняющих веществ;
- установление перечня областей применения наилучших доступных технологий;
- установление порядка разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям;
- установление порядка выдачи комплексных экологических разрешений, внесения в них изменений, их переоформления и отзыва;
- установление критериев, на основании которых осуществляется отнесение объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I – IV категорий.

#### **4.3.3 Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации**

К полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, относятся:

- участие в определении основных направлений охраны окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации;
- участие в реализации федеральной политики в области экологического развития Российской Федерации на территории субъекта Российской Федерации;



- принятие законов и иных нормативных правовых актов субъекта Российской Федерации в области охраны окружающей среды в соответствии с федеральным законодательством, а также осуществление контроля за их исполнением;
- право принятия и реализации региональных программ в области охраны окружающей среды;
- участие в порядке, установленном нормативными правовыми актами Российской Федерации, в осуществлении государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) с правом формирования и обеспечения функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации, являющихся частью единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды);
- осуществление регионального государственного экологического надзора при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, за исключением деятельности с использованием объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору;
- утверждение перечня должностных лиц органов государственной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющих региональный государственный экологический надзор (государственных инспекторов в области охраны окружающей среды субъекта Российской Федерации);
- установление нормативов качества окружающей среды, содержащих соответствующие требования и нормы не ниже требований и норм, установленных на федеральном уровне;
- право организации и развития системы экологического образования и формирования экологической культуры на территории субъекта Российской Федерации;
- обращение в суд с требованием об ограничении, о приостановлении и (или) запрещении в установленном порядке хозяйственной и иной деятельности, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды;
- предъявление исков о возмещении вреда окружающей среде, причиненного в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды;

- ведение государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и подлежащих региональному государственному экологическому надзору;
- ведение Красной книги субъекта Российской Федерации;
- право образования особо охраняемых природных территорий регионального значения, управление и контроль в области охраны и использования таких территорий;
- участие в обеспечении населения информацией о состоянии окружающей среды на территории субъекта Российской Федерации;
- право организации проведения экономической оценки воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности, осуществления экологической паспортизации территории.

#### **4.3.4 Полномочия органов местного самоуправления**

К вопросам местного значения городских, сельских поселений относится организация сбора и вывоза бытовых отходов и мусора.

К вопросам местного значения муниципального района относятся:

- организация мероприятий межпоселенческого характера по охране окружающей среды;
- организация утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

К вопросам местного значения городского округа относятся:

- организация мероприятий по охране окружающей среды в границах городского округа;
- организация сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

В субъектах Российской Федерации – городах федерального значения Москве и Санкт-Петербурге полномочия органов местного самоуправления внутригородских муниципальных образований в области охраны окружающей среды определяются законами Москвы и Санкт-Петербурга.

#### **4.3.5 Органы исполнительной власти, осуществляющие государственное управление в области охраны окружающей среды и природопользования**

Комплексным органом исполнительной власти, выполняющим практически все природоохранные задачи является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России).

Минприроды России является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию:

- в сфере изучения, использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов, включая недра, водные объекты, леса, объекты животного мира и среду их обитания, земельных отношений, связанных с переводом земель водного фонда, лесного фонда и земель особо охраняемых территорий и объектов (в части, касающейся земель особо охраняемых природных территорий) в земли другой категории, в области лесных отношений, в области охоты, в сфере гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга окружающей природной среды, ее загрязнения, в том числе в сфере регулирования радиационного контроля и мониторинга:

- в сфере охраны окружающей среды, включая вопросы, касающиеся обращения с отходами производства и потребления, государственного экологического надзора, особо охраняемых природных территорий и государственной экологической экспертизы.

В ведении Минприроды России находятся, как показано на фоллии 72:

- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по контролю и надзору в сфере природопользования, а также в пределах своей компетенции в области охраны окружающей среды, в том числе в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия, в области обращения с отходами (за исключением радиоактивных отходов) и государственной экологической экспертизы, основные функции Росприроднадзора показаны на фоллии 73;

- Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере недропользования;

- Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению федеральным имуществом в сфере водных ресурсов;

- Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по контролю и надзору в области лесных отношений (за исключением лесов, расположенных

на особо охраняемых природных территориях), а также по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области лесных отношений.

– Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) – федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, мониторинга окружающей среды, ее загрязнения, государственному надзору за проведением работ по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы.

Несколько функций в отношении всех природных объектов выполняет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), в частности:

- государственный надзор в области использования атомной энергии, в области промышленной безопасности;
- государственный горный энергетический и строительный надзор;
- регулирование в области безопасности обращения с радиоактивными отходами.

#### **4.4 Права и обязанности граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций в области охраны окружающей среды**

##### **4.4.1 Права и обязанности граждан**

Каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду, на ее защиту от негативного воздействия, вызванного хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, на достоверную информацию о состоянии окружающей среды и на возмещение вреда окружающей среде.

Граждане имеют право:

- создавать общественные объединения и иные некоммерческие организации, осуществляющие деятельность в области охраны окружающей среды;
- направлять обращения в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, иные организации и должностным лицам о получении своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды в местах своего

проживания, мерах по ее охране, пути рассмотрения обращений граждан показаны на фоллии 74;

- принимать участие в собраниях, митингах, демонстрациях, шествиях и пикетировании, сборе подписей под петициями, референдумах по вопросам охраны окружающей среды и в иных не противоречащих законодательству РФ акциях;

- выдвигать предложения о проведении общественной экологической экспертизы и участвовать в ее проведении в установленном порядке;

- оказывать содействие органам государственной власти РФ, органам государственной власти субъектов РФ, органам местного самоуправления в решении вопросов охраны окружающей среды;

- обращаться в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и иные организации с жалобами, заявлениями и предложениями по вопросам, касающимся охраны окружающей среды, негативного воздействия на окружающую среду, и получать своевременные и обоснованные ответы;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда окружающей среде;

- осуществлять другие предусмотренные законодательством права.

Граждане обязаны:

- сохранять природу и окружающую среду;

- бережно относиться к природе и природным богатствам;

- соблюдать иные требования законодательства.

#### **4.4.2 Права и обязанности общественных объединений и некоммерческих организаций**

Общественные объединения и некоммерческие организации имеют право осуществлять деятельность в области охраны окружающей среды, в том числе:

- разрабатывать, пропагандировать и реализовывать в установленном порядке программы в области охраны окружающей среды, защищать права и законные интересы граждан в области охраны окружающей среды, привлекать на добровольной основе граждан к осуществлению деятельности в области охраны окружающей среды;

- за счет собственных и привлеченных средств осуществлять и пропагандировать деятельность в области охраны окружающей среды, воспроизводства природных ресурсов, обеспечения экологической безопасности;

- оказывать содействие органам государственной власти РФ, органам государственной власти субъектов РФ, органам местного самоуправления в решении вопросов охраны окружающей среды;

- организовывать собрания, митинги, демонстрации, шествия и пикетирование, сбор подписей под петициями и принимать участие в указанных мероприятиях в соответствии с законодательством РФ, вносить предложения о проведении референдумов по вопросам охраны окружающей среды и об обсуждении проектов, касающихся охраны окружающей среды;

- обращаться в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, иные организации и к должностным лицам о получении своевременной, полной и достоверной информации о состоянии окружающей среды, о мерах по ее охране, об обстоятельствах и о фактах хозяйственной и иной деятельности, создающих угрозу окружающей среде, жизни, здоровью и имуществу граждан;

- участвовать в установленном порядке в принятии хозяйственных и иных решений, реализация которых может оказать негативное воздействие на окружающую среду, жизнь, здоровье и имущество граждан;

- обращаться в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и иные организации с жалобами, заявлениями, исками и предложениями по вопросам, касающимся охраны окружающей среды, негативного воздействия на окружающую среду, и получать своевременные и обоснованные ответы;

- организовывать и проводить в установленном порядке слушания по вопросам проектирования, размещения объектов, хозяйственная и иная деятельность которых может нанести вред окружающей среде, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан;

- организовывать и проводить в установленном порядке общественную экологическую экспертизу;

- рекомендовать своих представителей для участия в проведении государственной экологической экспертизы;

- подавать в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления, суд обращения об отмене решений о проектировании, размещении, строительстве, реконструкции, об эксплуатации объектов, хозяйственная и иная деятельность которых может оказать негативное воздействие на окружающую среду, об

ограничении, о приостановлении и прекращении хозяйственной и иной деятельности, оказывающей негативное воздействие на окружающую среду;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда окружающей среде;
- осуществлять другие предусмотренные законодательством права.

Общественные объединения и некоммерческие организации при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды обязаны соблюдать требования в области охраны окружающей среды.

#### **4.4.3 Система государственных мер по обеспечению прав на благоприятную окружающую среду**

Органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и должностные лица обязаны оказывать содействие гражданам, общественным объединениям и некоммерческим организациям в реализации их прав в области охраны окружающей среды.

При размещении объектов, хозяйственная и иная деятельность которых может причинить вред окружающей среде, решение об их размещении принимается с учетом мнения населения или результатов референдума.

Должностные лица, препятствующие гражданам, а также общественным объединениям и некоммерческим организациям в реализации своих прав привлекаются к ответственности в установленном порядке.

#### **4.5 Ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды**

За нарушение законодательства в области охраны окружающей среды устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством. Виды административной ответственности показаны на фоллии 75.

Основанием юридической ответственности является совершение экологического правонарушения – виновного противоправного деяния (действия или бездействия), нарушающего нормы экологического законодательства.

Дисциплинарная ответственность за экологические правонарушения наступает при неисполнении трудовых, служебных обязанностей. Применение дисциплинарной ответственности регламентируется Трудовым кодексом РФ и соответствующими специальными нормативными актами локального характера – уставами, правилами внутреннего распорядка, коллективным договором и т.п.

Фактическим основанием дисциплинарной экологической ответственности является дисциплинарный проступок, который представляет собой противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником своих трудовых обязанностей, связанных с выполнением экологических требований. При этом дисциплинарный проступок должен находиться в непосредственной связи с трудовой функцией работника, т.е. выражаться в неисполнении им своих должностных обязанностей. До применения дисциплинарного взыскания работодатель должен затребовать от работника письменное объяснение, но его непредоставление не является препятствием для применения взыскания в отношении работника.

Особенностью дисциплинарных взысканий являются сроки их применения – не позднее одного месяца со дня обнаружения проступка, не считая времени болезни работника, пребывания его в отпуске, а также времени, необходимого на учет мнения представительного органа работников.

#### **Контрольные вопросы к лекции 4:**

4.1 Каковы основные функции Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)?

4.2 Каковы основные функции Федерального агентства по недропользованию (Роснедра)?

4.3 Каковы основные функции Федерального агентства водных ресурсов (Росводресурсы)?

4.4 Каковы основные функции Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз)?

4.5 Каковы основные функции Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)?

4.6 В чем заключаются полномочия органов местного самоуправления в области охраны окружающей среды?

4.7 Какие Вы знаете органы исполнительной власти, осуществляющие государственное управление в области охраны окружающей среды и природопользования?

4.8 В чем состоят права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды?

4.9 В чем состоят права и обязанности общественных объединений в области охраны окружающей среды?



4.10 В чем состоят права и обязанности некоммерческих организаций в области охраны окружающей среды?

4.11 Что входит в систему государственных мер по обеспечению прав на благоприятную окружающую среду?

4.12 Каков механизм обращения граждан в органы государственной власти РФ, органы государственной власти субъектов РФ, органы местного самоуправления и иные организации с жалобами, заявлениями и предложениями по вопросам, касающимся охраны окружающей среды, негативного воздействия на окружающую среду?

4.13 Какие виды ответственности в соответствии с законодательством РФ установлены за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды?

4.14 Какой может быть административная ответственность в соответствии с законодательством РФ за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды?

4.15 Что является основанием для юридической ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды?

4.16 При каких условиях наступает дисциплинарная ответственность за экологические правонарушения?

4.17 Чем регламентируется применение дисциплинарной ответственности за экологические правонарушения?

4.18 Что является фактическим основанием дисциплинарной экологической ответственности?

4.19 Должен ли дисциплинарный проступок за экологические правонарушения находиться в непосредственной связи с трудовой функцией работника, т.е. выражаться в неисполнении им своих должностных обязанностей?

4.20 Может ли работодатель затребовать от работника письменное объяснение за экологические правонарушения?

4.21 Может ли работодатель наложить дисциплинарное взыскание за экологические правонарушения позднее одного месяца со дня обнаружения проступка, не считая времени болезни работника, пребывания его в отпуске, а также времени, необходимого на учет мнения представительного органа работников?

4.22 Каковы обязанности граждан в охране окружающей среды?

## **Лекция 5 Экологическое нормирование и экологический мониторинг**

### **План лекции:**

5.1 Нормирование в области охраны окружающей среды.

5.1.1 Нормативы качества окружающей среды.

5.1.2 Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду.

5.1.3 Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов.

5.1.4 Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение.

5.1.5 Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду.

5.1.6 Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды.

5.1.7 Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

5.2 Экологический мониторинг.

### **5.1 Нормирование в области охраны окружающей среды**

Состояние окружающей среды, непрерывно меняющееся под влиянием естественных факторов, обычно возвращается в первоначальное. Например, изменения температуры и давления, влажности воздуха и почвы происходят в пределах некоторых постоянных средних значений. Как правило, крупные экосистемы под влиянием природных процессов изменяются чрезвычайно медленно. Антропогенное воздействие, как было показано ранее, может нарушать этот естественный природный баланс, приводя к нежелательным локальным, а в некоторых случаях к глобальным изменениям окружающей среды. Для того, чтобы не допускать этого нужно знать показатели качества окружающей среды и допустимые пределы их изменения. Эта цель достигается путем экологического нормирования.

Нормирование как функция государственного управления представляет собой деятельность уполномоченных государственных органов по установлению параметров воздействия хозяйственной и иной деятельности человека на окружающую среду, соблюдение которых должно обеспечить ее надлежащее качество. В случае нарушения экологических нормативов, специально уполномоченные органы могут приостанавливать или ограничивать деятельность природопользователей, привлекать их к административной

ответственности либо передавать материалы в компетентные органы для привлечения виновных к уголовной ответственности.

Существуют две принципиальных разновидности экологических нормативов:

- нормативы качества окружающей среды
- нормативы допустимого воздействия на окружающую среду.

Каждая из этих двух групп, в свою очередь, содержит свои подгруппы. Принципиальная разница между ними заключается в том, что нормативы качества определяют предельные количества вредных веществ, способных оказать воздействие на здоровье человека, в атмосферном воздухе, воде и т.д. Соответствие количества вредных веществ нормативам качества окружающей среды позволяет говорить о безопасности окружающей среды для здоровья граждан.

В отличие от нормативов качества, нормативы допустимого воздействия на окружающую среду содержат требования не к состоянию окружающей среды, а к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенными рамками.

Взаимообусловленность обеих групп экологических нормативов заключается в том, что совокупное количество вредных веществ, которые могут быть размещены промышленными и иными объектами в результате выбросов, сбросов и размещения отходов, не должно влиять на безопасное для жизни и здоровья граждан качество окружающей среды.

Экологические нормативы выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов разрабатываются с учетом экологической обстановки в регионах, необходимости предотвращения нарушения равновесия в окружающей среде, а также обеспечения охраны жизни и здоровья населения. При их установлении учитываются передовые достижения науки и техники в области рационального и комплексного использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, технико-экономические возможности предприятий, учреждений и организаций – природопользователей, природно-климатические особенности территорий.

### **5.1.1 Нормативы качества окружающей среды**

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

К нормативам качества окружающей среды относятся, в частности, установленные в соответствии:

- с химическими показателями состояния окружающей среды, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, включая радиоактивные вещества;
- с физическими показателями состояния окружающей среды, в том числе с показателями уровней радиоактивности и тепла;
- с биологическими показателями состояния окружающей среды, в том числе видов и групп растений, животных и других организмов, используемых как индикаторы качества окружающей среды, а также нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов.

При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий и акваторий, назначение природных объектов и природно-антропогенных объектов, особо охраняемых территорий, в том числе особо охраняемых природных территорий, а также природных ландшафтов, имеющих особое природоохранное значение.

Экологические законы невозможно реализовать без установления соответствующих нормативов качества окружающей среды, на основе которых можно оценить объем допустимой нагрузки на каждую конкретную территорию, посчитать, какое количество промышленных объектов можно здесь разместить, какой совокупный ущерб они наносят экосистеме, оценить риски, рассчитать адекватный этому ущербу размер экологических платежей и штрафов.

Нормативы качества окружающей среды – это нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда. Данная группа экологических нормативов является одним из критериев определения благоприятности качества окружающей среды и может быть использована при защите экологических прав граждан в суде.

Экологические нормативы, в частности нормативы качества окружающей среды, могут служить важным средством как предупреждения деградации экологических систем, так и их восстановления.

### **5.1.2 Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду**

В целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности для юридических и физических лиц –

природопользователей устанавливаются, в частности, следующие нормативы допустимого воздействия на окружающую среду:

- допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов;
- образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение;
- допустимых физических воздействий (количество тепла, уровни шума, вибрации, ионизирующего излучения, напряженности электромагнитных полей и иных физических воздействий);
- допустимого изъятия компонентов природной среды;
- допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий и акваторий.

За превышение установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду субъекты хозяйственной и иной деятельности в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – это нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

В отличие от нормативов качества окружающей среды эта группа экологических нормативов, иногда называемая «производственно-хозяйственные нормативы», устанавливает требования к источнику вредного воздействия. Для каждого источника вредного воздействия (например, каждой трубы на предприятии) устанавливаются определенные пределы (параметры) выбросов, сбросов или иных видов вредного воздействия.

Общим для всех видов нормативов является то, что обеспечение разработанной и утвержденной в установленном порядке природоохранной документации является самостоятельной обязанностью природопользователей, которая закреплена в экологическом законодательстве на федеральном уровне.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды с учетом природных особенностей территорий и акваторий. Необходимость регионального нормирования вызвана резкими различиями природно-климатических и ландшафтных условий, дифференциацией территорий по

уровням антропогенного воздействия на окружающую среду, природно-восстановительным потенциалом территорий, удельной плотностью населения, а также уровнем загрязнения за предшествующий период в результате хозяйственной деятельности.

За превышение установленных нормативов допустимого воздействия на окружающую среду субъекты хозяйственной и иной деятельности в зависимости от причиненного окружающей среде вреда несут ответственность в соответствии с законодательством. Например, предусмотрена административная ответственность за нарушение санитарно-эпидемиологических требований к питьевой воде. Такое нарушение влечет наложение административного штрафа на граждан и должностных лиц; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица; на юридических лиц.

### **5.1.3 Нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов**

Нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов. При соблюдении допустимых выбросов и сбросов должны обеспечиваться нормативы качества окружающей среды.

Предельно допустимый выброс – максимально допустимое количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени.

Предельно допустимый сброс – максимально допустимое количество вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых в единицу времени.

Норматив ПДВ вредных веществ является величиной, выражающей предельное количество загрязняющего вещества, которое разрешается выбрасывать в окружающую среду (атмосферу, водный объект) в единицу времени из данного источника выброса или сброса. В механизме охраны окружающей среды нормативы ПДК и ПДВ постоянно взаимодействуют. Это проявляется в том, что нормативы ПДВ загрязняющих веществ, например, в атмосферу, устанавливаются на уровне, при котором выбросы загрязняющих веществ от конкретного источника и всех других источников в данном районе с учетом перспективы его развития не приведут к превышению нормативов ПДК.

Технологический норматив – норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, технологических процессов, оборудования и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции. Технологические нормативы устанавливаются для стационарных, передвижных и иных источников на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

При невозможности соблюдения нормативов допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов могут устанавливаться лимиты на выбросы и сбросы на основе разрешений. Многие предприятия по объективным технологическим причинам не могут соблюдать нормативы ПДВ. Законодательно допускается возможность установления для них менее жестких экологических лимитов на основе разрешений, действующих только в период проведения мероприятий по охране окружающей среды, внедрения наилучших существующих технологий и или реализации других природоохранных проектов. Целью установления экологических лимитов является поэтапное снижение объемов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Поэтому условием выдачи разрешений, устанавливающих лимиты на выбросы (сбросы), является наличие у природопользователя планов снижения выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду, обеспечивающих поэтапное достижение нормативов предельно допустимых выбросов по каждому веществу, по которому установлен лимит.

#### **5.1.4 Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение**

Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

В развитых странах уже давно пришли к выводу о необходимости перехода от затратной практики складирования отходов на полигонах и свалках к их переработке в товарные продукты, полупродукты. Данный опыт уже активно и успешно используется в ряде российских регионов.

Однако, чтобы не погрязнуть в отходах производства и потребления, государство регулирует процесс их появления посредством установления нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

Существует два вида нормативов образования отходов и лимитов на их размещение:

- нормативы образования отходов производства и потребления – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции;
- лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

За несоблюдение экологических и санитарно-эпидемиологических требований при сборе, складировании, использовании, сжигании, переработке, обезвреживании, транспортировке, захоронении и ином обращении с отходами производства и потребления или иными опасными веществами предусмотрена юридическая ответственность.

#### **5.1.5 Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду**

Нормативы допустимых физических воздействий – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

К вредному физическому воздействию относится вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства окружающей среды и здоровья человека. К нормируемым физическим воздействиям, помимо перечисленных, относится тепловое воздействие. Основными источниками его являются энергетика, энергоемкие производства, коммунально-бытовое хозяйство.

Нормативы допустимых физических воздействий на окружающую среду устанавливаются для каждого источника такого воздействия исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, нормативов качества окружающей среды и с учетом влияния других источников физических воздействий.

Установление рассматриваемой разновидности нормативов допустимого воздействия предполагает следующую процедуру. На основании комплексных нормативов допустимой антропогенной нагрузки для определенной территории (например, городского населенного пункта) определяются нормативы качества



окружающей среды в целях оценки ее состояния и благоприятности для жизни и здоровья граждан и иных живых организмов. Для достижения данной цели каждому источнику физических воздействий на окружающую среду определяется максимально допустимый показатель его негативного воздействия на окружающую среду.

В различных нормах и правилах детализирован каждый из указанных видов воздействия на окружающую среду. Так, предельно допустимый уровень шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц. Санитарными нормами допустимого уровня шума на территории жилой застройки установлено, что он не должен превышать 60 децибел, а в ночное время – с 23 до 7 ч – 45 децибел. Для санаторно-курортных зон эти нормативы составляют соответственно 40 и 30 децибел.

Предельно допустимый уровень вибрации – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней и не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа) работе не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ вибрации не исключает нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

В законодательстве об охране поверхностных вод установлены такие нормативы теплового воздействия: в источнике хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения летняя температура воды не должна превышать температуру самого жаркого месяца более чем на 3°C выше естественной температуры воды.

#### **5.1.6 Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды**

Нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды – нормативы, установленные в соответствии с ограничениями объема их изъятия в целях сохранения природных и природно-антропогенных объектов, обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращения их деградации. Установлены нормы допустимого

изъятия (использования) природных ресурсов в земельном, водном, лесном и фаунистическом законодательстве.

Законодательством помимо регулирования объема изъятия (использования) природных ресурсов могут предусматриваться ограничения по характеру использования природного ресурса. Например, одной из задач государственного регулирования отношений недропользования является определение объемов добычи основных видов полезных ископаемых на текущий период и на перспективу по Российской Федерации в целом и по регионам.

Согласно Земельному кодексу РФ сельскохозяйственные угодья в составе земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране, что означает установление запретов или ограничений использования данных земель для несельскохозяйственных нужд.

Следовательно, целью введения данной группы нормативов является обеспечение рационального природопользования для поддержания природного баланса, сохранение природных комплексов и объектов в интересах настоящего и будущего поколений людей.

#### **5.1.7 Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду**

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для природопользователей в целях оценки и регулирования воздействия всех стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду, расположенных в пределах конкретных территорий и (или) акваторий.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются по каждому виду воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и совокупному воздействию всех источников, находящихся на этих территориях и (или) акваториях.

Нормативы предельной допустимой антропогенной нагрузки на природные объекты определяются мерой антропогенного воздействия (с учетом действия природных факторов) на природный объект, при превышении которой происходят нарушения устойчивого состояния экосистемы, ее естественного развития и ухудшение условий использования природного объекта или его части (участка).

Норматив допустимой антропогенной нагрузки является нормативом, определяющим уровень возможного негативного воздействия на окружающую

среду на определенной территории еще на стадии планирования определенных видов деятельности (размещение объектов промышленности, энергетики, транспорта, а также иных экологически вредных объектов) с учетом каждого вида антропогенных воздействий и их совокупности.

## **5.2 Экологический мониторинг**

Всесторонний анализ окружающей среды предусматривает оценку ее экологического состояния и влияние на нее естественных и антропогенных воздействий. В отличие от воздействия природных факторов изменение состояния биосферы под влиянием антропогенных факторов происходит в более короткие временные сроки. Поэтому с целью измерения, оценки и прогноза антропогенных изменений абиотической составляющей биосферы (в первую очередь загрязнений) и ответной реакции биоты на эти изменения, а также последующих изменений в экосистемах в результате антропогенных воздействий создают информационную систему экологического мониторинга.

Понятие «мониторинг» является многоплановым и применяется во многих сферах общественной жизни. Как правило, под мониторингом понимается систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решений. Любой вид мониторинга включает в себя проведение наблюдений, их оценку, а также прогноз изменения состояний с учетом анализируемых данных наблюдений.

Экологический мониторинг включает контроль изменений состояния окружающей среды под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Основные задачи экологического мониторинга антропогенных воздействий категории (показано на фоллии 76):

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка физического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

Объектами мониторинга являются атмосфера (мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы); атмосферные осадки (мониторинг атмосферных осадков); поверхностные воды суши, океаны и моря, подземные

воды (мониторинг гидросферы); криосфера (мониторинг составляющих климатической системы).

По объектам наблюдения различают следующие виды мониторинга: атмосферный, воздушный, водный, почвенный, климатический мониторинг, мониторинг растительности, животного мира, здоровья населения и т.д.

Существует также классификация систем мониторинга по факторам, источникам и масштабам воздействия (показано на фоллии 77).

Мониторинг факторов воздействия – мониторинг различных химических загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и разнообразных природных и физических факторов воздействия (электромагнитное излучение, солнечная радиация, шумовые вибрации).

Мониторинг источников загрязнений – мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных (транспорт), пространственных (города, поля с внесенными химическими веществами) источников.

По масштабам воздействия мониторинг бывает пространственным и временным.

По характеру обобщения информации различают следующие системы мониторинга:

- глобальный – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты, и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

- базовый (фоновый) – слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;

- национальный – мониторинг в масштабах страны;

- региональный – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;

- локальный – мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;

- импактный – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.

Классификация систем мониторинга может основываться и на методах наблюдения (мониторинг по физико-химическим и биологическим показателям, дистанционный мониторинг).

Химический мониторинг – это система наблюдений за химическим составом (природного и антропогенного происхождения атмосферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных и контроль за динамикой распространения химических загрязняющих веществ. Глобальной задачей химического мониторинга является определение фактического уровня загрязнений окружающей среды приоритетными высокотоксичными ингредиентами, в частности диоксидом серы, озоном, радионуклидами, взвешенными частицами.

Физический мониторинг – система наблюдений за влиянием физических процессов и явлений на окружающую среду (наводнения, вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, эрозия почв и т.д.).

Биологический мониторинг – мониторинг, осуществляемый с помощью биоиндикаторов (т. е. таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде).

Экобиохимический мониторинг – мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих окружающей среды (химической и биологической).

Дистанционный мониторинг – в основном, авиационный, космический мониторинг с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных.

Наиболее универсальным является комплексный экологический мониторинг окружающей среды (показано на фоллии 78).

Комплексный экологический мониторинг окружающей среды – это организация системы наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов.

Основные цели комплексного экологического мониторинга состоят в том, чтобы на основании полученной информации:

- оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека (т.е. провести оценку соблюдения экологических нормативов);

- выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются (т.е. провести диагностику состояния экосистем и среды обитания);

- создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб, т.е. обеспечить заблаговременное предупреждение негативных ситуаций.

Комплексный экологический мониторинг осуществляется посредством функционирования государственной наблюдательной сети, в том числе стационарных и подвижных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды. Стационарный пункт наблюдений – комплекс, включающий в себя земельный участок или часть акватории с установленными на них приборами и оборудованием для определения характеристик окружающей среды, видов и степени ее загрязнения.

Подвижной пункт наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением – комплекс, включающий в себя платформу (летательный аппарат, плавательное средство, другое средство передвижения) с установленными на ней приборами и оборудованием, предназначенными для определения характеристик окружающей среды, видов и степени ее загрязнения.

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа, передвижной пост – для периодического отбора проб, например, под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника.

Число постов и их размещение определяется с учетом численности населения, площади населенного пункта и рельефа местности, а также развития промышленности, сети магистралей с интенсивным транспортным движением и их расположением по территории города, рассредоточенности мест города и курортных зон.

В России несколько ведомственных систем мониторинга, например, служба наблюдения за загрязнением окружающей среды Росгидромета, служба мониторинга водных ресурсов Роскомвода, служба агрохимических наблюдений и мониторинга загрязнений сельскохозяйственных земель Роскомзема и др. В ПАО «Газпром» функционирует корпоративный экологический мониторинг.

**Контрольные вопросы к лекции 5:**

5.1 Какая цель достигается путем экологического нормирования?

5.2 Можно ли приостанавливать или ограничивать деятельность природопользователей, привлекать их к административной ответственности либо передавать материалы в компетентные органы для привлечения виновных к уголовной ответственности в случае нарушения экологических нормативов?

5.3 Какие две принципиальных разновидности экологических нормативов существуют?

5.4 Какие нормативы содержат требования не к состоянию окружающей среды, а к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенными рамками?

5.5 Какие примеры химических показателей состояния окружающей среды Вы знаете?

5.6 Какие примеры физических показателей состояния окружающей среды Вы знаете?

5.7 Какие примеры биологических показателей состояния окружающей среды Вы знаете?

5.8 Какую группу экологических нормативов еще называют «производственно-хозяйственные нормативы»?

5.9 Чем вызвана необходимость регионального нормирования нормативов допустимого воздействия на окружающую среду?

5.10 Какова цель установления нормативов образования отходов и лимитов на их размещение?

5.11 Что относится к вредному физическому воздействию?

5.12 В соответствии с какими ограничениями установлены нормативы допустимого изъятия компонентов природной среды?

5.13 Какие экологические нормативы установлены для субъектов хозяйственной деятельности в соответствии с показателями массы веществ, допустимых для поступления в окружающую среду?

5.14 С какой целью создают информационную систему экологического мониторинга?

5.15 Какие виды классификации систем мониторинга по факторам, источникам и масштабам воздействия Вы знаете?

5.16 Что входит в состав стационарных и подвижных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды?

## **Лекция 6 Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды**

### **План лекции:**

6.1 Принципы экономического регулирования в области охраны окружающей среды.

6.2 Способы экономического регулирования в области охраны окружающей среды.

6.2.1 Экономические санкции.

6.2.2 Экономические стимулы.

6.2.3 Экономические гарантии

### **6.1 Принципы экономического регулирования в области охраны окружающей среды**

Принципы экономического регулирования в области охраны окружающей среды – это исходные начала, определяющие эту деятельность: платность, научная обоснованность, экономическая ответственность, оптимальность, комплексность (показано на фоллии 79).

Основным принципом экономического регулирования в области охраны окружающей среды является платность, предусматривающая возмездное использование природных ресурсов, усиление экономической ответственности природопользователей за загрязнение окружающей среды. В основе принципа платности лежит экономическая (стоимостная) оценка природных ресурсов, направленная на повышение заинтересованности в их эффективном использовании, формирование дополнительных финансовых источников для воспроизводства ресурсов.

Принцип научной обоснованности предполагает, что природопользование должно основываться на глубоком познании объективных законов развития природы и общества, на новейших достижениях науки и техники. Должно быть обеспечено разумное, научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества для реализации гарантий прав граждан на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду.

Принцип экономической ответственности находит свое выражение в обязанности природопользователей возмещать ущерб, причиняемый природной среде, здоровью людей и имуществу в результате совершения экологических правонарушений.



Принцип оптимальности предусматривает обеспечение наиболее эффективного природопользования, выбор наилучшего варианта использования воспроизводства и охраны природных ресурсов, оптимального (наиболее эффективного) решения хозяйственных задач с учетом экологического фактора.

Принцип комплексности требует рационального использования, глубокой переработки исходного природного сырья, расширенного вовлечения в хозяйственный оборот вторичного сырья, отходов производства и потребления, внедрения малоотходных, ресурсо- и энергосберегающих технологий и производств.

## **6.2 Способы экономического регулирования в области охраны окружающей среды**

Способы экономического регулирования экологических отношений включают санкции, стимулы и гарантии (показано на фоллии 80).

### **6.2.1 Экономические санкции**

Экономические санкции – это меры по принудительному взиманию с природопользователей платы за право пользования природными ресурсами и причинение негативного воздействия на окружающую среду.

В России действует четко организованная система учета природных ресурсов и система платежей за использование природных ресурсов. Учет природных ресурсов осуществляется через систему кадастров природных ресурсов.

Кадастры природных ресурсов – это свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей. Данные кадастров лежат в основе рационального использования природных ресурсов, охраны природной среды; на их базе определяется стоимость оценки природного ресурса, его продажная цена, система мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды. Единого кадастра природных ресурсов не существует, они представлены по видам природных ресурсов.

Для природопользователей платным является пользование всеми основными природными ресурсами: земельными, водными, лесными, объектами животного мира и водными биологическими ресурсами, месторождениями полезных ископаемых. Формы платы за природные ресурсы разнообразны и включают: плату за право пользования ресурсами, выплаты за

сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов, выплаты на воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Плата за природные ресурсы представляет собой расходы природопользователя, связанные с их разведкой, извлечением и использованием, а также на возмещение убытков, возникающих из-за экологического ущерба окружающей среде и здоровью людей.

Следует иметь в виду, что на ресурсы, непосредственно изымаемые природопользователем, устанавливаются лимиты их использования. Они действительны определенный срок по каждому виду природных ресурсов, которые определяются уровнем развития техники, технологических процессов, изменением потребностей в данном виде ресурса и его состоянием. В соответствии с установленными лимитами природопользователи получают разрешение на использование природных ресурсов.

К видам негативного воздействия на окружающую среду, как уже отмечалось, относятся, в частности: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ; сбросы загрязняющих веществ, и микроорганизмов в поверхностные и подземные водные объекты; загрязнение недр, почв; размещение отходов производства и потребления; загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками; сбросы загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты; размещение отходов производства и потребления.

Внесение платы за негативное воздействие на окружающую среду не освобождает лиц, обязанных вносить эту плату, от осуществления мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду, от обязанности по возмещению вреда, причиненного окружающей среде и от ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

### **6.2.2 Экономические стимулы**

Экономические стимулы – предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших доступных технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды.

К наилучшим доступным технологиям относятся технологии производства продукции, выполнения работ, оказания услуг, основанные на

современных достижениях науки и техники, характеризующиеся наилучшим сочетанием критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии, что существует техническая возможность их применения.

Результатом применения таких технологий являются повышение экологичности выпускаемой продукции; сокращение объема потребления природных ресурсов (свежей воды, атмосферного воздуха, земельных, минеральных и лесных ресурсов); сокращение объемов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты; снижение концентрации токсичных выбросов, сбросов загрязняющих веществ.

Государственная поддержка в виде налоговых и иных льгот может быть предоставлена, в частности, при реализации следующих мероприятий:

- проектирование, строительство, реконструкция: систем оборотного и бессточного водоснабжения; централизованных систем водоотведения (канализации), канализационных сетей, локальных сооружений и устройств по очистке сточных вод; сооружений и установок по улавливанию и утилизации выбрасываемых загрязняющих веществ; полезному использованию попутного нефтяного газа;

- установка: оборудования по улучшению режимов сжигания топлива; оборудования по использованию, транспортированию, обезвреживанию отходов производства и потребления; автоматизированных систем, лабораторий по контролю за составом, объемом или массой сточных вод, выбросов в атмосферный воздух, наблюдению за состоянием окружающей среды.

### **6.2.3 Экономические гарантии**

Экономические гарантии – это система условий реализации и средств защиты права каждого на благоприятную окружающую среду.

Экономические гарантии, в частности, включают:

- финансирование природоохранной деятельности из бюджетов всех уровней;
- разработку государственных прогнозов социально-экономического развития и экологических программ;
- экологическое страхование и аудирование;
- поддержку предпринимательской, инновационной и иной деятельности, направленной на охрану окружающей среды.

Важнейшим видом экономических гарантий является экологическое страхование – создание за счет средств предприятий, организаций, граждан специальных резервных фондов (страховых фондов), предназначенных для возмещения ущерба, потерь, вызванных неблагоприятными событиями, экологическими и стихийными бедствиями, авариями и катастрофами.

Стихийные бедствия, связанные с опасными природными явлениями, пожарами, а также техногенные аварии являются основными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций и представляют существенную угрозу для безопасности граждан и окружающей среды. Для предупреждения и ликвидации последствий негативного воздействия на окружающую среду и привлечения негосударственных средств в сферу природопользования и охраны окружающей среды необходимо экологическое страхование. Экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков.

Экологический риск – это вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей среде, или отдаленных неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Страховым риском является предполагаемое событие, на случай которого проводится страхование. Такое событие должно обладать признаками вероятности и случайности его наступления. Под экологическим риском понимается вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Источниками событий чрезвычайного характера являются опасные природные явления, природные риски, возникающие в процессе хозяйственной деятельности, а также крупные техногенные аварии и катастрофы.

Страхование экологических рисков в ПАО «Газпром» осуществляется в рамках программ комплексного страхования страховой группы «СОГАЗ». Страховое возмещение включает компенсацию ущерба, расходы по очистке загрязненной территории и приведению ее в пригодное состояние, расходы на спасение жизни и имущества лиц, которым в результате страхового события причинен вред.

**Контрольные вопросы к лекции 6:**

- 6.1 Какие принципы относятся к принципам экономического регулирования в области охраны окружающей среды?
- 6.2 Что включают в себя способы экономического регулирования в области охраны окружающей среды?
- 6.3 Как называются меры по принудительному взиманию с природопользователей платы за право пользования природными ресурсами и причинение негативного воздействия на окружающую среду?
- 6.4 Что является основой принципа платности?
- 6.5 Для чего необходимо соблюдение принципа научной обоснованности?
- 6.6 В чем выражается принцип экономической ответственности?
- 6.7 Что предусматривает принцип оптимальности?
- 6.8 Каковы требования к соблюдению принципа комплексности?
- 6.9 Что осуществляется через систему кадастров природных ресурсов?
- 6.10 Как называется свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей?
- 6.11 Для чего служат основой данные кадастров?
- 6.12 Существует ли Единый кадастр природных ресурсов?
- 6.13 Какие Вы знаете формы платы за природные ресурсы?
- 6.14 Существуют ли лимиты использования ресурсов, непосредственно изымаемых природопользователем?
- 6.15 Что относится к видам негативного воздействия на окружающую среду?
- 6.16 За что взимается плата за негативное воздействие на окружающую среду?
- 6.17 Что относится к экономическим стимулам?
- 6.18 Каким должен быть результат применения экологически ориентированных технологий?
- 6.19 При реализации каких мероприятий, проводимых предприятием может быть предоставлена Государственная поддержка в виде налоговых и иных льгот?
- 6.20 Что включают в себя экономические гарантии?

## **Лекция 6 Воздействие производственной деятельности ПАО «Газпром» на окружающую среду**

### **План лекции:**

7.1 Геологоразведка и добыча природных углеводородов.

7.2 Транспортировка и хранение углеводородного сырья.

7.3 Переработка и хранение углеводородного сырья.

7.4 Освоение месторождений углеводородов на шельфе и в арктических условиях.

### **7.1 Геологоразведка и добыча природных углеводородов**

ПАО «Газпром» – глобальная энергетическая компания, основными направлениями деятельности которой являются геологоразведка, добыча, транспортировка, хранение, переработка и реализация газа, газового конденсата и нефти, реализация газа в качестве моторного топлива, а также производство и сбыт тепло- и электроэнергий.

ПАО «Газпром» видит свою миссию в надежном, эффективном и сбалансированном обеспечении потребителей природным газом, другими видами энергоресурсов и продуктами их переработки.

Деятельность ПАО «Газпром» связана с техногенным воздействием на окружающую среду.

К основным видам воздействия на окружающую среду в процессе разведки месторождений и добыче природных углеводородов, относятся:

- нарушение почвенного покрова и геологической среды в процессе сейсморазведки, строительства скважин объектов обустройства месторождений;

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от передвижных и стационарных источников, в том числе, очистных сооружений;

- сбросы сточных вод в водоемы, пруды-испарители и на поля фильтрации;

- хранение и захоронение отходов производства.

Интенсивное нарушение почвенного покрова происходит уже на этапе сооружения площадки для бурения скважин (показано на фоллии 81). В процессе бурения скважин образуются технологические отходы: буровой шлам, отработанные буровые технологические жидкости, буровые сточные воды. Их размещают в шламовом амбаре, который при соблюдении экологических требований обеспечивает их безопасное временное хранение (показано на

фолии 82). Однако при нарушении гидроизоляции или недостаточной высоте отсыпки шламовый амбар может являться источником вторичного загрязнения окружающей среды (показано на фолии 83).

Источники загрязнения окружающей среды на газовом промысле показаны на фолии 84. Природный газ, извлекаемый из скважин 1, поступает на газовые пункты и площадки промысловой подготовки газа 2, где производится его первичная очистка от пластовой воды и механических примесей. Пластовая вода поступает на локальные очистные сооружения 3. На установке комплексной подготовки газа 4 осуществляется дополнительная очистка природного газа от капельной жидкости и механических примесей, которые затем сбрасываются в конденсатосборники 5. Очищенный газ поступает в газопроводную сеть.

При добыче нефти попутный нефтяной газ все еще утилизируют не полностью, а зачастую сжигают на факеле (показано на фолии 82). В радиусе 250–300 м от факела полностью уничтожается вся растительность, а на расстоянии до 3 км деревья сохнут и сбрасывают листья.

## **7.2 Транспортировка и хранение углеводородного сырья**

Большие объемы углеводородного сырья транспортируются по магистральным трубопроводам. Ширина «коридора», в пределах которого ведутся основные работы при их строительстве, регламентируется нормами отвода земель (например, для трубопроводов диаметром 1220–1420 мм она составляет от 30 до 45 м). Традиционная технология возведения линейных (магистральные трубопроводы) и площадных (компрессорные и нефтеперекачивающие станции, притрассовые сооружения) объектов связана с неизбежными нарушениями земной поверхности в полосе строительства в процессе планировки трассы или площадки, срезки грунта на продольных и поперечных уклонах, расчистки участка от растительности.

При строительстве подводных переходов трубопроводов разрабатываются траншеи в береговой, приустьевой и русловой частях водоемов. Подземная и полуподземная прокладки трубопровода предполагают разработку траншей, наземная – устройство насыпи, надземная – устройство опор. Указанные нарушения активизируют эрозионные процессы на талых грунтах, криогенные – на многолетнемерзлых, русловые деформации – на переходах через реки, рельефообразование – на горных участках и в пустынях.

Магистральные нефте- и газопроводы пересекают участки с различными природно-климатическими условиями и разными грунтами, меняющимися от

многолетнемерзлых до талых, от торфяных до скальных. Поэтому техногенное воздействие в разных условиях имеет свои особенности. Так, основные воздействия на окружающую среду при производстве земляных работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов характеризуются:

- нарушением элементов первоначального рельефа (показано на фоллии 85);
- изменением каналов местного поверхностного стока;
- нарушением мохово-растительного покрова и изменении температурного режима многолетнемерзлых грунтов;
- активизацией необратимых мерзлотных процессов, главным образом термокарста и эрозии.

В лесных районах строительство объектов нефтяной и газовой промышленности сопровождается следующими нарушениями окружающей среды:

- на склонах круче  $6^\circ$ , сложенных глинами, суглинками, супесями, активизируется водная эрозия, происходит оврагообразование;
- на участках распространения песков при площади нарушений почв и растительности более  $50 \text{ м}^2$  активизируется ветровая эрозия (перевеивание);
- нарушается система местного стока, интенсифицируется заболачивание.

По завершении строительства трубопровода проводят очистку его полости и испытание гидравлическим давлением. Нежелательными последствиями этих работ для окружающей среды могут быть:

- изменение характера и снижение биопродуктивности ландшафта в результате локального загрязнения почв;
- загрязнение поверхностных или грунтовых вод;
- изменение условий местного стока в результате забора воды из малых рек и сброса воды после испытания трубопровода;
- в районах распространения многолетнемерзлых грунтов уничтожение коренных видов растительности (мхов, лишайников) без последующего их восстановления в результате локального загрязнения территории продуктами очистки полости трубы;
- активизация геологических процессов (оползней, эрозии, термокарста и др.);
- загрязнение атмосферы вблизи городов и населенных пунктов;
- ухудшение условий обитания ихтиофауны в результате сброса воды из трубопровода в реки и водоемы.



Диапазон воздействий на окружающую среду при строительстве и эксплуатации площадных и линейных сооружений весьма широк, причем влияние на окружающую среду в эксплуатационный период проявляется в течение более длительного времени, чем при строительстве.

Основными видами воздействия на окружающую среду при транспортировке газа являются (показано на фоллии 86):

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ в результате работы газоперерабатывающих станций;
- выбросы в атмосферу метана при технологическом обслуживании газораспределительных станций и газопроводов;
- сброс сточных вод в поверхностные водные объекты и на поля фильтрации;
- нарушение почвенного покрова в процессе строительства и ремонта газопроводов;
- хранение и захоронение отходов производства.

Основной объем (98%) загрязняющих атмосферу веществ выделяется в процессе работы газоперекачивающих агрегатов, а остальные 2% – продукты сжигания газа при работе котельных и электростанций. Большое количество газа выбрасывается в атмосферу через «свечу» при остановках и пусках газоперекачивающих агрегатов, а также в процессе продувки пылеуловителей.

Элементом газотранспортной системы являются подземные хранилища газа. Основными источниками негативного воздействия на окружающую среду в их инфраструктуре являются дожимные компрессорные станции, газораспределительные пункты, котельные, эксплуатационные скважины, скважины для закачки сточных вод в пласт, нефтяные ловушки, газопроводы, отстойники и др. Эти источники обуславливают следующие возможные воздействия:

- на атмосферный воздух (загрязнение выбросами организованных и неорганизованных источников, в том числе метаном за счет утечек из скважин, нарушения геологического разреза и т.д.;
- на почвенный покров (химическое воздействие атмосферных выбросов дожимных компрессорных станций; нарушение физических свойств почв в процессе бурения, химическое загрязнение буровыми растворами, нефтепродуктами, неправильная рекультивация);
- на природные воды (через сброс технических, дренажных и других стоков с технологических объектов непосредственно в поверхностные водные

объекты; в результате вторичного загрязнения поверхностных водных объектов за счет процессов поверхностного смыва с технологических площадок загрязняющих веществ, поступающих в почвы в результате выпадения с воздушными выбросами технологических объектов, а также с буровыми растворами и пластовыми водами в случае их разливов при бурении новых скважин; через загрязнение подземных вод верхнего водоносного горизонта при возможных утечках метана и сопутствующих вод при авариях на скважинах).

### **7.3 Переработка и хранение углеводородного сырья**

Основными видами воздействия на окружающую среду при переработке газа являются:

- выбросы в атмосферу;
- сбросы сточных вод в поверхностные водные объекты и на поля фильтрации;
- возможное загрязнение окружающей среды отходами производства.

Для газоперерабатывающих заводов характерен выброс следующих веществ: сероводорода  $H_2S$ , диоксида серы  $SO_2$ , оксида углерода  $CO_2$ , углеводородов; оксидов азота  $NO_x$ .

Отходами газоперерабатывающего производства являются: отработанный уголь из фильтров; аминовые шламы; отработанный адсорбент; отработанный катализатор; осадок очистных сооружений; отходы цеолита и т.д.

На предприятиях нефтепереработки, нефтехимии и нефтебазах происходит загрязнение почвенного слоя нефтепродуктами на значительную глубину, а в подпочвенных горизонтах образуются линзы нефтепродуктов, которые с грунтовыми водами могут мигрировать, загрязняя окружающую среду. Сбросы остатков нефтепродуктов и реагентов в канализацию наблюдаются при подготовке аппаратов к ремонту и при чистке оборудования.

В процессе переработки нефти образуются нефтешламы, накопление и хранение которых осуществляется в открытых земляных резервуарах – нефтешламовых амбарах. Нефтешламовые амбары оказывают существенное негативное влияние на окружающую среду – воздух, почву, воду, растительный и животный мир.

На среднем нефтеперерабатывающем заводе насчитывается до 1500 трубчатых печей, в которых сжигается 6-8% топлива от общего количества перерабатываемой нефти газомазутными горелками парового распыления. Результатом является выброс вредных веществ в атмосферу.

#### **7.4 Освоение месторождений углеводородов на шельфе и в арктических условиях**

Недра российского шельфа обладают огромной неосвоенной сырьевой базой углеводородов. Моря России содержат около 40% начальных суммарных ресурсов газа, конденсата и нефти шельфа Мирового океана. По нефтегазовому потенциалу наиболее перспективны недра арктических морей – Баренцева, Печорского, Карского, Лаптева, Восточно-Сибирского и Чукотского. 85% ресурсов нефти и газа, оцененных в их недрах, приходится на Баренцево и Карское моря (показано на фоллии 87).

Первоочередными районами работ ПАО «Газпром» на шельфе России являются Обская и Тазовская губы, северо-восточный шельф Баренцева моря (район Штокмановского месторождения), шельф Печорского моря и Приамальский шельф (показано на фоллии 88).

В самых общих чертах можно выделить следующие основные этапы освоения и разработки морских нефтегазовых месторождений:

- геолого-геофизические изыскания и первичная оценка запасов;
- разведочные бурения и уточнение запасов;
- подготовка и обустройство месторождения;
- промысловые работы;
- завершение и ликвидация.

Каждый из этих этапов сопровождается набором определенных видов деятельности и факторов воздействия на окружающую среду, главные из которых показаны на фоллии 89. При реализации шельфовых проектов неизбежны экологические нарушения в толще воды и на дне за счет выемки грунта и взмучивания донных осадков, сброса отработанного шлама, буровых растворов, пластовых вод и других воздействий на всех этапах освоения месторождений. Наибольшая интенсивность и многофакторность таких воздействий обычно наблюдается на стадии подготовки и обустройства месторождений, когда строительные, монтажные, буровые и другие работы в море и на побережье сопровождаются интенсивным судоходством. Из анализа фоллии 89 видно, что техногенное воздействие носит комплексный характер и проявляется в форме физических, химических и биологических нарушений в водной толще, на дне и частично в атмосфере.

**Контрольные вопросы к лекции 7:**

- 7.1 Какие виды воздействия на окружающую среду в процессе разведки месторождений и добыче природных углеводородов относятся к основным?
- 7.2 Какие технологические отходы образуются в процессе бурения скважин?
- 7.3 Какова цель создания шламового амбара?
- 7.4 В каких случаях шламовый амбар может являться источником вторичного загрязнения окружающей среды?
- 7.5 Каковы источники загрязнения окружающей среды на газовом промысле?
- 7.6 Каковы вредные последствия для окружающей среды при сжигании попутного нефтяного газа на факеле?
- 7.7 Какие вредные последствия для окружающей среды могут возникнуть при прокладке трубопровода?
- 7.8 Каковы особенности техногенного воздействия на окружающую среду при производстве земляных работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов?
- 7.9 Какими нарушениями окружающей среды сопровождается строительство объектов нефтяной и газовой промышленности в лесных районах?
- 7.10 Какие нежелательные последствия могут возникнуть в результате проведения после завершения строительства трубопровода очистки его полости и испытания гидравлическим давлением?
- 7.11 Какие Вы знаете основные виды воздействия на окружающую среду при транспортировке газа?
- 7.12 Какие Вы знаете основные источники негативного воздействия на окружающую среду в инфраструктуре подземных хранилищ газа?
- 7.13 Какие основные виды воздействия на окружающую среду образуются при переработке газа?
- 7.14 Что относится к отходам газоперерабатывающего производства?
- 7.15 В чем отличие загрязнения почвенного слоя нефтепродуктами и загрязнения в подпочвенных горизонтах?
- 7.16 Что относится к видам воздействия на окружающую среду на каждом из этапов освоения и разработки морских нефтегазовых месторождений?

## **Лекция 8 Экологическая политика ПАО «Газпром»**

### **План лекции:**

- 8.1 Стратегические цели и механизмы реализации экологической политики.
- 8.2 Управление природоохранной деятельностью в ПАО «Газпром».
  - 8.2.1 Система управления природоохранной деятельностью.
  - 8.2.2 Планирование природоохранной деятельности.
  - 8.2.3 Производственный экологический контроль.
  - 8.2.4 Производственный экологический мониторинг.
- 8.4 Природоохранные мероприятия.
  - 8.4.1 Охрана атмосферного воздуха.
  - 8.4.2 Охрана и рациональное использование водных ресурсов.
  - 8.4.3 Утилизация и снижение объемов образования отходов производства и потребления.
  - 8.4.4 Охрана земель.
  - 8.4.5 Охрана недр.
- 8.5 Ресурсосбережение.
- 8.6 Международное сотрудничество ПАО «Газпром» в области охраны окружающей среды.

Хозяйственная деятельность компании, имеющая стратегическое значение для экономики России и других стран, затрагивает интересы миллионов людей. Воздействие на окружающую среду, оказываемое компанией при осуществлении своей деятельности, определяет ее ответственность перед обществом. Сознвая эту ответственность, ПАО «Газпром» стало одной из первых в России компаний, принявших в 1995 г. политику в области охраны окружающей среды. Отвечая возросшим требованиям к охране окружающей среды, компания в 2000 году приняла дополнительные обязательства в этой области, что нашло отражение в новой редакции экологической политики.

Экологическая политика – заявление организации о своих намерениях и принципах, связанных с ее общей экологической эффективностью и экологической ответственностью, которое служит основанием для установления целевых и плановых экологических показателей и реализации мер по их достижению.

Экологическая политика является приоритетной и доводится до сведения каждого работника компании.

В настоящее время возрастает ответственность ПАО «Газпром» как глобальной энергетической компании за сохранение окружающей природной среды, безопасность и надежность поставок продукции при исполнении экологических и социальных обязательств, закрепленных экологической политикой.

Экологическая политика ПАО «Газпром» основана на Конституции Российской Федерации, федеральных законах и иных нормативных правовых актах, международных договорах Российской Федерации в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

В соответствии с экологической политикой, представляется возможным обеспечить сбалансированное решение социально-экономических задач и сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях обеспечения достойного вклада компании в стремление мирового сообщества удовлетворить потребности нынешнего и будущих поколений, достигая гармонии с природой.

Основным принципом деятельности компании является устойчивое развитие, под которым понимается динамичный экономический рост при максимально рациональном использовании природных ресурсов и сохранении благоприятной окружающей среды для будущих поколений.

Для реализации этого принципа компания приняла на себя следующие обязательства:

- гарантировать соблюдение всех норм, установленных законодательством Российской Федерации и международными правовыми актами в области охраны окружающей среды, и придерживаться принципов Экологической доктрины Российской Федерации.

- обеспечивать ресурсосбережение, уменьшение негативного воздействия на природную среду, принимать все возможные меры по сохранению климата, биоразнообразия и компенсации возможного ущерба окружающей среде;

- повышать энергоэффективность процессов производства на всех его стадиях;

- обеспечивать постоянное улучшение как природоохранной деятельности компании, так и системы управления этой деятельностью;

- осуществлять предупреждение загрязнений, что означает приоритет превентивных действий по недопущению негативных воздействий на окружающую среду перед действиями по борьбе с последствиями таких воздействий;

- непрерывно улучшать состояние охраны труда и промышленной безопасности на своих производственных объектах, организуя труд в условиях, отвечающих требованиям стандартов безопасности и гигиены;
- учитывать интересы и права коренных малочисленных народов на ведение традиционного образа жизни и сохранение исконной среды обитания;
- осуществлять газификацию населенных пунктов и расширять использование природного газа в качестве моторного топлива для улучшения качества жизни и безопасности населения России;
- организовывать непрерывное профессиональное и экологическое образование работников компании.
- обеспечивать широкую доступность экологической информации о хозяйственной деятельности ПАО «Газпром», прозрачность его природоохранной деятельности и принимаемых в этой области решений.

Экологическая политика, выражающая позицию компании по отношению к окружающей среде и реализации принципов устойчивого развития в современных условиях, является основой для определения экологической стратегии компании, целевого планирования ее деятельности в сфере экологии на краткосрочный и среднесрочный период. Обязательства, принятые компанией, составляют основу для установления ее долгосрочных стратегических целей в области охраны окружающей среды. Такими целями являются:

- минимизация удельного негативного техногенного воздействия на природную среду (на единицу товарной продукции);
- повышение эффективности использования невозобновляемых природных ресурсов и источников энергии;
- вовлечение всего персонала компании в деятельность по уменьшению экологических рисков, улучшению системы экологического менеджмента и производственных показателей в области охраны окружающей среды.

Средствами достижения компанией стратегических целей в области охраны окружающей среды являются следующие механизмы реализации ее экологической политики:

- внедрение и поддержание эффективной системы экологического менеджмента, основанной на требованиях международной организации по стандартизации;
- сотрудничество со всеми организациями, осуществляющими деятельность по добыче и поставке энергоресурсов, с целью минимизации

воздействия на окружающую природную среду и рационального использования ресурсов;

- участие в глобальных, в том числе международных, программах, направленных на достижение устойчивого развития, сохранения климата и биоразнообразия;

- целевое планирование действий по снижению экологических рисков и мероприятий по реализации экологической политики;

- учет эколого-экономических и природоохранных аспектов наравне с традиционными финансово-экономическими параметрами при разработке проектов и их реализации;

- выделение достаточных организационных, материальных, кадровых и финансовых ресурсов для обеспечения выполнения принятых обязательств;

- проведение рекультивационных и других технических и организационных мероприятий по компенсации ущерба, наносимого природной среде;

- организация и проведение исследований в области возобновляемых источников энергии, в том числе водородной энергетики, вовлечение в использование нетрадиционных ресурсов, таких как шахтный метан и метан в виде газогидратов;

- применение наилучших доступных технологий во всех сферах производства;

- учет экологических факторов при разработке политики закупок технологий, материалов и оборудования, выполнения работ и услуг подрядчиками;

- осуществление экологической сертификации продукции;

- проведение и стимулирование научных исследований, направленных на повышение энергоэффективности, снижение негативного воздействия на окружающую среду и экологических рисков;

- страхование высоких экологических рисков;

- совершенствование системы экологического обучения;

- мотивация персонала для использования творческого потенциала каждого работника в деле ресурсосбережения и снижения экологических рисков;

- активное взаимодействие со структурами гражданского общества, заинтересованными в экологически безопасной деятельности компании.



## **8.2 Управление природоохранной деятельностью в ПАО «Газпром»**

Экологической политикой ПАО «Газпром», определено, что одним из средств достижения стратегических целей в области охраны окружающей среды является внедрение и поддержание эффективной системы экологического менеджмента, основанной на требованиях международных стандартов. Поэтому для обеспечения эффективности природоохранной деятельности, ее координации на всех уровнях и во всех сферах производства в компании создана и функционирует система управления природоохранной деятельностью – система экологического менеджмента.

### **8.2.1 Система управления природоохранной деятельностью**

Система экологического менеджмента – составная часть корпоративной системы управления ПАО «Газпром», представляющая собой совокупность организационных структур, методов, процедур, средств и ресурсов, необходимых для обеспечения соблюдения требований законодательства в области охраны окружающей среды, природоохранных стандартов, норм и правил, а также для разработки, внедрения и реализации экологической политики компании и ее дочерних обществ (показано на фоллии 90).

СЭМ обеспечивает последовательность решения организациями компании своих экологических задач за счет распределения обязанностей и периодическую оценку полученных результатов. В целях обеспечения комплексного подхода и координации деятельности структурных подразделений ПАО «Газпром» в области охраны окружающей среды в создан постоянно действующий Координационный комитет ПАО «Газпром» по вопросам охраны окружающей среды и энергоэффективности (показано на фоллии 91).

СЭМ ПАО «Газпром» представляет собой двухуровневую взаимосвязанную систему, в которой верхний (корпоративный) уровень обеспечивает управление системами экологического менеджмента дочерних обществ, а уровень дочернего общества обеспечивает управление экологическими аспектами производственной деятельности.

Взаимосвязи между основными элементами СЭМ (экологическая политика, планирование, внедрение и функционирование, проверка, анализ со стороны руководства) представлены на фоллии 92.

Наличие СЭМ позволяет предприятиям компании оказывать должное внимание экологическим проблемам, внедрять и совершенствовать методы

природоохранной деятельности, увязывать экологические задачи с экономическими возможностями предприятия, обеспечивать максимальную рентабельность затрат на природоохранные мероприятия, придать ПАО «Газпром» «экологически дружелюбный» имидж.

Нормативно-методической основой внедрения СЭМ в структурных подразделениях компании и ее дочерних обществах являются стандарты организации, в которых использована методология «последовательных процедур»: последующие действия формируются на основании данных, полученных по результатам процедуры предыдущего уровня. Эта методология реализуется следующим образом.

1 На объектах организации приняты единые формы первичной отчетности по охране окружающей среды и порядок их ведения. На основе данных первичной отчетности производится формирование установленной государственной статистической отчетности, расчет платежей за загрязнение окружающей среды, обобщение данных о воздействии на окружающую среду.

2 На основе данных первичной отчетности и разработанных критериев проводится идентификация экологических аспектов всех видов деятельности предприятия по единой методике. В процессе идентификации экологических аспектов определяются воздействия на окружающую среду выбросов в атмосферу, сбросов в водные объекты, отходов производства, потребления водных и энергетических ресурсов, физических факторов (шум, радиация), нарушения почвенного покрова и геологической среды. По результатам идентификации составляются ранжированные перечни значимых экологических аспектов всех подразделений и филиалов и в целом предприятия.

3 На основании выявленных значимых экологических аспектов, а также существующих требований к природоохранной деятельности определяются обязательства экологической политики и разрабатываются программы управления охраной окружающей среды, направленные на их выполнение.

Для поэтапного снижения воздействия на окружающую среду с учетом технических и финансовых возможностей предприятия устанавливаются целевые и плановые экологические показатели, конкретизирующие (количественно там, где это возможно) обязательства экологической политики. Для достижения целевых и плановых экологических показателей и выполнения обязательств экологической политики производится разработка и обоснование природоохранных мероприятий.

Из планируемых мероприятий составляются долгосрочная программа управления охраной окружающей среды (на период 3–5 лет) и ежегодный план природоохранных мероприятий.

При планировании природоохранных мероприятий помимо выявленных значимых экологических аспектов учитываются также такие аспекты, как необходимость получения разрешений, лицензий, согласований и др., а также планы капитального строительства, ремонта и реконструкции основного оборудования.

4 Для снижения воздействия на окружающую среду значимых экологических аспектов, достижения целевых и плановых экологических показателей проводится реализация запланированных природоохранных мероприятий. Важным требованием СЭМ является участие в решении экологических проблем всех сотрудников организации, деятельность которых связана с воздействием на окружающую среду. Распределение ответственности и полномочий в области охраны окружающей среды среди руководителей и специалистов предприятия закреплено в Руководстве по системе управления охраной окружающей среды предприятия.

5 Для определения соответствия природоохранной деятельности предприятия существующим требованиям выполняются производственный экологический контроль и производственно-экологический мониторинг.

Проверка соответствия СЭМ предприятия требованиям международных и российских стандартов производится в процессе экологического аудита.

В процессе создания СЭМ разрабатывается единая методология экологических проверок, которая позволяет установить соответствие действий организации существующим природоохранным требованиям, достижение поставленных целей, эффективность работы системы управления и выявить экологические проблемы.

6. На основании данных экологического контроля, мониторинга и аудита с помощью разработанной системы критериев и показателей производится анализ и оценка эффективности природоохранной деятельности предприятия. Система критериев и показателей включает показатели эффективности экологического функционирования, управления природоохранной деятельностью и состояния окружающей среды в зоне воздействия. По результатам анализа определяются направления совершенствования природоохранной деятельности предприятия и возможности дальнейшего снижения воздействия на окружающую среду.

В СЭМ реализуется концепция постоянного улучшения. Это достигается с помощью анализа эффективности СЭМ и природоохранной деятельности в целом, выявления возможностей для улучшения, разработки новых целевых экологических показателей.

### **8.2.2 Планирование природоохранной деятельности**

Процесс планирования природоохранной деятельности включает следующие этапы:

- на основании выявленных значимых экологических аспектов и существующих требований к природоохранной деятельности организация определяет свои экологические цели и принимает обязательства экологической политики;
- для поэтапного снижения воздействия на окружающую среду с учетом технических и финансовых возможностей предприятия устанавливаются целевые и плановые экологические показатели, конкретизирующие (количественно там, где это возможно) обязательства экологической политики;
- для достижения целевых и плановых экологических показателей и выполнения обязательств экологической политики производится разработка и обоснование природоохранных мероприятий;
- из планируемых природоохранных мероприятий составляются долгосрочная программа управления охраной окружающей среды (на 4 года) и ежегодный план природоохранных мероприятий.

Составление программы – это четкое изложение определенных действий, которые помогут пройти путь от проблемной ситуации сегодняшнего дня к желаемой ситуации в будущем. Программа управления природоохранной деятельностью должна регулярно контролироваться, периодически анализироваться и пересматриваться с учетом результатов реализации ежегодных планов.

План является составной частью программы. В нем детально расписываются природоохранные мероприятия и необходимые для их выполнения человеческие, финансовые и другие ресурсы. Если программа представляет собой многолетний цикл деятельности, то планы составляются на текущий период. При составлении программы очень важно не упустить долгосрочную перспективу.

### 8.2.3 Производственный экологический контроль

Основной задачей экологической службы современного промышленного предприятия является организация работ по охране окружающей среды в соответствии с требованиями действующего законодательства. Такое соответствие устанавливается в процессе производственного экологического контроля. К его основным задачам относятся:

- контроль выполнения нормативных требований к природоохранной деятельности предприятия, предписаний и рекомендаций специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;
- контроль и учет поступления загрязняющих веществ в окружающую среду в составе промышленных выбросов, сточных вод, отходов производства;
- контроль состояния окружающей среды в зоне воздействия производственных объектов;
- контроль и учет использования природных ресурсов;
- контроль выполнения программ и планов природоохранных мероприятий;
- контроль соблюдения технологических регламентов и инструкций в процессе производства, связанных с обеспечением экологической безопасности и соблюдением установленных экологических нормативов;
- контроль стабильности и эффективности работы природоохранного оборудования;
- контроль наличия и ведения экологической документации;
- подготовка рекомендаций по улучшению природоохранной деятельности.

В процессе ПЭК выявляется соответствие или несоответствие природоохранной деятельности предприятия установленным требованиям в области охраны окружающей среды и запланированным мероприятиям. При наличии несоответствий разрабатываются мероприятия по их устранению.

Отсутствие или неудовлетворительное осуществление ПЭК в соответствии с действующим законодательством является основанием для применения мер ответственности за экологические правонарушения.

В ПАО «Газпром» функционирует экологическая инспекция (показано на фоллии 91), основными задачами которой являются:

- проверка эффективности ПЭК на предприятиях дочерних обществ и организаций;

- оценка уровней негативного воздействия на окружающую среду;
- внутренний аудит СЭМ на предприятиях.

Показателем результативной деятельности экологической инспекции является повышение уровня экологической безопасности объектов, снижение количества случаев аварий и инцидентов с причинением вреда окружающей среде, сокращение числа штрафных санкций со стороны федеральных и местных контролирующих органов.

В целях обеспечения экологической безопасности при строительстве и эксплуатации объектов производственной деятельности ПАО «Газпром» предъявляет строгие требования по охране окружающей среды также к своим подрядным организациям.

Допуск работников сторонних организаций на объекты для производства строительно-монтажных, наладочных, ремонтных и других видов работ производится в соответствии с инструкцией, регламентирующей требования в области охраны окружающей среды.

Ответственность подрядчиков за обеспечение необходимых природоохранных мероприятий предусматривается в соответствующих договорах. Контроль деятельности подрядчиков осуществляется в рамках ПЭК экологами, выезжающими на объекты ведения работ. Дочерними обществами и организациями разрабатываются нормативные документы, регламентирующие требования к подрядным организациям, в том числе по охране окружающей среды.

#### **8.2.4 Производственный экологический мониторинг**

Производственный экологический контроль на предприятиях ПАО «Газпром» интегрирован с системой производственного экологического мониторинга.

Основной целью ПЭМ является выполнение требований по контролю экологических параметров производственных объектов, состояния окружающей среды в зоне их влияния и обеспечение заинтересованных сторон получаемой информацией.

Система ПЭМ на предприятиях решает следующие основные задачи:

- сбор первичной информации, создание и ведение баз данных об источниках выбросов, сбросов, отходов, состоянии и загрязнении компонентов природной среды в зоне влияния производственных объектов;

- формирование на основе первичной информации о комплексной оценке воздействия на окружающую среду и ее состоянии в зоне воздействия при эксплуатации производственных объектов;
- анализ текущей экологической обстановки и прогнозирование динамики ее развития в процессе эксплуатации производственных объектов;
- предоставление надежной и своевременной информации руководству для принятия плановых и экстренных управленческих решений в области охраны окружающей среды;
- автоматизированная подготовка, ведение и оформление отчетной документации по результатам ПЭМ, в том числе обеспечение природоохранной службы предприятия данными для заполнения установленных форм государственной статистической отчетности;
- получение данных для оценки эффективности природоохранных мероприятий, в том числе предусмотренных экологической политикой в рамках системы экологического управления.

Объектами контроля в системе ПЭМ являются:

- при бурении скважин: выбросы в атмосферу при продувках и разгерметизации оборудования, открытое аварийное фонтанирование, отходящие газы от силовых приводов и передвижных источников загрязнения; отводимые на рельеф пластовые воды, буровой шлам и отработанные буровые технологические жидкости, стоки с обмыва вибростой, стоки с опрессовки бурильного инструмента и обсадных труб, стоки с промывки цементировочных агрегатов, стоки с питания вакуумных насосов, хозяйственно-бытовые стоки; твердые отходы вышкомонтажных и буровых работ (металл, пластмасса, буровой шлам);
- при строительстве промышленных объектов: площади временно и постоянно отчуждаемых земель, выбросы в атмосферу от стационарных (теплоэнергетические объекты временных поселков строителей, промышленных зон и трубосварочных баз) и передвижных (транспортная и строительная техника) источников загрязнения; выбросы газа при пневматическом испытании трубопроводов, сбросы воды при гидравлических испытаниях в амбары-отстойники и на рельеф; твердые строительные и бытовые отходы, промбытстоки промышленной и селитебной (в пределах санитарно-защитной зоны) зон;
- при добыче и подготовке газа к транспорту: кусты эксплуатационных скважин (выбросы в атмосферу при плановых продувках и при

разгерметизации устьевого оборудования), продуктопроводы с ингибиторами, установки комплексной подготовки газа (выбросы в атмосферу от продувочных свечей, от печей регенерации диэтиленгликоля, цехов компримирования газа, пунктов сепарации газа; от факельного хозяйства, объектов энерго- и теплоснабжения; отводимые в канализационные очистные сооружения и в поглощающие скважины промышленные и хозяйственно-бытовые стоки);

– промышленные и селитебные зоны в пределах газовых и газонефтяных эксплуатирующихся месторождений (выбросы в атмосферу от аспирационных и нагревательных источников теплоэнергетического назначения, от ремонтных и транспортных средств и спецтехники; канализационные, ливневые, промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, отводимые в водотоки и на рельеф;

– трубопроводы промысловые и магистральные (при пневматическом и гидравлическом испытании, плановых очистках внутренней полости, разгерметизации запорной арматуры и образования свищей, при аварийных отказах с выбросом газа в атмосферу);

– компрессорные станции (выбросы в атмосферу от ГПА, продувочных свечей, разгерметизации оборудования, выбросы хладоагентов на станции охлаждения газа; сброс канализационных очищенных и неочищенных хозяйственно-бытовых и промышленных стоков);

– газоперерабатывающие заводы (выбросы в атмосферу от факелов, труб, печей дожига и котельных, установок стабилизации конденсата, очистки газа от меркаптанов, установок Клауса и доочистки газов, резервуаров и емкостей готовой продукции; сбросы в канализационную сеть и выпуски очищенных промбытстоков на рельеф и в водотоки);

– подземные хранилища газа (площадная диффузия метана, разгерметизация нагнетательных скважин);

– ландшафты и почвы, затронутые при строительстве объектов газовой промышленности; водоносные горизонты (грунтовые и подземные воды), используемые для водоснабжения промышленных объектов и жилых поселков, не входящие в число объектов регулярных гидрохимических обследований.

Для выделения объектов контроля используют системы наземной сети мониторинга по следующим видам контроля:

– автоматический контроль, основанный на автоматическом сборе и обработке информации от первичных измерительных устройств о



концентрации загрязняющих веществ, предоставлением ее оператору и выработкой необходимого управляющего воздействия;

- инструментальный контроль, основанный на применении стационарных и переносных аналитических средств;
- инструментально-лабораторный контроль, основанный на отборе проб, с их последующей обработкой в аналитических лабораториях на автоматических или других специализированных приборах;
- индикаторный метод, основанный на использовании селективных индикаторных элементов.

Широкое внедрение системы ПЭМ привело к повышению уровня автоматизации работ, совершенствованию диагностики технологического оборудования и трубопроводов. Это позволяет повысить функциональную надежность и промышленную безопасность объектов ПАО «Газпром», снизить риск вероятных аварий и связанных с ними выбросов метана и залповых выбросов токсичных веществ в атмосферу.

#### **8.4 Природоохранные мероприятия**

На предприятиях ПАО «Газпром» разрабатываются природоохранные мероприятия, которые можно разделить на три группы в зависимости от целей, на достижение которых они направлены:

- мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду (охрана атмосферного воздуха, охрана и рациональное использование водных ресурсов, утилизация и снижение объемов образования отходов производства и потребления, охрана земель, охрана недр);
- мероприятия по осуществлению природоохранной деятельности в соответствии с существующими требованиями (создание и развитие системы производственного экологического контроля, совершенствование нормативно-методической базы природоохранной деятельности, создание и развитие СЭМ;
- мероприятия, связанные с капитальным ремонтом, реконструкцией и модернизацией основного производства.

##### **8.4.1 Охрана атмосферного воздуха**

Основные мероприятия по охране атмосферного воздуха включают:

- очистку и снижение вредных выбросов в атмосферу, в том числе сокращение эмиссии парниковых газов;
- использование природного газа в качестве моторного топлива;
- использование попутного нефтяного газа.

Для очистки выбросов в атмосферу применяют различные аппараты механической (циклоны, фильтры, скрубберы) и электрической (электрофильтры) очистки.

В циклонах загрязняющие вещества осаждаются под действием силы тяжести, под действием центробежной силы или инерционно, в фильтрах загрязненный газ фильтруется.

В скрубберах запыленный газ промывается жидкостью.

В электрофильтрах осаждение частичек пыли на электроды происходит под действием полученного ими электрического заряда.

Выбор аппаратов зависит от размеров пылевых частиц, влажности, скорости и объема поступающего на очистку газа, а также необходимой степени очистки.

К наиболее эффективным мероприятиям, направленным на снижение вредных выбросов в результате производственных процессов, можно отнести:

- внедрение технических и технологических решений (в том числе за счет сокращения расхода газа на собственные нужды);
- внедрение малоэмиссионных камер сгорания с предварительным смешением топлива для газоперекачивающих агрегатов с уровнем выбросов оксидов азота, что соответствующим лучшим зарубежным достижениям;
- замену ГПА на новые экономичные агрегаты с повышенной единичной мощностью (повышение КПД от 23 до 42 %);
- оптимизацию эксплуатационных режимов системы газопроводов с применением современных оптимизационных программно-вычислительных комплексов;
- использование современных методов ремонта и обслуживания газопроводов;
- стравливание газа в низконапорные сети при проведении ремонтных работ на линейной части и газораспределительной станции;
- применение электростартера для пуска ГПА и продувки азотом технологического оборудования.

Природный газ является наиболее универсальным и доступным топливом, способным заменить нефтепродукты. К тому же он имеет целый ряд преимуществ по сравнению с нефтью и продуктами ее переработки. Главным таким преимуществом является высокая экологичность. Из всех массово используемых моторных топлив и технологий природный газ обеспечивает наиболее безопасные выбросы отработавших газов автотранспорта (показано на

фолии 93). Перевод автомобилей с бензина на газ позволяет снизить в среднем в пять раз выбросы вредных веществ, а шумовое воздействие – вдвое.

В России использование природного газа в качестве моторного топлива является одним из приоритетных направлений развития нефтегазового комплекса.

ПАО «Газпром», являясь лидером газомоторного рынка России, активно работает над развитием в стране газомоторного сегмента автотранспорта. Компания сотрудничает с поставщиками газозаправочного оборудования, с органами государственного и муниципального управления, экономическими и научными центрами, международными организациями и зарубежными партнерами, создает новые объекты инфраструктуры в разных регионах страны.

ПАО «Газпром» является крупнейшим в России владельцем и оператором автомобильных газонаполнительных компрессорных станций заправки автотранспорта природным газом. Компания разработала и реализует целевую комплексную программу развития газозаправочной сети и парка техники, работающей на природном газе. Программа направлена на развитие инфраструктуры АГНКС и увеличение числа автомобильной и сельскохозяйственной техники, работающей на природном газе, что соответствует мировым тенденциям. Ее реализация уже позволила удвоить российский парк автомобилей, работающих на газе, заменить около 2,5 млн. т нефтяного моторного топлива газовым и сократить суммарные выбросы вредных веществ в атмосферу на 1 млн условных тонн (в пересчете на CO<sub>2</sub>-эквивалент).

#### **8.4.2 Охрана и рациональное использование водных ресурсов**

На предприятиях газовой отрасли преобладают хозяйственно-бытовые, ливневые и пластовые (промышленные) сточные воды.

Сточные воды от загрязняющих веществ очищают на очистных сооружениях, применяя механические, химические и биологические методы (показано на фолии 94).

Механическую очистку применяют для удаления твердых нерастворимых примесей, используя методы отстаивания и фильтрования с помощью решеток, песколовок, отстойников.

Химические методы очистки (показано на фолии 95) применяют для удаления растворимых примесей, например, с помощью различных реагентов,

вступающих в химические реакции с вредными веществами, в результате чего образуются малотоксичные вещества.

Биологические методы (показано на фоллии 95) считаются основными для обезвреживания сточных вод от органических примесей, окисляемых микроорганизмами. Эти аэробные процессы могут протекать как в естественных условиях – на полях орошения при фильтрации, так и в искусственных сооружениях – аэротенках и биофильтрах.

При выборе метода очистки учитывают следующие факторы:

- санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных вод с учётом дальнейшего их использования;
- количество сточных вод;
- наличие у предприятия необходимых для процесса очистки энергетических и материальных ресурсов (пар, топливо, реагенты и др.), а также необходимых площадей для сооружения очистных установок;
- эффективность процесса очистки.

Мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов на промышленном предприятии включают:

- внедрение новых, реконструкцию и модернизацию существующих канализационных очистных сооружений;
- применение маловодных или безводных технологий;
- использование систем оборотного и повторного использования воды в технологических операциях;
- применение локальных замкнутых циклов в системах технического водоснабжения отдельных цехов и участков;
- совершенствование методов локальной очистки сточных вод;
- использование очищенных сточных вод на технические и сельскохозяйственные нужды.

#### **8.4.3 Утилизация и снижение объемов образования отходов производства и потребления**

Наибольшее количество отходов в России приходится на электроэнергетические компании. Доля ПАО «Газпром» в общем объеме отходов составляет примерно 7%.

Более 80% отходов, образующихся на предприятиях компании, относятся к 4-му и 5-му классам опасности для окружающей среды (малоопасные и практически неопасные).

Существенные вклад в образование отходов вносят такие виды деятельности ПАО «Газпром» как магистральный транспорт и добыча природного газа.

Отходы, образующиеся в результате производственной деятельности предприятий компании, временно накапливаются на производственных площадках, а затем передаются сторонним организациям на переработку, обезвреживание, захоронение.

Крупногабаритные отходы (изношенные шины, металлолом) располагаются в местах временного хранения на специально оборудованных площадках с твердым покрытием.

Мелкогабаритные твердые отходы временно хранятся в контейнерах в зданиях или на площадках с твердым покрытием.

Люминесцентные лампы хранятся в маркированных упаковках в специально оборудованных закрытых помещениях или на отдельных стеллажах в складских помещениях.

Отработанные аккумуляторы хранятся на поддоне в гаражах. Отработанный аккумуляторный электролит нейтрализуется щелочью или негашеной известью. В случае его временного хранения используется стеклянная емкость на поддоне.

Бытовые отходы собираются в металлические контейнеры и регулярно вывозятся на полигоны или санкционированные свалки в районах размещения объектов.

Отходы, образующиеся при бурении скважин, накапливаются в шламовых амбарах, поверхность которых для предотвращения загрязнения грунта и подземных вод гидроизолируют, как правило, пленкой. После окончания строительства скважины технологические отходы бурения вывозят для захоронения на специально оборудованный полигон или захоранивают в шламовом амбаре, соблюдая требования экологической безопасности.

В ПАО «Газпром» налажен первичный учет движения отходов. Места временного хранения отходов соответствуют природоохранным требованиям. Широко используются технологии обезвреживания и утилизации отходов.

#### **8.4.4 Охрана земель**

Для снижения влияния своей деятельности на земли и почвы ПАО «Газпром» стремится максимально уменьшать количество используемых территорий. Для этого применяется целый комплекс мероприятий: использование технологий блочно-модульного строительства промышленных

сооружений из готовых элементов, кустовое расположение скважин на промыслах, прокладка систем многониточных газопроводов в едином техническом коридоре, а также внедрение методов горизонтального и наклонного бурения.

Сохранению целостности территорий с вечной мерзлотой способствует подготовка строительных площадок и ведение строительно-монтажных работ только в зимний период, что позволяет не травмировать верхний слой почв, оттаивающий летом.

Использование прогрессивных методов бурения позволяет сократить количество производственных отходов, уменьшить площади под их хранение, а также исключить нарушения и загрязнения земель при эксплуатации.

При бурении скважин, строительстве газопроводов и прокладке коммуникаций происходит нарушение естественного почвенного и растительного покрова. После завершения строительных работ производится рекультивация нарушенных земель, которая направлена на восстановление естественного состояния почв или последующее их использования под пашни, сенокосы и пастбища.

Рекультивация нарушенных земель включает два этапа: технический и биологический.

Например, при прокладке трубопроводов технический этап рекультивации включает следующие мероприятия:

- снятие плодородного слоя почвы и его перемещение перед началом строительных работ во временный отвал;
- вывоз избытка минерального грунта в отработанный карьер;
- уплотнение минерального грунта после засыпки траншеи;
- возвращение и равномерное распределение плодородного грунта после окончания строительства;
- окончательная планировка территории временного земельного отвода.

Биологическая рекультивация проводится после технической рекультивации и имеет сельскохозяйственное значение – отведенные на время строительства земли восстанавливаются под пашню и пастбища. На землях, занятых лесными насаждениями (лесополосами), после технической рекультивации проводится задернение поверхности посевом трав.

ПАО «Газпром» применяет инновационные методы очистки почв от углеводородных загрязнений и использует биологические технологии для восстановления качества нарушенных земель. Применяемые технологии

учитывают особенности климатических условий, позволяют сократить затраты и увеличить скорость рекультивации.

Так, на Ямале используются эффективные методы очистки почв, основанные на применении новых биопрепаратов, которые содержат микроорганизмы-деструкторы углеводов, позволяющие проводить биологическую очистку земель при низких температурах.

Также в компании активно используется метод очистки нефтезагрязненных земель при помощи растений (фиторемедиация). Выращивание трав с разветвленной корневой системой позволяет создать оптимальные условия для разложения углеводов за счет улучшения газообмена в почве и ее обогащения биологически активными веществами, выделяемыми корневой системой растений. В зависимости от природно-климатических условий используют различные устойчивые смеси трав, которые к тому же являются хорошим биоиндикатором степени восстановления загрязненного участка земли.

#### **8.4.5 Охрана недр**

К основным мероприятиям по рациональному использованию и охране недр ПАО «Газпром» относятся:

- обеспечение полноты геологического изучения, рационального комплексного использования и охраны недр;
- проведение опережающего геологического изучения недр, обеспечивающего достоверную оценку запасов полезных ископаемых;
- обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;
- достоверный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов при разработке месторождений полезных ископаемых;
- охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений или осложняющих их разработку;
- предотвращение загрязнения недр при проведении работ, связанных с использованием недр, особенно при подземном хранении нефти, газа или иных веществ и материалов, захоронении вредных веществ и отходов производства, сбросе сточных вод;

- соблюдение установленного порядка консервации и ликвидации предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений;
- предупреждение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования этих площадей в иных целях;
- предотвращение накопления промышленных и бытовых отходов на площадях водосбора и в местах залегания подземных вод, используемых для питьевого или промышленного водоснабжения.

Специфическим источником загрязнения недр являются скважины. Загрязнение водоносных горизонтов возможно вследствие поглощения и фильтрации водной фазы бурового раствора в проницаемые отложения, а также вследствие межпластовых перетоков при некачественном цементировании заколонного пространства скважин. Технические решения, которые применяются при бурении, предусматривают способы защиты подземных вод от загрязнения и предотвращают смешение вод разных горизонтов.

При бурении и эксплуатации скважин в районах распространения многолетнемерзлых пород возможно их растепление и выход пластовых флюидов на поверхность.

Для предотвращения техногенного воздействия на недра в ПАО «Газпром» используются наилучшие доступные технологии, например, теплоизолированные обсадные трубы в многолетнемерзлых породах.

### **8.5 Ресурсосбережение**

Сокращение потерь и рациональное использование природных ресурсов, тепловой и электрической энергии является существенным фактором снижения вредного воздействия на окружающую среду. Ресурсосбережение может значительно сократить потребление природных и энергетических ресурсов при полном удовлетворении нужд производства.

ПАО «Газпром» ежегодно потребляет на собственные технологические нужды порядка 63 млрд м<sup>3</sup> природного газа, из которых:

- 80% приходится на магистральный транспорт;
- 11% – на добычу газа, конденсата и нефти;
- 8% – на остальные виды деятельности.

В ПАО «Газпром» проводится последовательная энергосберегающая политика во всех видах деятельности. Организационная структура управления энергосбережением представлена на фоллии 96.

Целью энергосбережения в ПАО «Газпром» являются:



- повышение энергетической эффективности основных и вспомогательных производств;

- снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Для достижения поставленных целей компания:

- формирует программы энергосберегающих мероприятий;
- развивает новые механизмы финансирования энергосбережения;
- повышает эффективность управления энергосбережением;
- совершенствует систему контроля;
- реагирует на изменения законов в области энергосбережения и совершенствует свои нормативные документы;
- стимулирует внедрение энергосберегающих технологий и оборудования в дочерних организациях;
- проводит обязательную сертификацию оборудования на соответствие нормативам расхода энергии;
- проводит энергетические обследования производственных объектов;
- повышает научно-технический потенциал и разрабатывает технологии нового поколения;
- повышает квалификацию персонала.

В ПАО «Газпром» реализуются следующие энергосберегающие мероприятия:

- оптимизация режимов работы технологических объектов газотранспортной системы, которая производится с использованием современных комплексов моделирования;
- сокращение затрат газа на технологические нужды КС, линейной части МГ, ГРС,
- реконструкция и модернизация технологического оборудования;
- улучшение технического состояния ГПА;
- сокращение технологических потерь газа;
- сокращение затрат газа на технологические нужды вспомогательного производства;
- повышение гидравлической эффективности газопроводов;
- внедрение автоматизированных систем управления и телемеханики, совершенствование приборов учета газа.

Реализация энергосберегающих мероприятий позволяет добиваться повышения эффективности производства, что находится в прямой взаимосвязи

с целями экологической политики по ограничению и сокращению выбросов в атмосферных воздух, в том числе парниковых газов.

ПАО «Газпром» достигает экономии энергоресурсов благодаря широкому использованию инноваций. При транспорте газа применяется оборудование для выполнения технологических операций и ремонта без потерь, проводится дистанционный контроль утечек. При добыче газа, газового конденсата и нефти внедряются прогрессивные технологии испытания и ремонта скважин, используются более совершенные газоперекачивающие агрегаты, эффективные установки очистки газа и технологии его утилизации.

### **8.6 Международное сотрудничество ПАО «Газпром» в области охраны окружающей среды**

Международное сотрудничество ПАО «Газпром» в области охраны окружающей среды является неотъемлемой частью деятельности компании в рамках обеспечения устойчивого развития.

В рамках международной деятельности по охране природы приоритетом для компании является предупреждение и минимизация негативного воздействия на окружающую среду.

Международная деятельность ПАО «Газпром» тесно связана с развитием сотрудничества с международными и межгосударственными организациями в области энергоэффективности и охраны окружающей среды, ведущими зарубежными компаниями и научными центрами, а также с реализацией важнейших международных проектов.

ПАО «Газпром» последовательно реализует политику энергосбережения и повышения энергоэффективности производственных процессов. Эта работа проводится с использованием опыта зарубежных коллег и на основе регулярного сотрудничества с международными организациями в области энергоэффективности.

ПАО «Газпром» публикует ежегодные экологические отчеты, отвечает на информационные запросы различных организаций.

### **Контрольные вопросы к лекции 8:**

8.1 Как называется заявление организации о своих намерениях и принципах, связанных с ее общей экологической эффективностью и экологической ответственностью?

8.2 Что служит для любой организации основанием для установления целевых и плановых экологических показателей и реализации мер по их достижению?

8.3 Почему положения экологической политики организации необходимо доводить до сведения каждого работника компании?

8.4 На каких нормативных правовых актах основана экологическая политика ПАО «Газпром»?

8.5 С какой целью ПАО «Газпром» проводит экологическую политику, делающую возможным обеспечение сбалансированного решения социально-экономических задач и сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала?

8.6 Что входит в понятие «устойчивое развитие»?

8.7 Какие обязательства ПАО «Газпром» приняла на себя для реализации принципа устойчивого развития?

8.8 Каковы долгосрочные стратегические цели ПАО «Газпром» в области охраны окружающей среды?

8.9 Как называется составная часть корпоративной системы управления ПАО «Газпром», представляющая собой совокупность организационных структур, методов, процедур, средств и ресурсов, необходимых для обеспечения соблюдения требований законодательства в области охраны окружающей среды?

8.10 С какой целью создан Координационный комитет ПАО «Газпром» по вопросам охраны окружающей среды и энергоэффективности?

8.11 Что представляет собой СЭМ ПАО «Газпром»?

8.12 Что является нормативно-методической основой внедрения СЭМ в структурных подразделениях компании и ее дочерних обществах?

8.13 Какие этапы включает в себя процесс планирования природоохранной деятельности?

8.14 Какие энергосберегающие мероприятия реализуются в ПАО «Газпром»?

8.15 К основным мероприятиям по рациональному использованию и охране недр ПАО «Газпром» относятся?

## **Список рекомендуемых нормативных документов**

- 1      Федеральный закон от 21.02.1992 № 2395-1 «О недрах» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 2      Федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 3      Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 4      Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 5      Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 6      Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 7      Федеральный Закон от 23.11.2009 г. № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- 8      Постановление Правительства РФ от 08.01.2009 № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 9      Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 № 183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 10     Постановление Правительства РФ от 27.01.2009 № 53 «Об осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды (государственного экологического контроля)» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 11     Постановление Правительства РФ от 24.03.2014 № 228 «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой» (с последующими изменениями и дополнениями).
- 12     Постановление Правительства РФ от 02.02.2010 № 39 «Об утверждении Положения о государственном надзоре за безопасным ведением работ, связанных с использованием недрами, и о внесении изменений в

Положение о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр» (с последующими изменениями и дополнениями).

13 Постановление Правительства РФ от 21.08.2000 № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» (с последующими изменениями и дополнениями).

14 Постановление Правительства РФ от 28.11.2002 № 847 «О порядке ограничения, приостановления или прекращения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух» (с последующими изменениями и дополнениями).

15 Постановление Правительства РФ от 15.04.2002 № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».

16 Постановление Правительства РФ от 12.05.2005 № 293 «Об утверждении Положения о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр» (с последующими изменениями и дополнениями).

17 Постановление Правительства РФ от 08.05.2014 № 426 «О федеральном государственном экологическом надзоре».

18 Приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 № 372 «Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

19 Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 15.06.2001 № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

20 Постановление Госгортехнадзора России от 06.06.2003 № 71 «Об утверждении правил охраны недр» (с последующими изменениями и дополнениями).

21 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

22 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

23 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

- 24 ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
- 25 ГОСТ 12.1.016-79 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ.
- 26 ГОСТ 17.1.1.01–77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
- 27 ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
- 28 ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
- 29 ГОСТ 17.2.1.01-76 Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу.
- 30 ГОСТ 17.2.1.03–84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
- 31 ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
- 32 ГОСТ 17.6.1.01-83 Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения.
- 33 ГОСТ Р 17.0.0.06-2000 Охрана природы. Экологический паспорт природопользователя. Основные положения. Типовые формы.
- 34 ГОСТ Р ИСО 14001-2007 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.
- 35 ВРД 39-1.14-021–2001 Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром» (с изменениями и дополнениями).
- 36 ВРД 39-1.13-011-2000 Система нормативных документов в газовой промышленности. Концепция системы управления охраной окружающей среды на объектах ОАО «Газпром» в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14000.
- 37 Р Газпром 2-1.20-673-2012. Система управления энергосбережением в ОАО «Газпром».
- 38 СТО Газпром 2-1.20-534-2011. Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ОАО «Газпром». Требования к показателям энергоэффективности оборудования, машин и устройств, закупаемых для нужд дочерних обществ ОАО «Газпром».

39 СТО Газпром 073-2009 Классификатор источников образования опасных видов отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».

40 СТО Газпром 1.19-217-2008 Методические указания по организации и проведению производственно-экологического мониторинга линейной части магистральных газопроводов.

41 СТО Газпром 10-2005 Методические указания по санитарно-химическому контролю воздушной среды на содержание углеводородов на объектах ОАО «Газпром», его дочерних обществ и организаций.

42 СТО Газпром 12-2005 Каталог отходов производства и потребления дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».

43 СТО Газпром 18-2005 Гидрогеоэкологический контроль на специализированных полигонах размещения жидких отходов производства в газовой отрасли.

44 СТО Газпром 2-1.19-275-2008 Охрана окружающей среды на предприятиях ОАО «Газпром». Производственный экологический контроль. Общие требования.

45 СТО Газпром 17-2005 Требования к производству работ и организации строительства скважин в водоохраных зонах на месторождениях Крайнего Севера.

46 СТО Газпром 2-1.19-297-2009. Охрана окружающей среды на предприятиях ОАО «Газпром». Производственный контроль за охраной атмосферного воздуха. Порядок организации и ведения.

47 СТО Газпром 060-2009 Классификатор источников выбросов загрязняющих веществ дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».

48 СТО Газпром 9-2005 Оценка экологической эффективности в системе менеджмента охраны окружающей среды.

49 СТО Газпром 2-1.19-568–2011 Охрана окружающей среды на предприятиях ОАО «Газпром». Производственный экологический контроль в области охраны земель и почв. Порядок организации и ведения.

50 СТО Газпром 12-0-001-2013 Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Основные положения.

51 СТО Газпром 12-3-002-2013 Документы нормативные в области охраны окружающей среды. Проектирование систем производственного экологического мониторинга.

52 СТО Газпром 18000.1-001–2014 «Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». Основные положения».

53 СТО Газпром 18000.1-002–2014 «Единая система управления охраной труда и промышленной безопасностью в ОАО «Газпром». Идентификация опасностей и управление рисками».

### **Список рекомендуемой литературы**

1 **Акинин Н.И.** Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: учебное пособие. – М.: ИД Интеллект, 2013.

2 **Аксютин О.Е.** Реализация политики ОАО «Газпром» в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. – М.: ФГУП, «Нефть и газ» РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2010.

3 **Бабина Ю.В.** Обеспечение экологической безопасности на предприятии. – М.: ИД НУМЦ, 2013.

4 **Бабина Ю.В.** Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности: учебное пособие. – М.: ИД НУМЦ, 2009.

5 **Белокрылова Е.А.** Правовое обеспечение экологической безопасности: учебное пособие. – Р-на-Д.: Феникс, 2014.

6 **Большеротов А.Л.** Система оценки экологической безопасности строительства: учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010.

7 **Борисова М.И.** Экологически безопасная деятельность предприятия: особенности, проблемы, совершенствование: учебное пособие. – М.: Вузовская книга, 2011.

8 **Веденин Н.Н.** Экологическое право: учебник для вузов. – М.: Проспект ТК Велби, 2008.

9 **Гальперин М.В.** Экологические основы природопользования: учебник для вузов. – М.: Форум, 2014г.

10 **Голицын А.Н.** Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. – М.: Оникс, 2010г.

11 **Денисов В.В.** Промышленная экология. – М.: MapT, 2007.

12 **Донченко В.К.** Экологическая экспертиза: учебное пособие. – М.: Академия, 2010.

13 **Другов Ю.С.** Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.



- 14 **Еськов Е.К.** Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия: учебное пособие. – М.: Абрис, 2013.
- 15 **Калыгин В. Г.** Промышленная экология. 4-е изд., перераб. – М.: Академия, 2010 г.
- 16 **Немировская И.А.** Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). – М.: Инфра-инженерия, 2013.
- 17 Охрана окружающей среды. / Экологический отчет 2014. – ОАО «Газпром», 2014.
- 18 **Подалов Ю.А.** Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра-инженерия, 2010.
- 19 **Редина М.М.** Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды: учебник / М.М. Редина, А.П. Хаустов. – М.: РУДН, 2014.
- 20 Российская газовая энциклопедия / Под ред. Р.И. Вяхирева. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2004.
- 21 **Смуров А.В.** Экология России. – М.: Инфра-инженерия, 2012.
- 22 **Сотникова Е.В.** Экологический мониторинг техносферы: учебное пособие. – М.: Лань, 2012.
- 23 **Тетельмин В.В.** Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Издание 3-е / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. – М.: Инфра-инженерия, 2013.
- 24 **Тетельмин В.В.** Основы экологического мониторинга. – М.: Инфра-инженерия, 2013.
- 25 **Хаустов А.П.** Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: учебное пособие. – М.: РУДН, 2009.
- 26 **Хаустов А.П.** Экологический мониторинг. – М.: Юрайт, 2014.
- 27 **Хван Т.А.** Экология. Основы рационального природопользования: учебное пособие / Т.А. Хван, М.В. Шинкина. – М.: Юрайт, 2012.
- 28 Экология нефтегазового комплекса. Т. 1.: учебное пособие. / Под общ. ред. А.И. Владимирова, В.В. Ремизова. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ», 2003.
- 29 Экология нефтегазового комплекса. Т. 2.: учебное пособие. / Под общ. ред. А.И. Владимирова, В.В. Ремизова. – М.: ГУП Издательство «Нефть и газ», 2008.
- 30 **Ягодин Г. А.** Устойчивое развитие: человек и биосфера: учебное пособие / Г. А. Ягодин, Е. Е. Пуртова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.

## ГЛОССАРИЙ

**Авария** – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

**Безопасные условия для человека** – состояние среды обитания, при котором отсутствует опасность вредного воздействия ее факторов на человека.

**Биоразнообразие** (биологическое разнообразие) – все многообразие живых организмов из всех сред, включая сухопутные, морские и другие водные экосистемы и составляющие их экологические комплексы.

**Вред окружающей среде** – негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

**Вредное воздействие на человека** – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу жизни или здоровью будущих поколений.

**Временно разрешенные выбросы** – объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, разрешенные для выброса в атмосферный воздух и устанавливаемые для действующих стационарных источников в целях достижения нормативов допустимых выбросов на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

**Временно разрешенные сбросы** – объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ в сточных водах, разрешенные для сброса в водные объекты на период выполнения плана мероприятий по охране окружающей среды или достижения технологических нормативов на период реализации программы повышения экологической эффективности.

**Гигиенический норматив** – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и (или) качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и (или) безвредности для человека.

**Загрязняющее вещество** – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

**Качество окружающей среды** – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью.

**Комплексное экологическое разрешение** — документ, который выдается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, и содержит обязательные для выполнения требования в области охраны окружающей среды.

**Контроль в области охраны окружающей среды** (экологический контроль) — система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

**Мониторинг окружающей среды** (экологический мониторинг) — комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Наилучшая доступная технология** — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

**Негативное воздействие на окружающую среду** — воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды.

**Нормативы допустимых выбросов** — нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для выброса в атмосферный воздух стационарными источниками.

**Нормативы допустимых сбросов** — нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые определяются как объем или масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками.

**Обращение с отходами** — деятельность по сбору, накоплению, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

**Объект размещения отходов** — специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище и др.).

**Объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду**, — объект капитального строительства и (или) другой объект, а также их совокупность, объединенные единым назначением и (или) неразрывно связанные физически или технологически и расположенные в пределах одного или нескольких земельных участков.

**Окружающая среда** — совокупность компонентов природной среды, природных, природноантропогенных, антропогенных объектов.

**Особо охраняемая природная территория** – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, рекреационное, оздоровительное и др. значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

**Охрана окружающей среды** (природоохранная деятельность) – деятельность, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

**Оценка воздействия на окружающую среду** – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

**Парниковые газы** – газы, которые предположительно вызывают глобальный парниковый эффект. Основными парниковыми газами, в порядке их оцениваемого воздействия на тепловой баланс Земли, являются водяной пар, диоксид углерода, метан, озон, сульфурилфторид, галоуглероды и оксид азота.

**Передвижной источник загрязнения окружающей среды** – транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником загрязнения окружающей среды.

**Попутный нефтяной газ** – смесь газов и парообразных углеводородных и неуглеводородных компонентов, выделяющихся из нефтяных скважин и из пластовой нефти при ее сепарации.

**Природные ресурсы** – компоненты природной среды, природные объекты и природноантропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность.

**Природный комплекс** – комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединенных географическими и иными соответствующими признаками.

**Природный объект** – естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

**Риск** – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

**Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения** – состояние здоровья населения, среды обитания человека, при котором отсутствует вредное воздействие факторов среды обитания на человека и обеспечиваются благоприятные условия его жизнедеятельности.

**Стационарный источник загрязнения окружающей среды** — источник загрязнения окружающей среды, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника загрязнения окружающей среды;

**Технические нормативы** — нормативы, которые установлены в отношении двигателей передвижных источников загрязнения окружающей среды в соответствии с уровнями допустимого воздействия на окружающую среду;

**Технологические нормативы** — нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, нормативы допустимых физических воздействий, которые устанавливаются с применением технологических показателей.

**Технологические показатели** — показатели концентрации загрязняющих веществ, объема и (или) массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги.

**Требования в области охраны окружающей среды** (природоохранные требования) — предъявляемые к хозяйственной и иной деятельности обязательные условия, ограничения или их совокупность, установленные законами, иными нормативными правовыми актами, природоохранными нормативами, государственными стандартами и иными нормативными документами в области охраны окружающей среды.

**Шельф** — выровненная область подводной окраины материка, примыкающая к суше и характеризующаяся общим с ней геологическим строением. Границами шельфа являются берег моря или океана и так называемая бровка (резкий перегиб поверхности морского дна — переход к материковому склону).

**Экологическая безопасность** — состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

**Экологическая экспертиза** — установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду.

**Экологический аудит** — независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

**Экологический контроль** — система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды,

обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

**Экологический менеджмент** – часть общей системы корпоративного управления, которая обладает четкой организационной структурой и ставит целью достижение положений, указанных в экологической политике, посредством реализации программ по охране окружающей среды.

**Экологический мониторинг** (мониторинг окружающей среды) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Экологический риск** – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

**Энергосбережение** – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии.

### Перечень folий

- 1 Строение земной коры
- 2 Геосферы Земли
- 3 Структура атмосферы
- 4 Взаимодействие геосфер Земли
- 5 Структура биосферы
- 6 Классификация экологических факторов
- 7 Парниковый эффект
- 8 Профиль почвы
- 9 Бочка Либиха
- 10 Влияние экологического фактора (температуры) на скорость роста растений
- 11 Воздействие экологического фактора (концентрации вещества) на организм
- 12 Графическая модель экологической ниши организма – воздействие экологического фактора (концентрации вещества) на организм
- 13 Яруса леса
- 14 Зоны непроточного водоема
- 15 Принципиальная схема фотосинтеза
- 16 Простая пищевая цепь
- 17 Пищевая пирамида водной экосистемы
- 18 Экологическая пирамида
- 19 Компенсаторное регулирование устойчивости системы
- 20 Первичная сукцессия
- 21 Вторичная сукцессия
- 22 Восстановительная сукцессия
- 23 Лес после пожара и в процессе восстановительной сукцессии
- 24 Факторы устойчивого развития: экономика – природа – общество
- 25 Виды загрязнения окружающей среды
- 26 Круговорот углерода
- 27 Баланс углерода в геосфере, млрд. т
- 28 Круговорот азота
- 29 Круговорот серы
- 30 Круговорот кислорода в несвязанном виде
- 31 Баланс кислорода в связанном виде, тыс. км<sup>3</sup>
- 32 Загрязнение атмосферы промышленными выбросами
- 33 Классификация источников загрязнения атмосферы
- 34 Источники загрязнения атмосферы
- 35 Шкала интенсивности шума (в дБ)
- 36 Основные проблемы загрязнения атмосферы
- 37 Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека
- 38 Проникновение ультрафиолетового (УФ) излучения через озоновую дыру
- 39 Влияние парниковых газов на климат

- 40 Перенос загрязнений в атмосфере
- 41 Загрязнение тяжелыми металлами Баренцево-Карского региона
- 42 Запасы и движение воды в природе
- 43 Запасы возобновляемых водных ресурсов речного стока
- 44 Распределение водных ресурсов по регионам и странам
- 45 Расход воды на промышленное производство и сельское хозяйство
- 46 Водопотребление в России
- 47 Состояние и проблемы водопользования в России
- 48 Показатели качества воды
- 49 Основные источники загрязнения воды
- 50 Распределение потерь нефти в % от общей суммы мировых потерь в океане за год
- 51 Эвтрофирование водоема
- 52 Проблема дефицита пресной воды в мире
- 53 Угольные терриконы
- 54 Карьер алмазсодержащей кимберлитовой трубки
- 55 Подземное захоронение жидких отходов при наличии глинистого пласта-водоупора
- 56 Загрязнение недр и морского дна при подземном захоронении жидких отходов
- 57 Погружение эксплуатационной платформы вследствие просадки дна Северного моря над месторождением Экофиск (Норвегия), 1988 г.
- 58 Карстовые явления в недрах
- 59 Карстовая воронка
- 60 Распространение многолетнемерзлых пород в России
- 61 Оползень в многолетнемерзлых породах на Европейском Севере России
- 62 Нарушение рельефа в результате оползня в многолетнемерзлых породах
- 63 Классификация природных ресурсов
- 64 Классификация полезных ископаемых
- 65 Концептуальная модель ресурсного цикла
- 66 Сжигание попутного нефтяного газа
- 67 Прогноз утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) в России
- 68 Принципиальная схема малоотходной технологии
- 69 Система экологического законодательства
- 70 Модель устойчивого развития
- 71 Структура государственного экологического надзора
- 72 Структура Минприроды России
- 73 Основные функции Росприроднадзора
- 74 Рассмотрение обращений граждан
- 75 Виды административной ответственности
- 76 Принципиальная схема экологического мониторинга
- 77 Классификация видов экологического мониторинга
- 78 Схема комплексного экологического мониторинга окружающей среды
- 79 Принципы экономического регулирования в области охраны окружающей среды

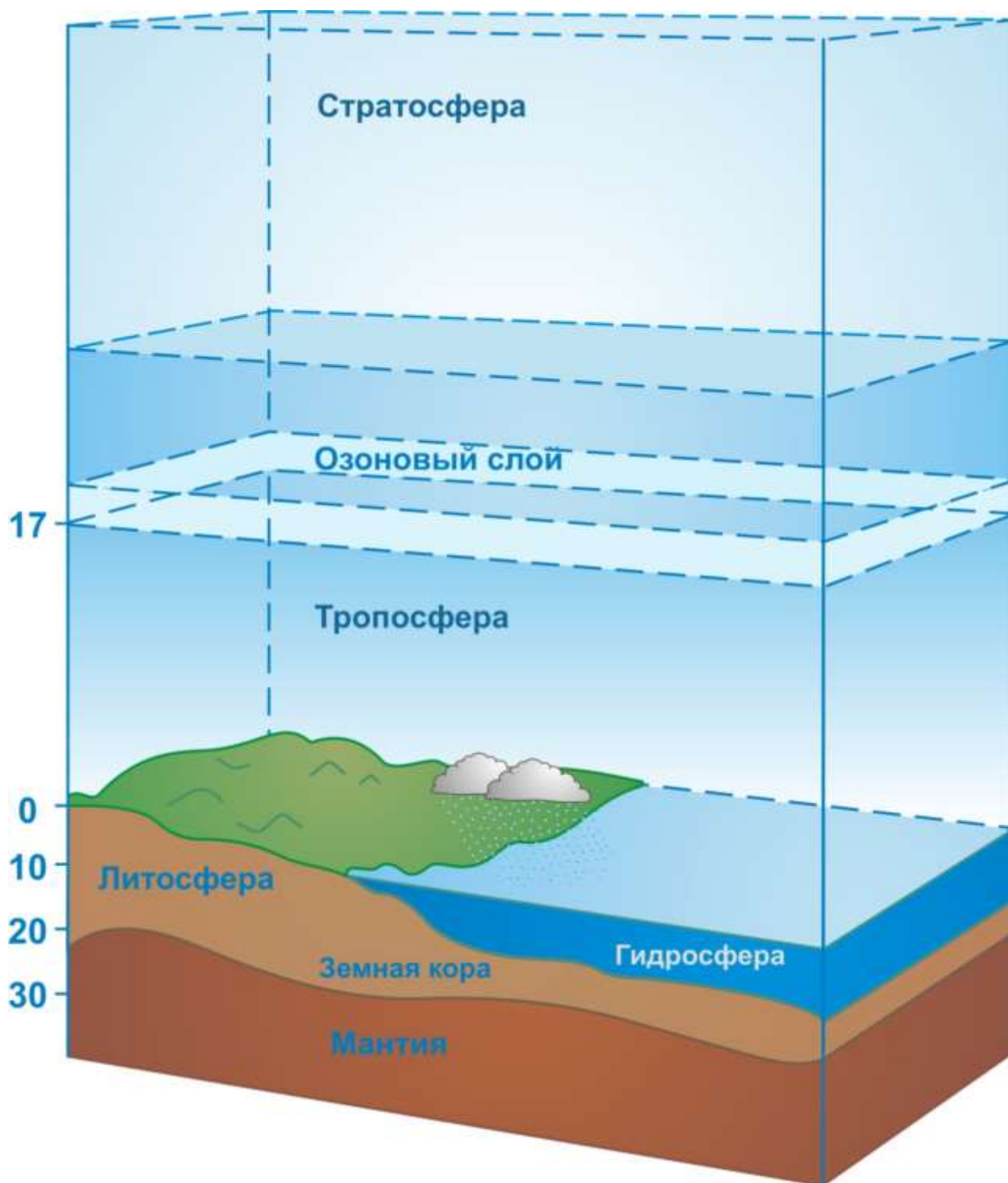


- 80 Способы экономического регулирования экологических отношений
- 81 Нарушение земляного покрова при строительстве скважин в тундре
- 82 Площадка куста скважин, обустроенная в соответствии с природоохранными нормами
- 83 Буровая площадка с недостаточной высотой отсыпки основания при весеннем половодье
- 84 Источники загрязнения окружающей среды на газовом промысле
- 85 Нарушение земляного покрова и рельефа при строительстве газопровода
- 86 Источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации магистрального газопровода
- 87 Российские месторождения в Арктике
- 88 Районы работ ПАО «Газпром» на арктическом шельфе
- 89 Этапы, виды деятельности и факторы экологического воздействия на разных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений
- 90 Структура системы экологического менеджмента
- 91 Организационная структура Системы управления природоохранной деятельностью ПАО «Газпром»
- 92 Функциональная структура системы экологического менеджмента
- 93 Содержание токсичных компонентов в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, работающих на различных видах топлива
- 94 Способы очистки сточных вод
- 95 Технология биологической и химической очистки сточных вод
- 96 Организационная структура управления энергосбережением в ПАО «Газпром»

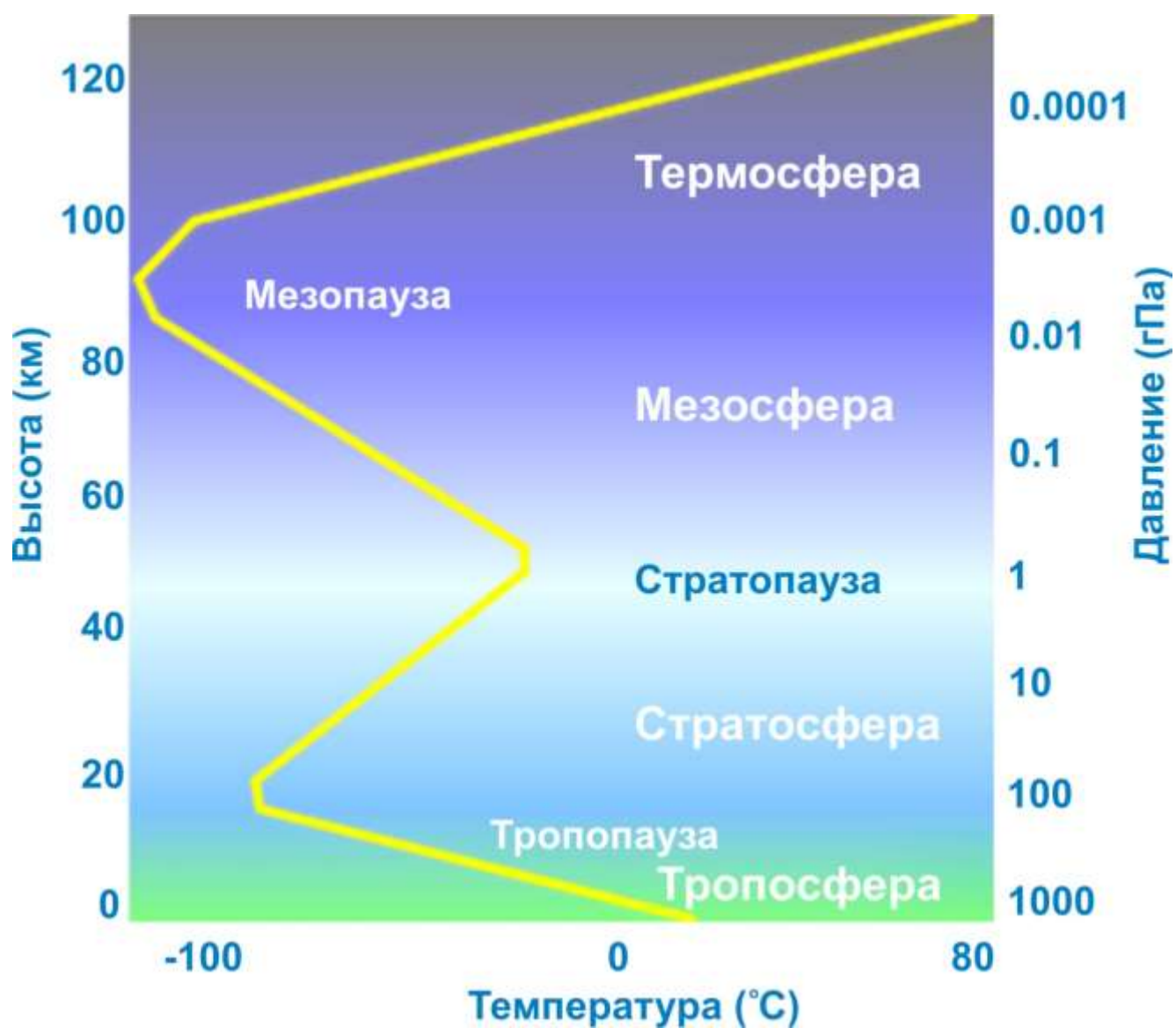
## Строение земной коры



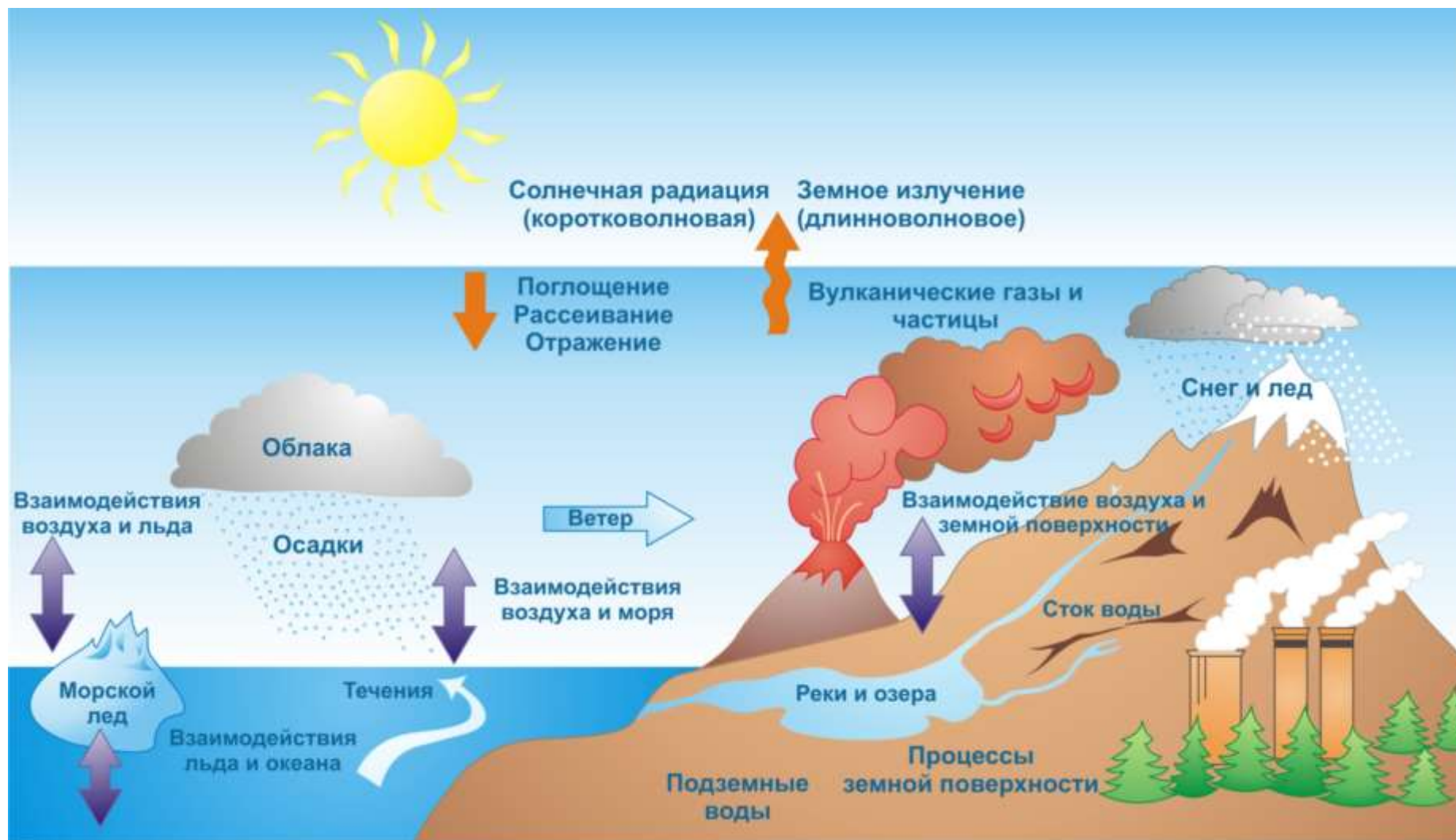
## Геосферы Земли



## Структура атмосферы

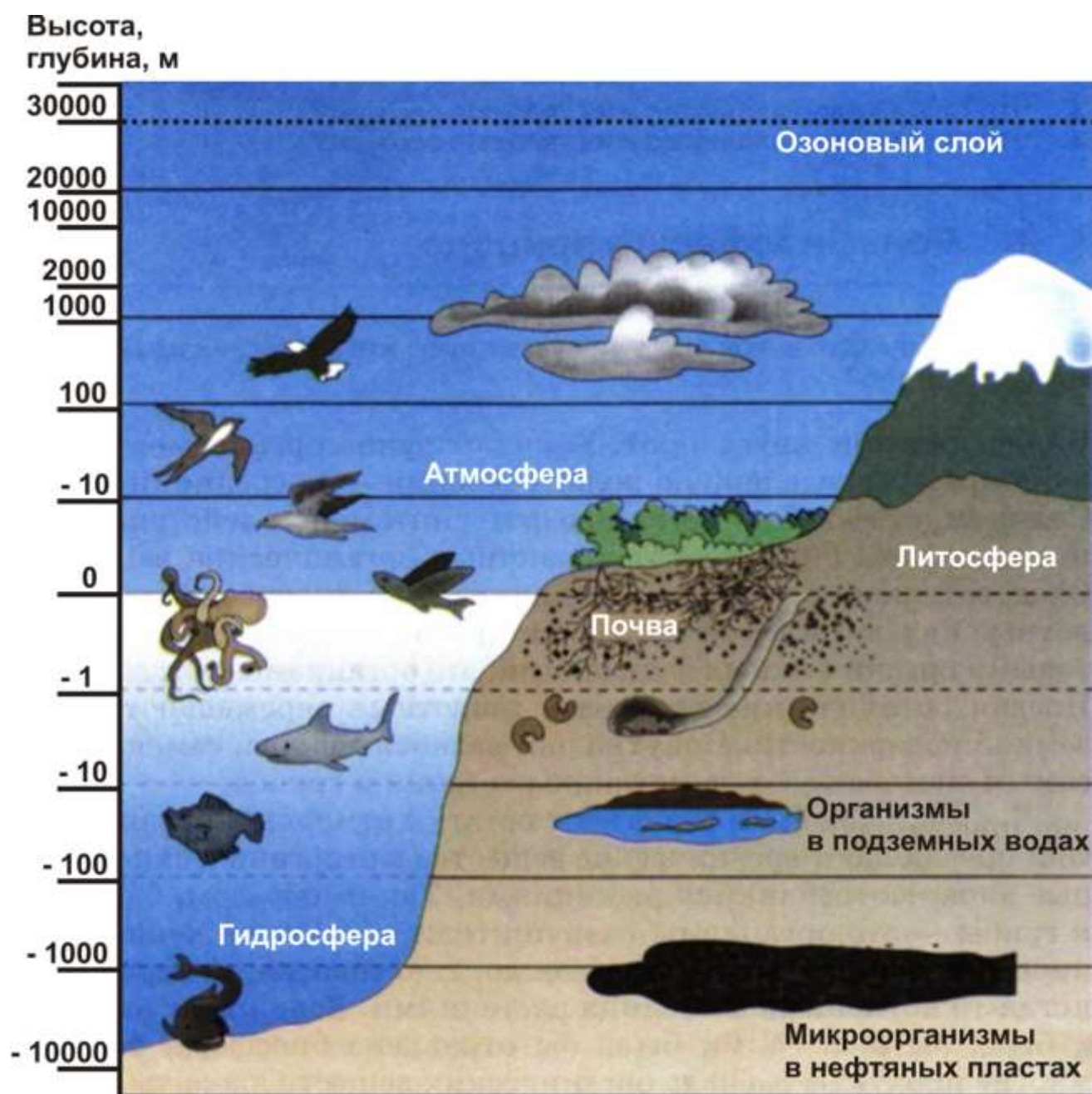


## Взаимодействие геосфер Земли





## Структура биосферы



## Классификация экологических факторов

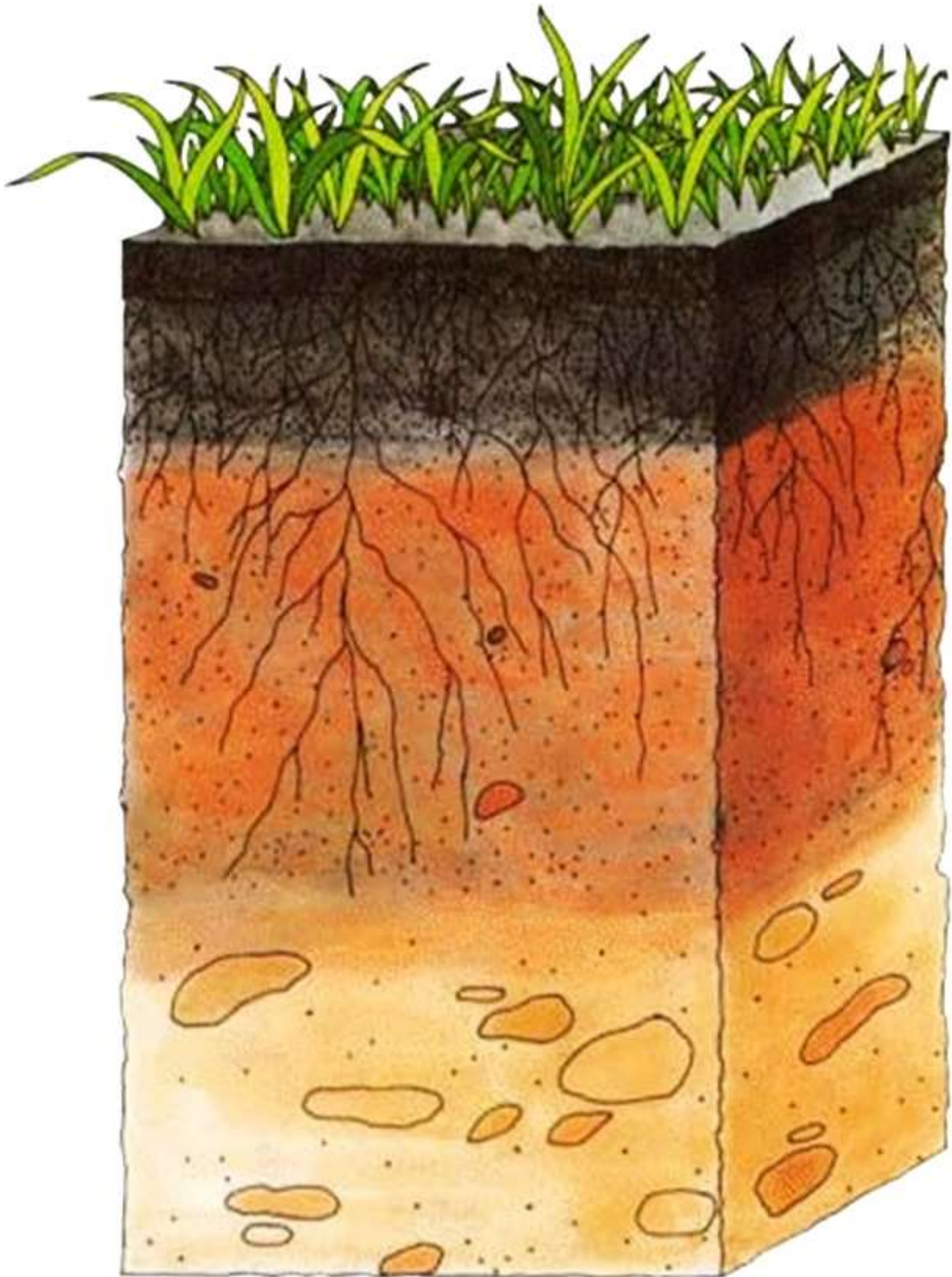


## Парниковый эффект

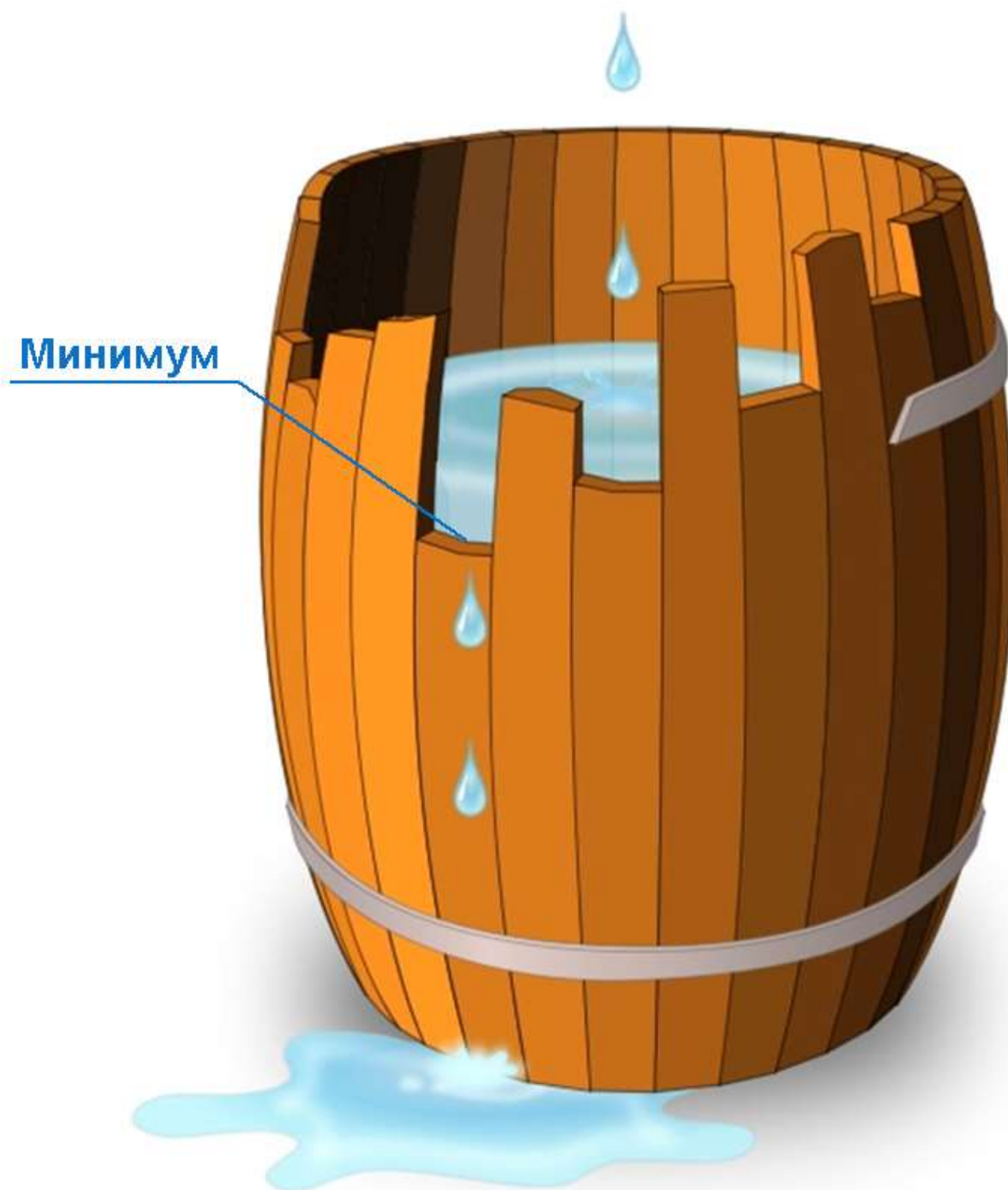




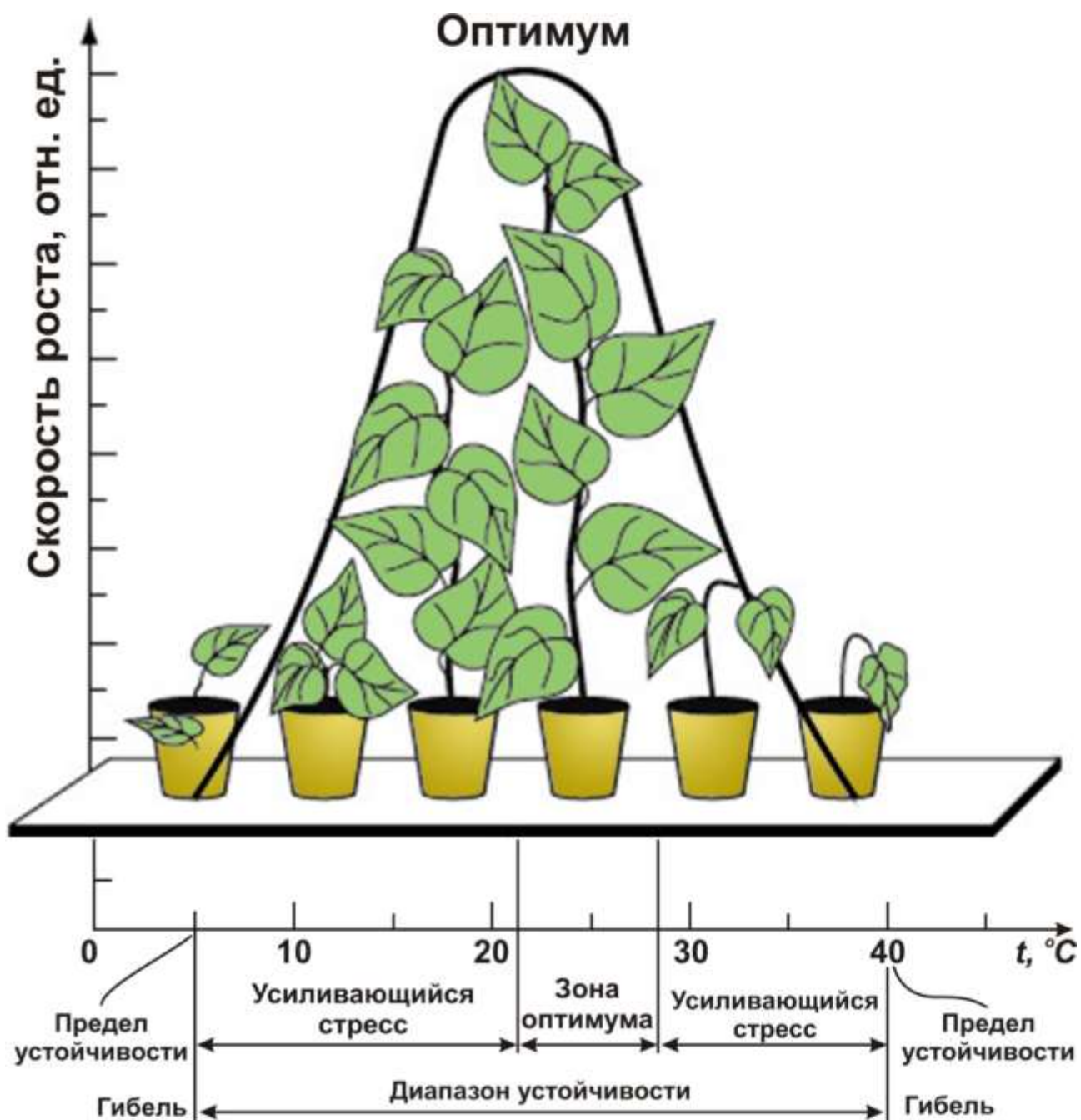
## Профиль почвы



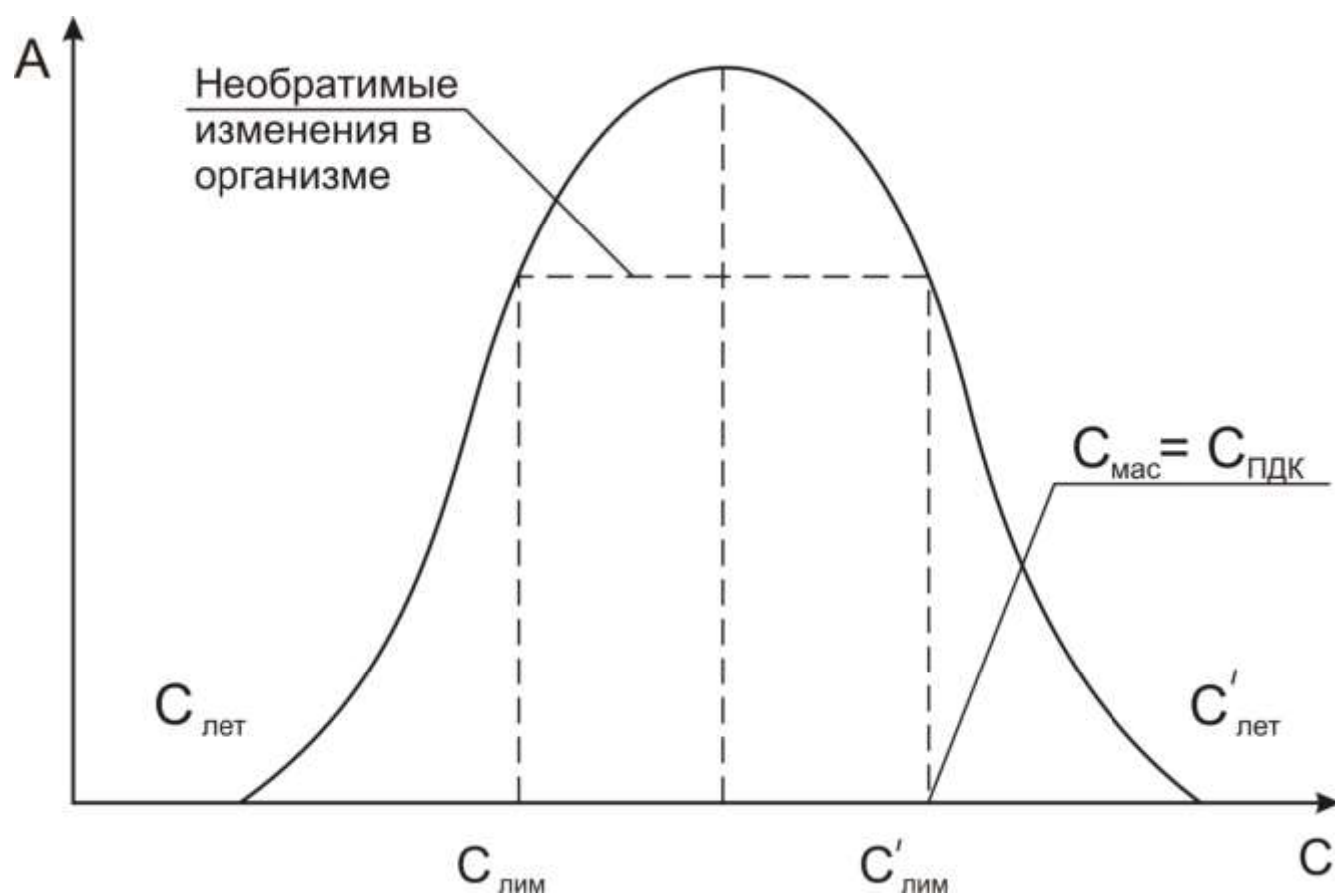
## Бочка Либиха



## Влияние экологического фактора (температуры) на скорость роста растений

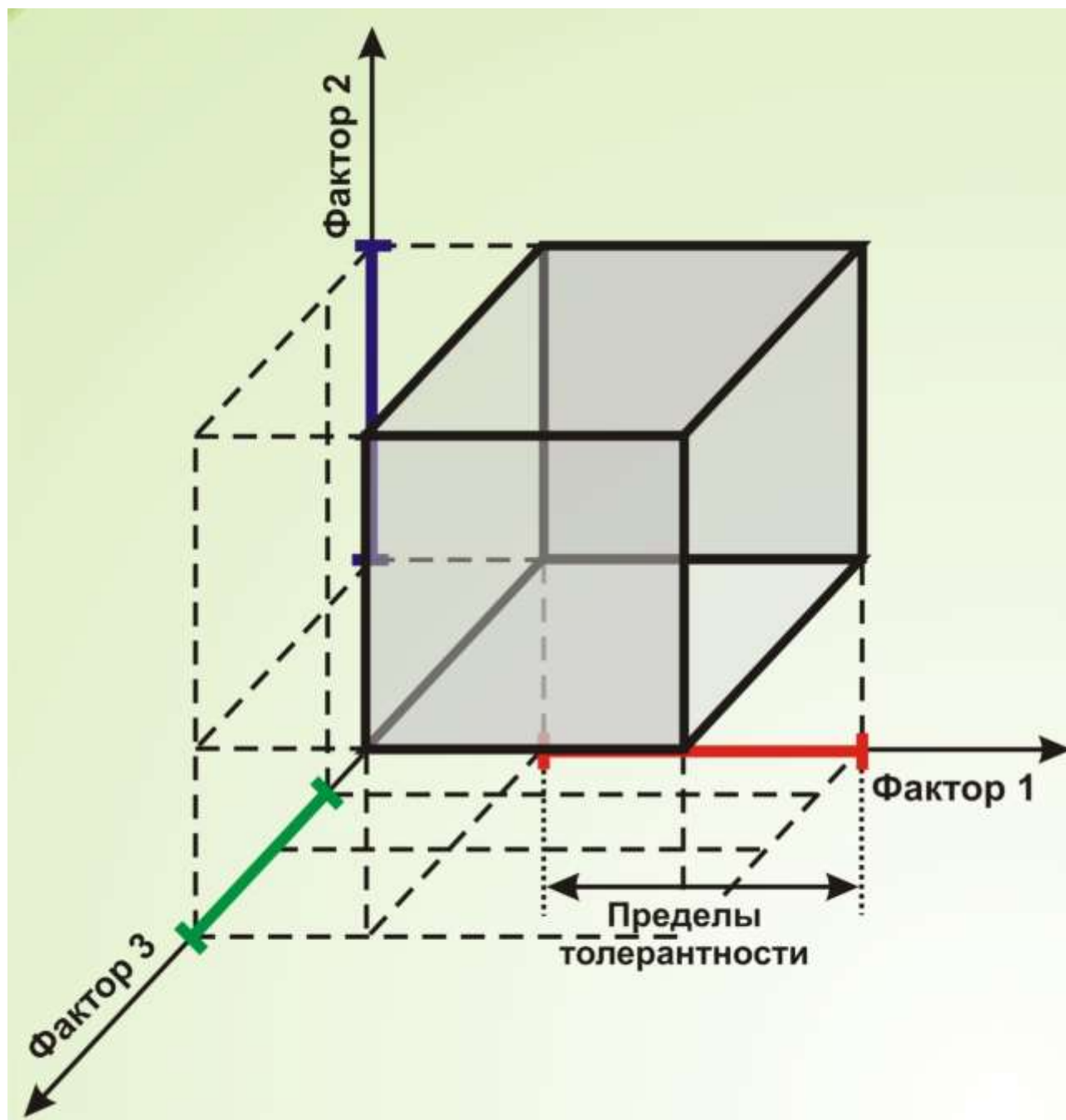


## Воздействие экологического фактора (концентрации вещества) на организм

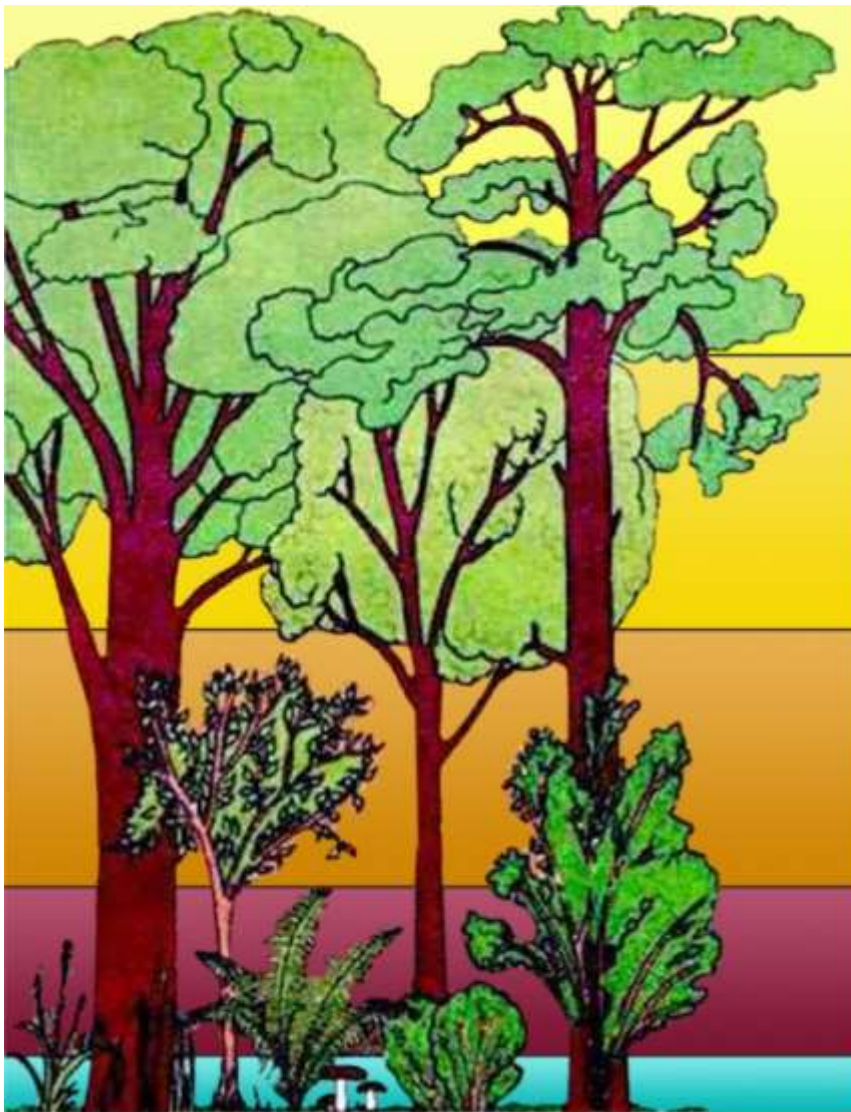




Графическая модель экологической ниши организма –  
воздействие экологического фактора  
(концентрации вещества) на организм



## Яруса леса



Первый (верхний) ярус - дуб, липа

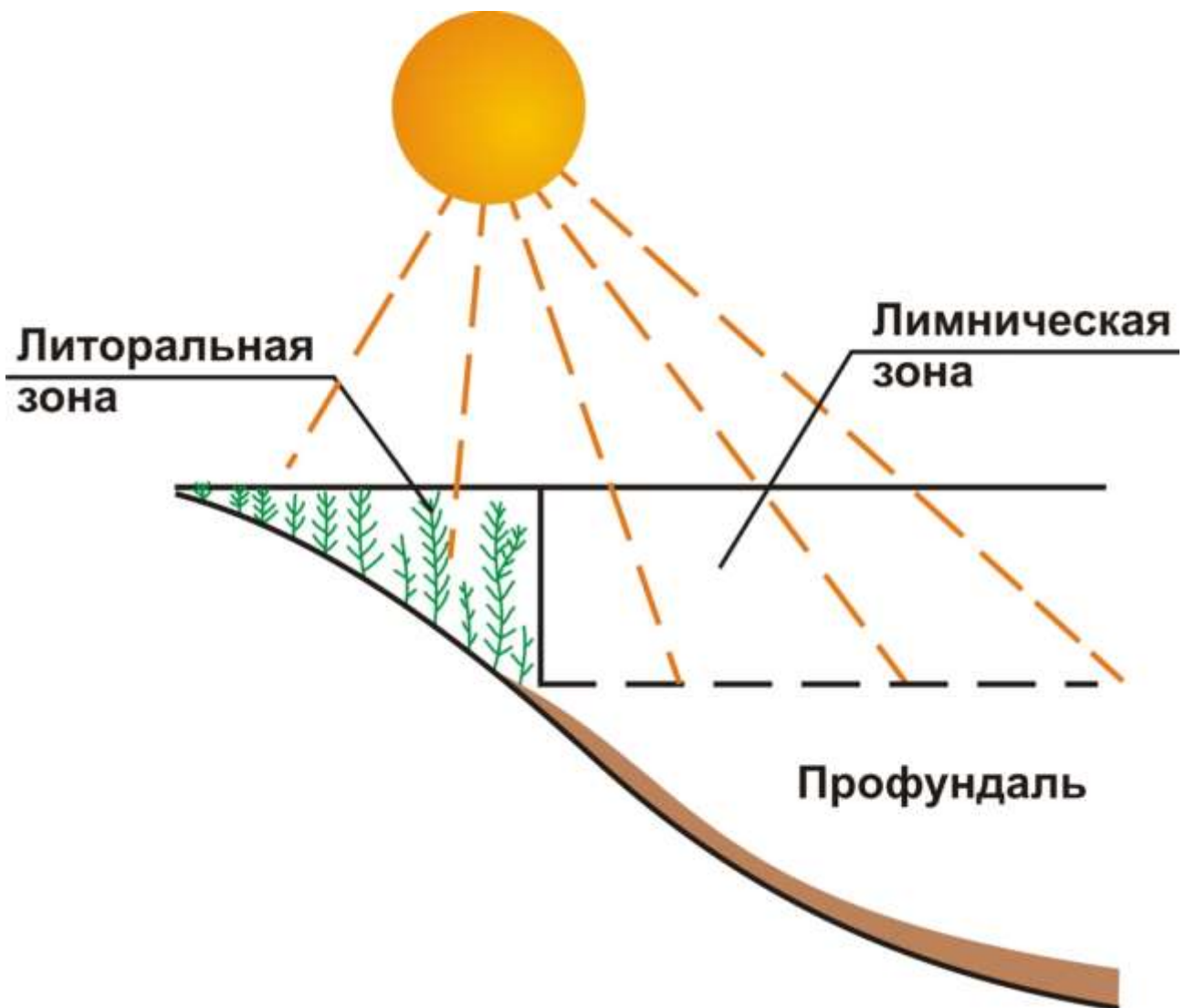
Второй ярус - клен, вяз, рябина

Третий ярус - (подлесок) - орешник (лещина), крушина, калина, шиповник

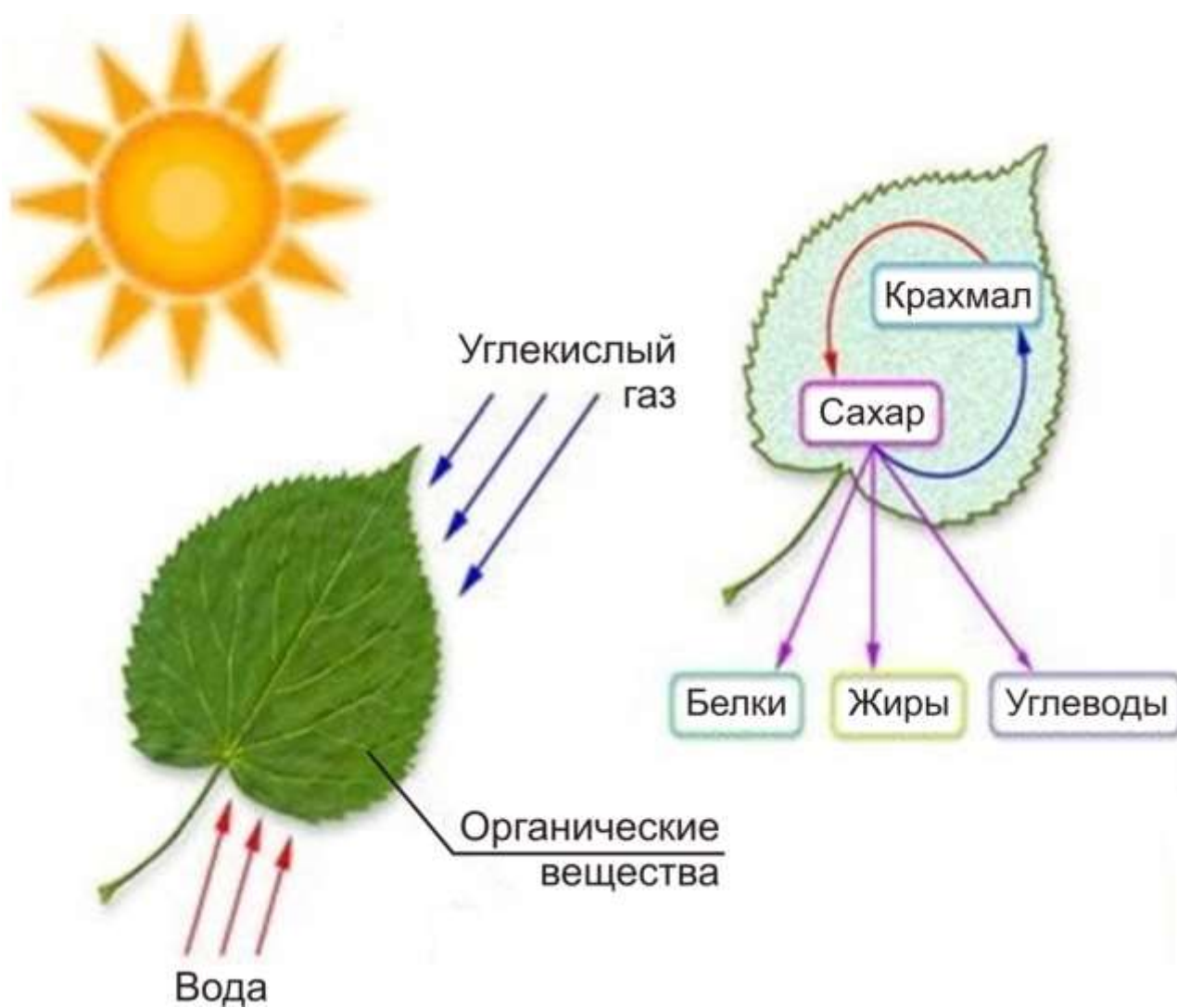
Четвертый ярус - папоротники, ветреница, ландыш, медуница

Пятый (нижний) ярус - мхи, лишайники, грибы

## Зоны непроточного водоема

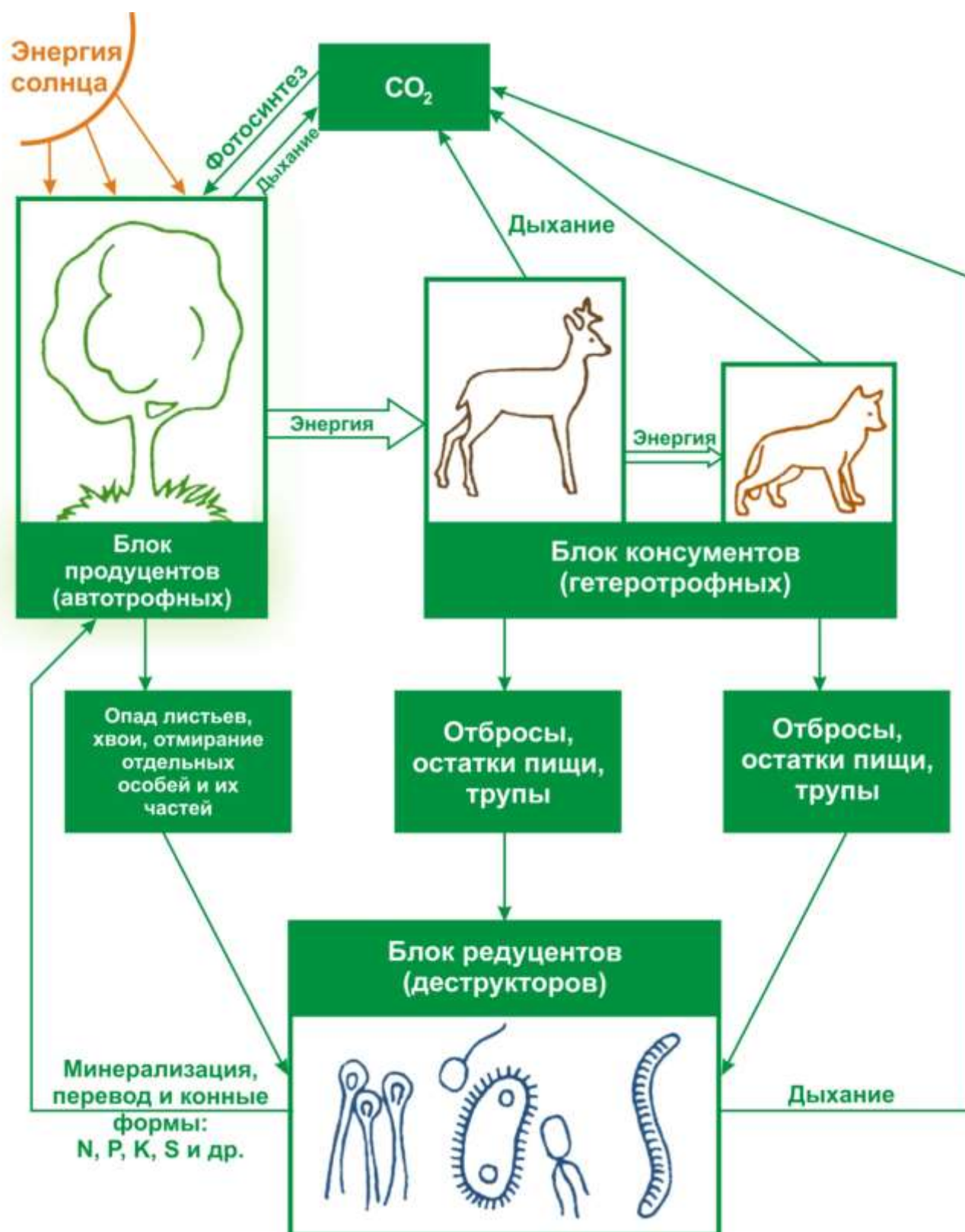


## Принципиальная схема фотосинтеза

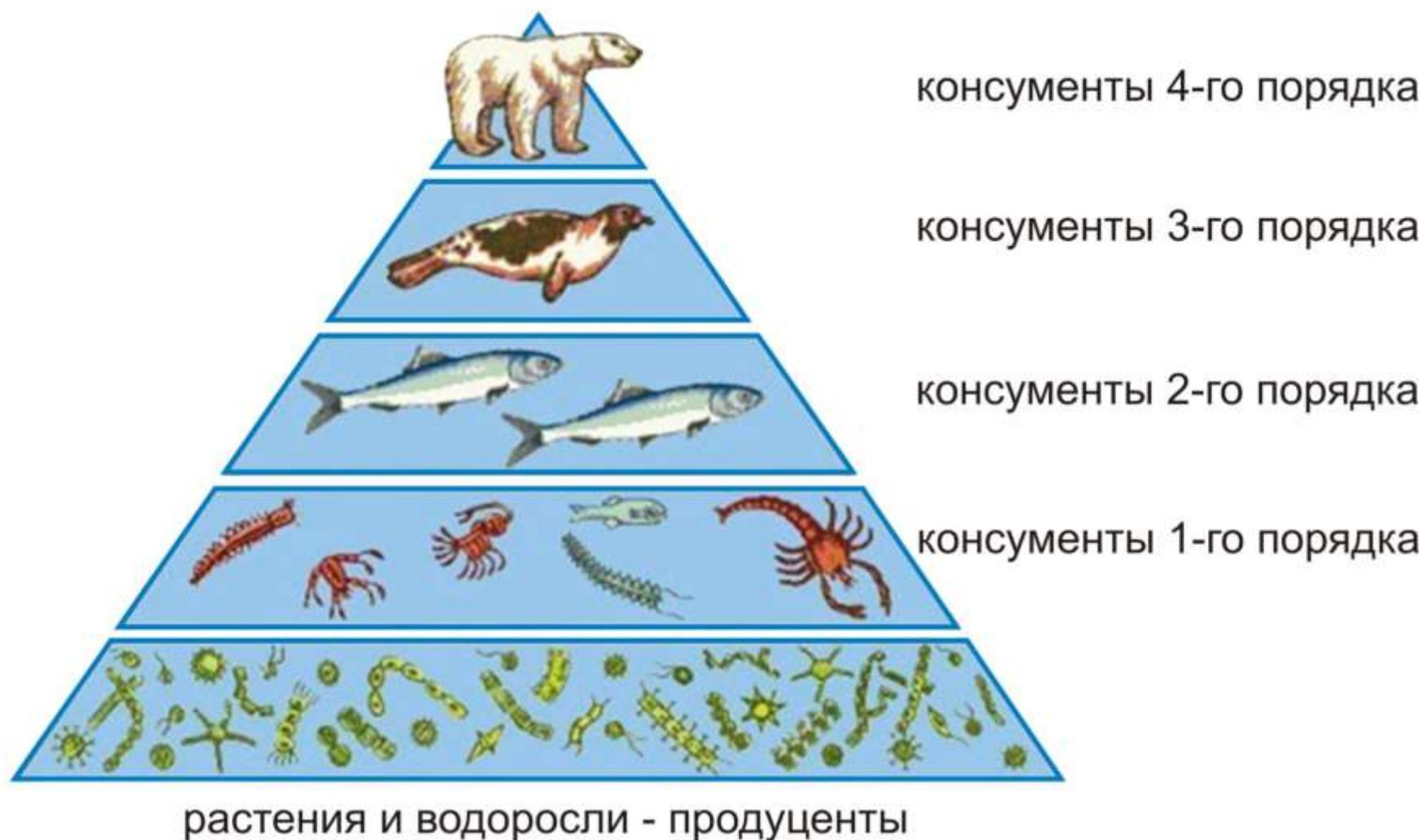




## Простая пищевая цепь



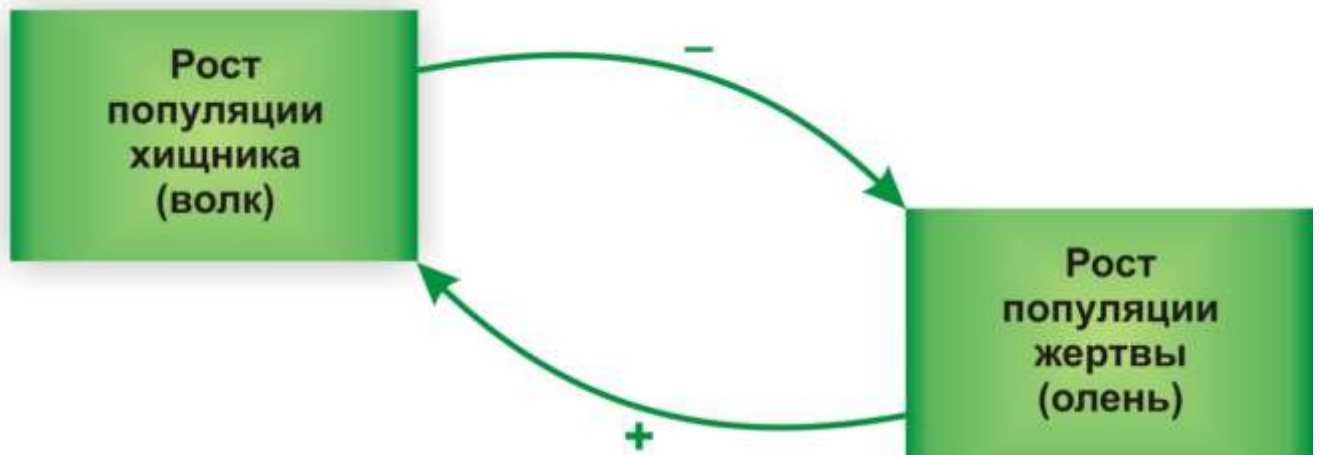
## Пищевая пирамида водной экосистемы



## Экологическая пирамида

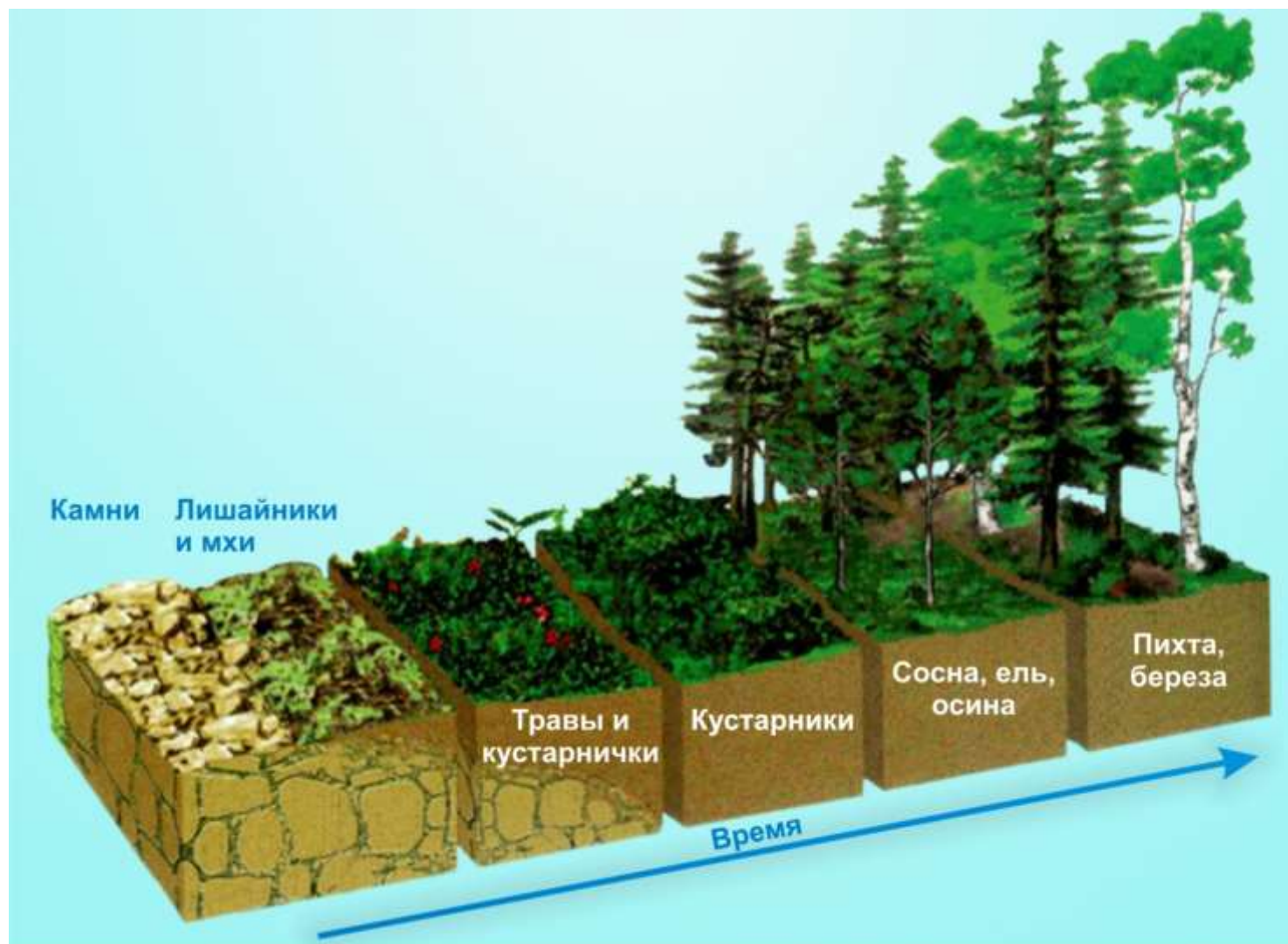


## Компенсаторное регулирование устойчивости системы

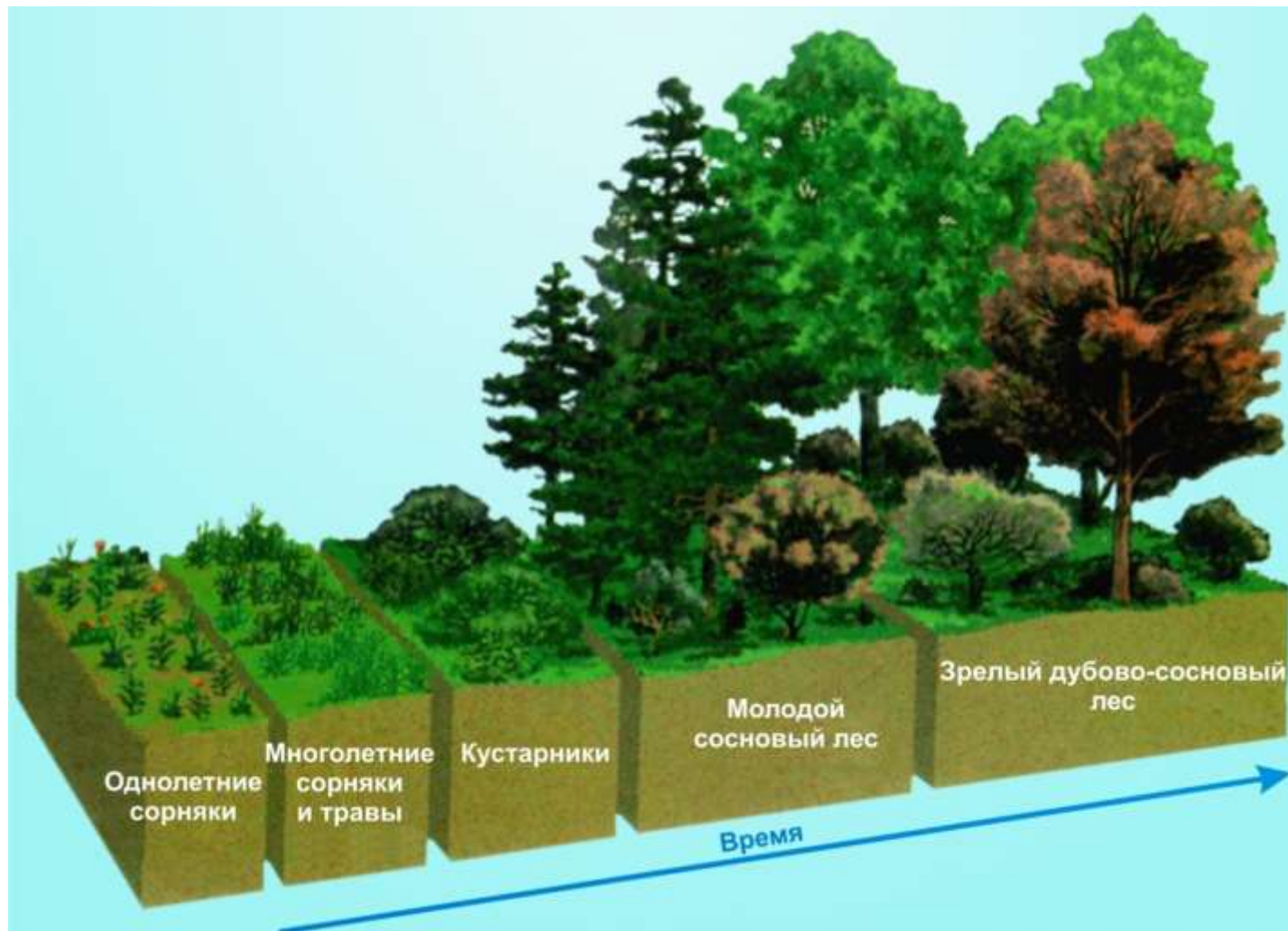




## Первичная сукцессия



## Вторичная сукцессия



## Восстановительная сукцессия





## Лес после пожара и в процессе восстановительной сукцессии





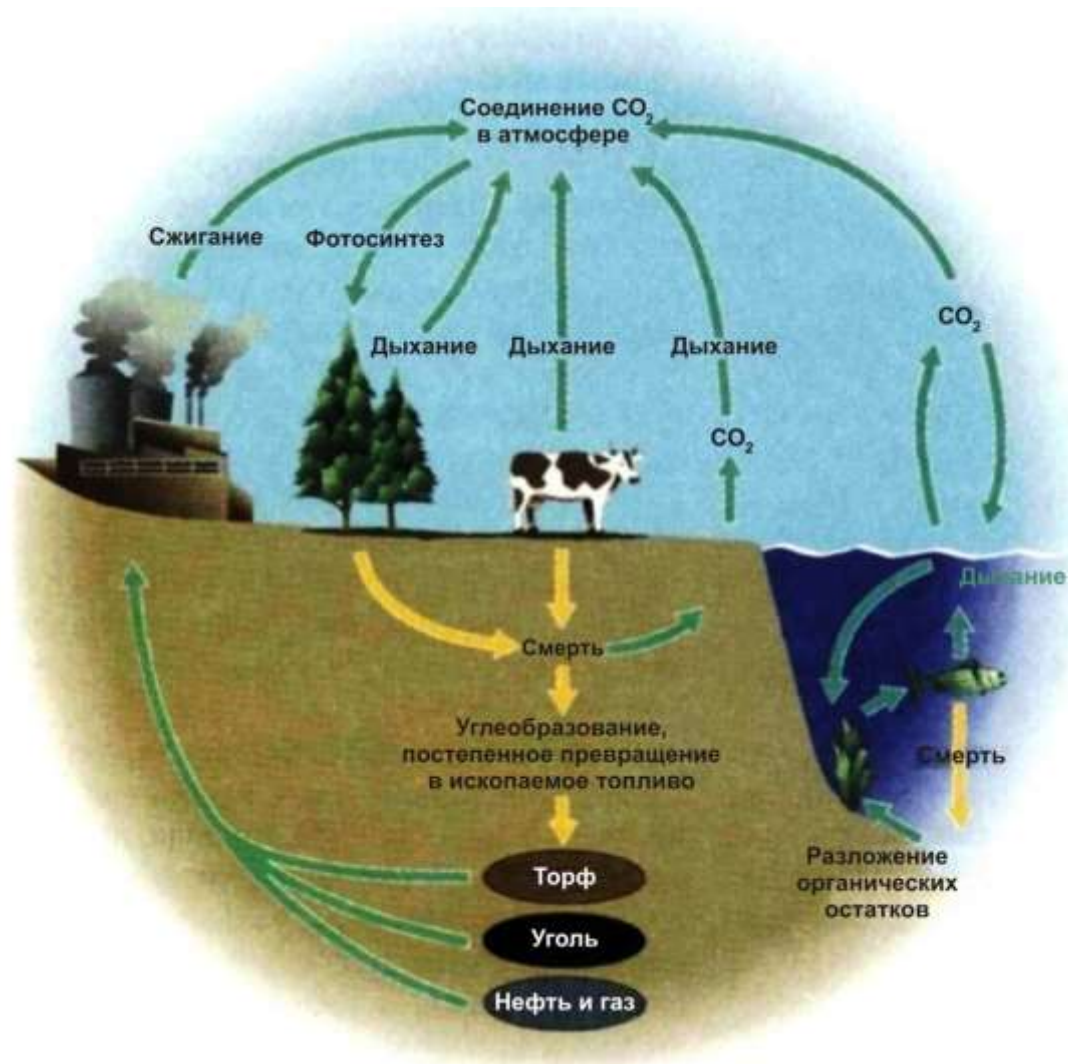
**Факторы устойчивого развития: экономика – природа – общество**



## Виды загрязнения окружающей среды

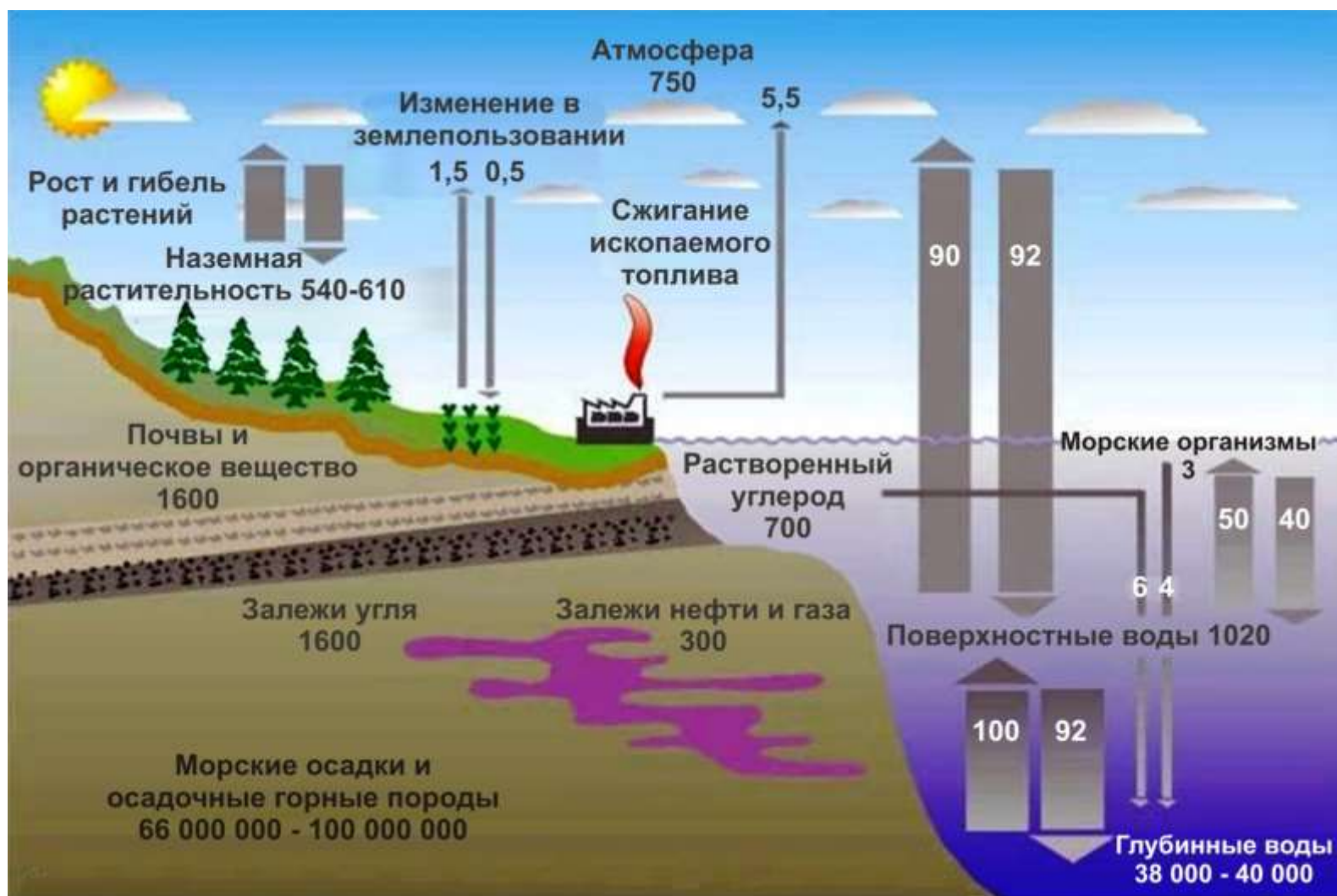


## Круговорот углерода

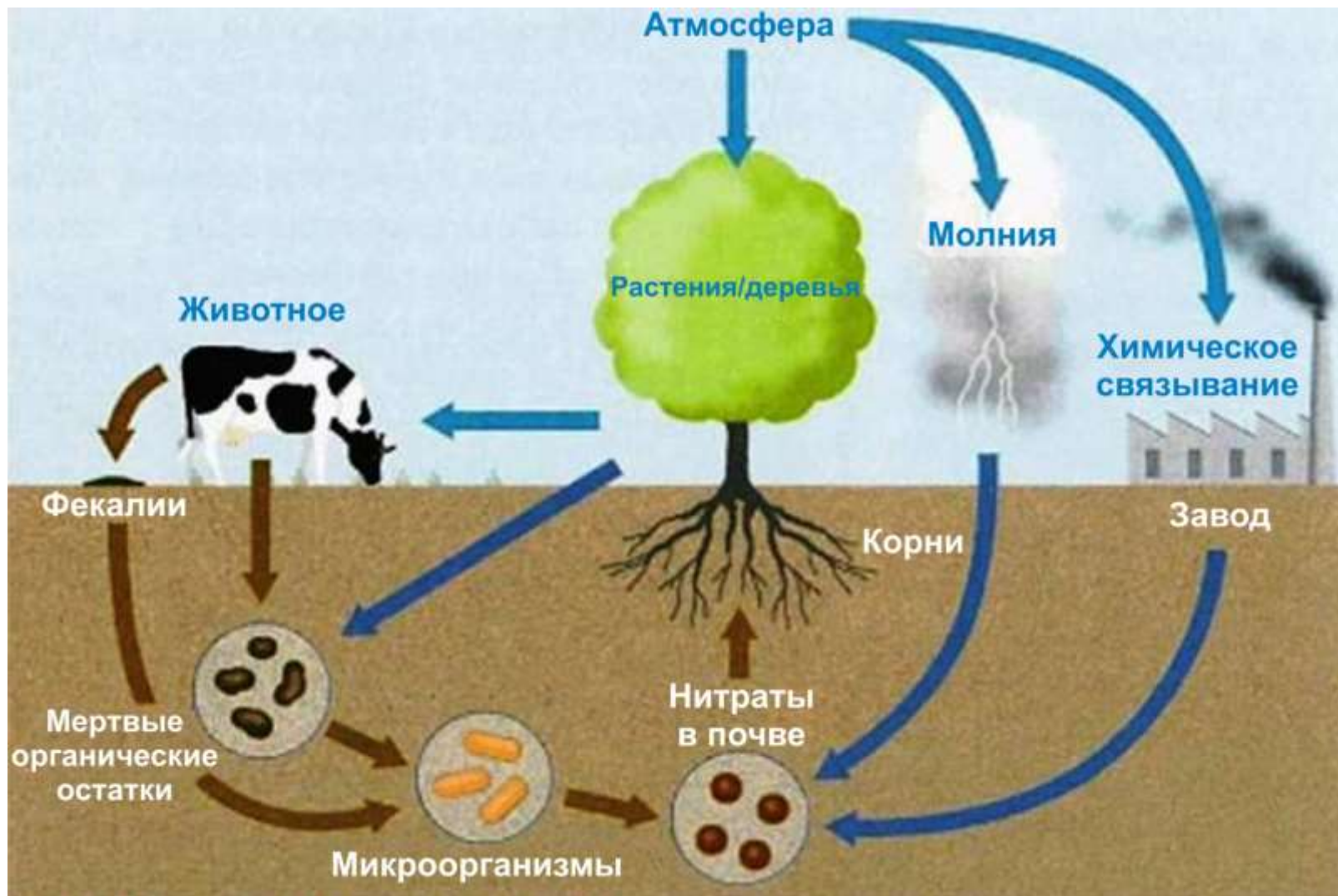




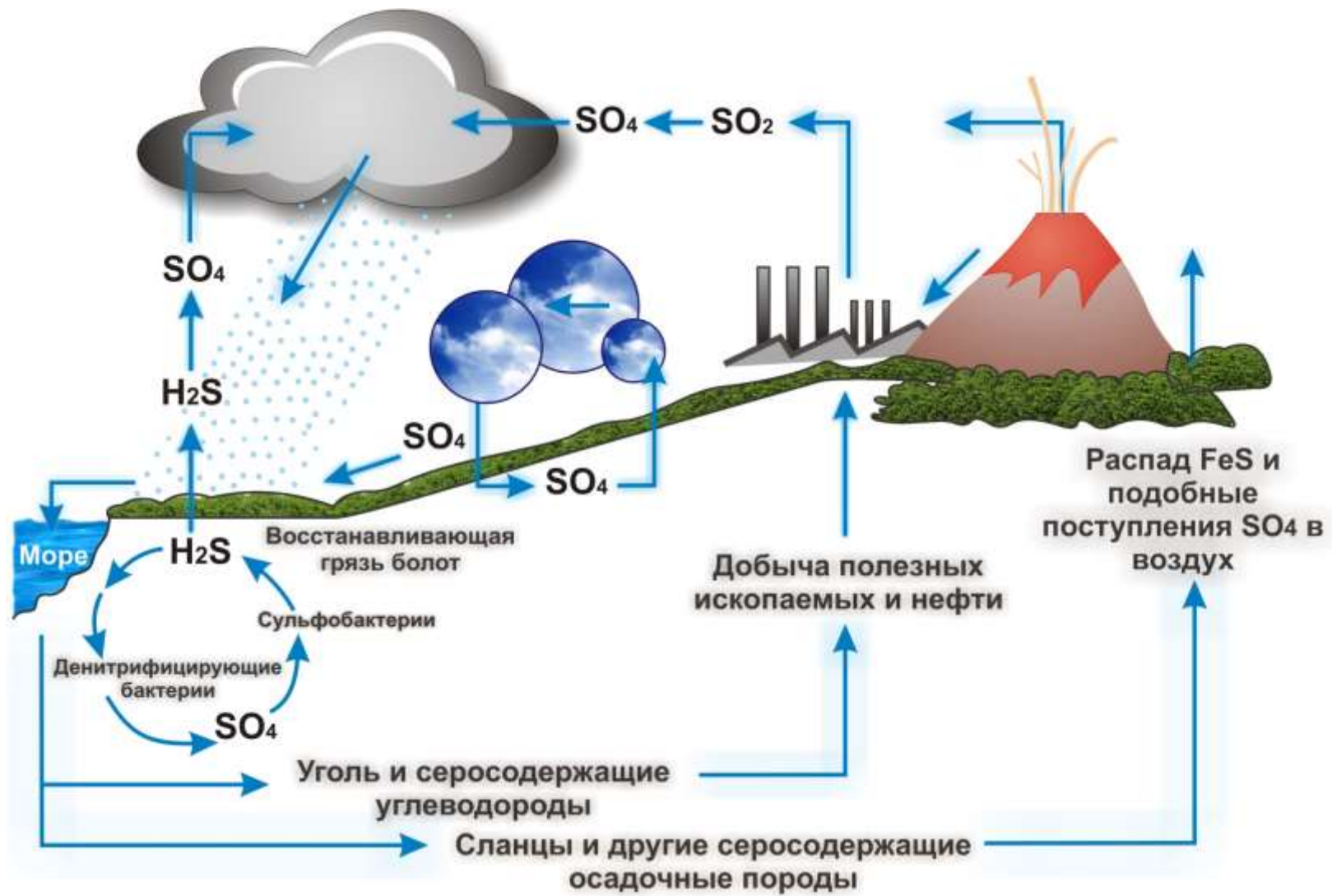
## Баланс углерода в геосфере, млрд. т



## Круговорот азота

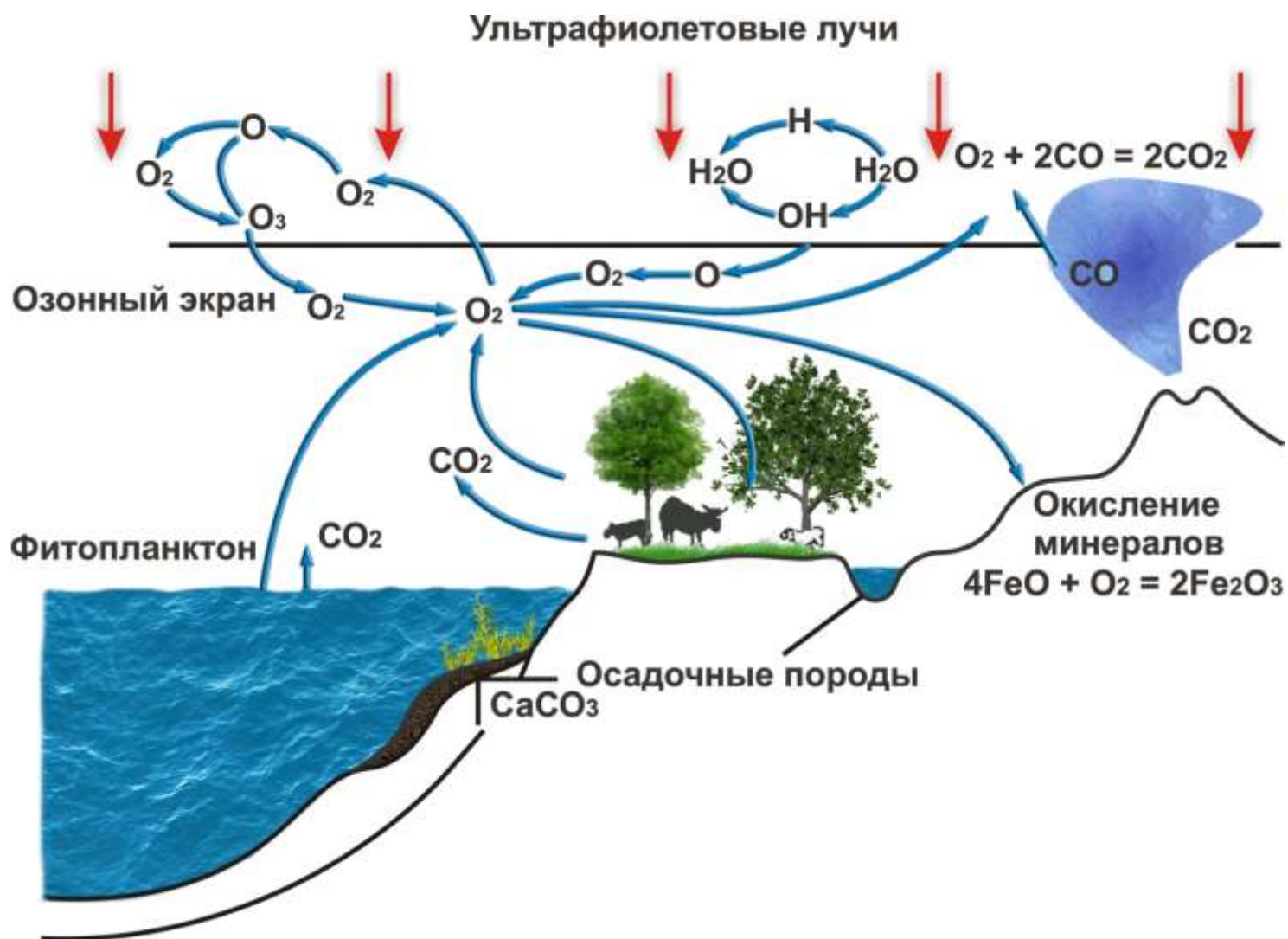


## Круговорот серы

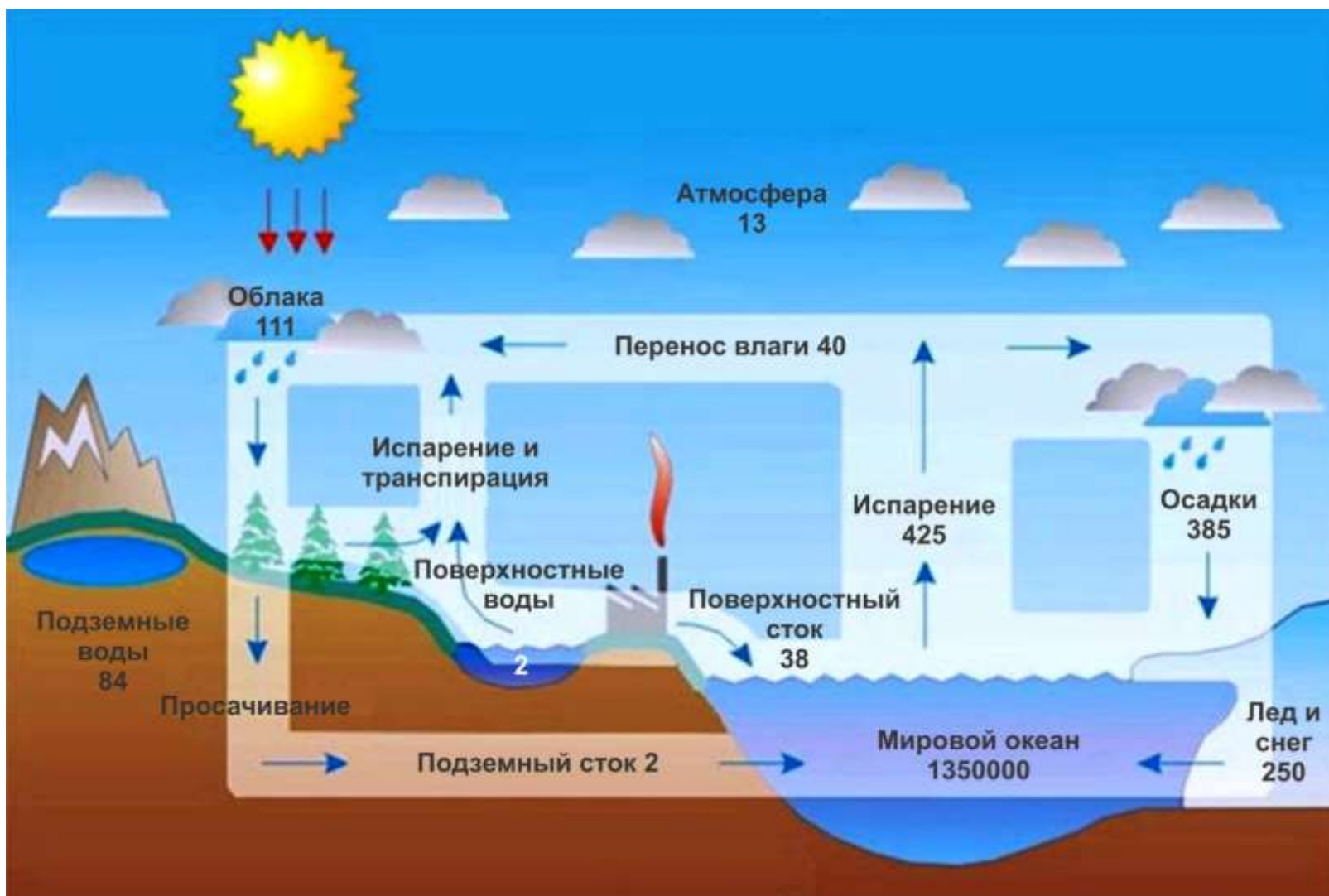




## Круговорот кислорода в несвязанном виде



## Баланс кислорода в связанном виде, тыс. км<sup>3</sup>





## Загрязнение атмосферы промышленными выбросами



## Классификация источников загрязнения атмосферы

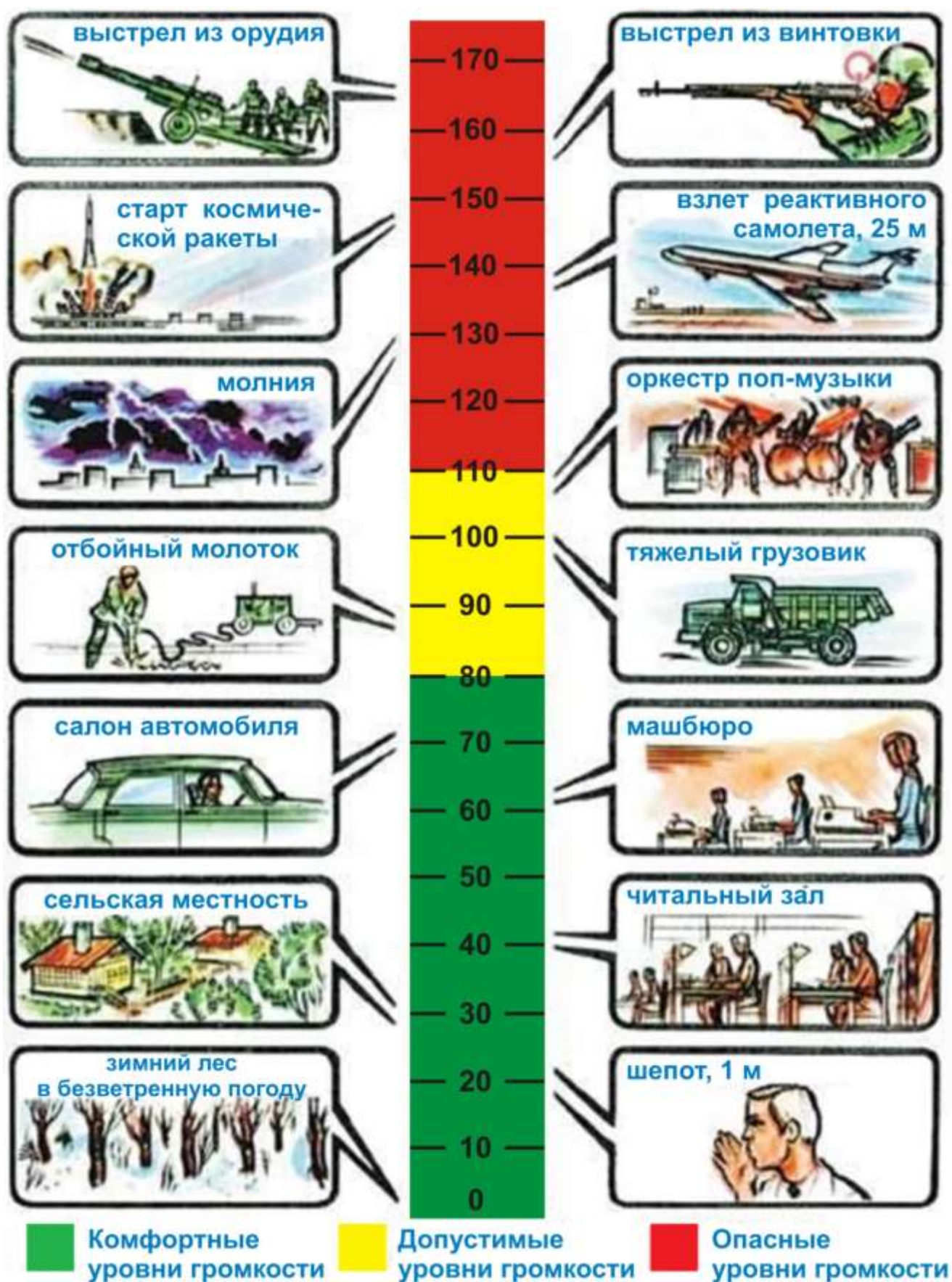


## Источники загрязнения атмосферы





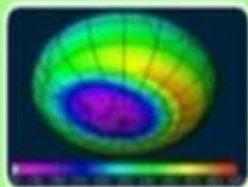
## Шкала интенсивности шума (в дБ)



## Основные проблемы загрязнения атмосферы



**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**



**РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ**

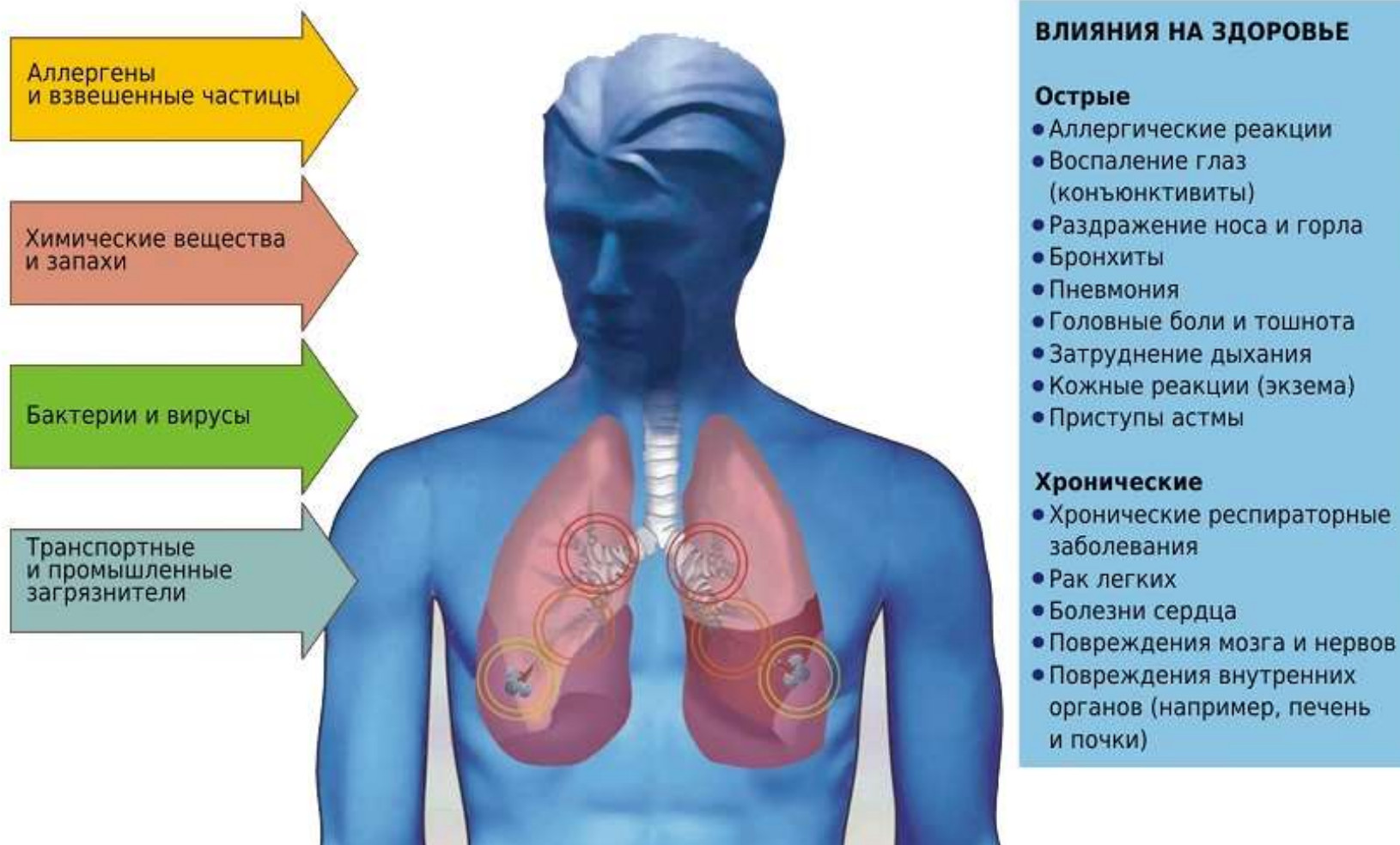


**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА**



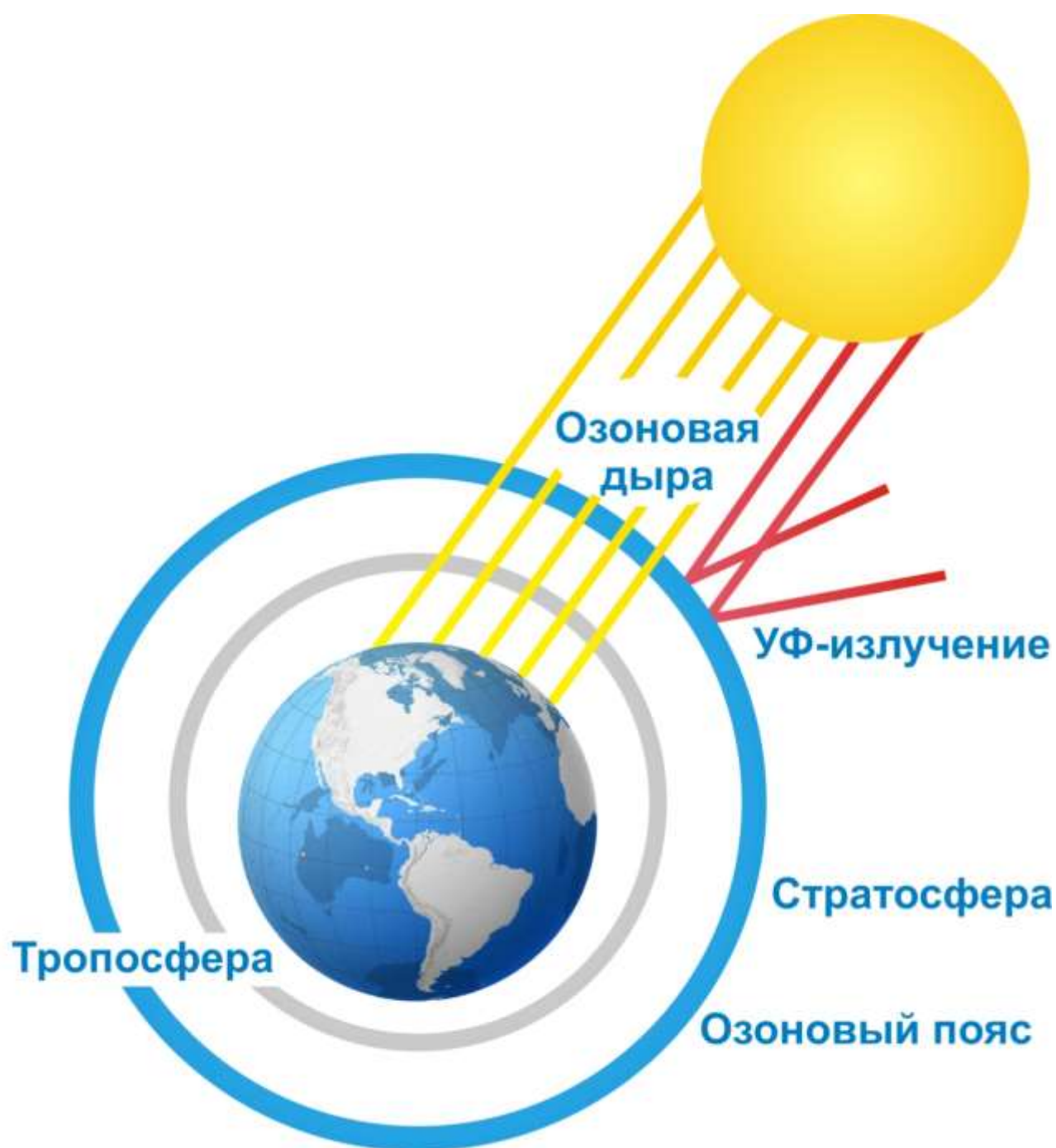
**ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ПЕРЕНОС  
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

## Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека

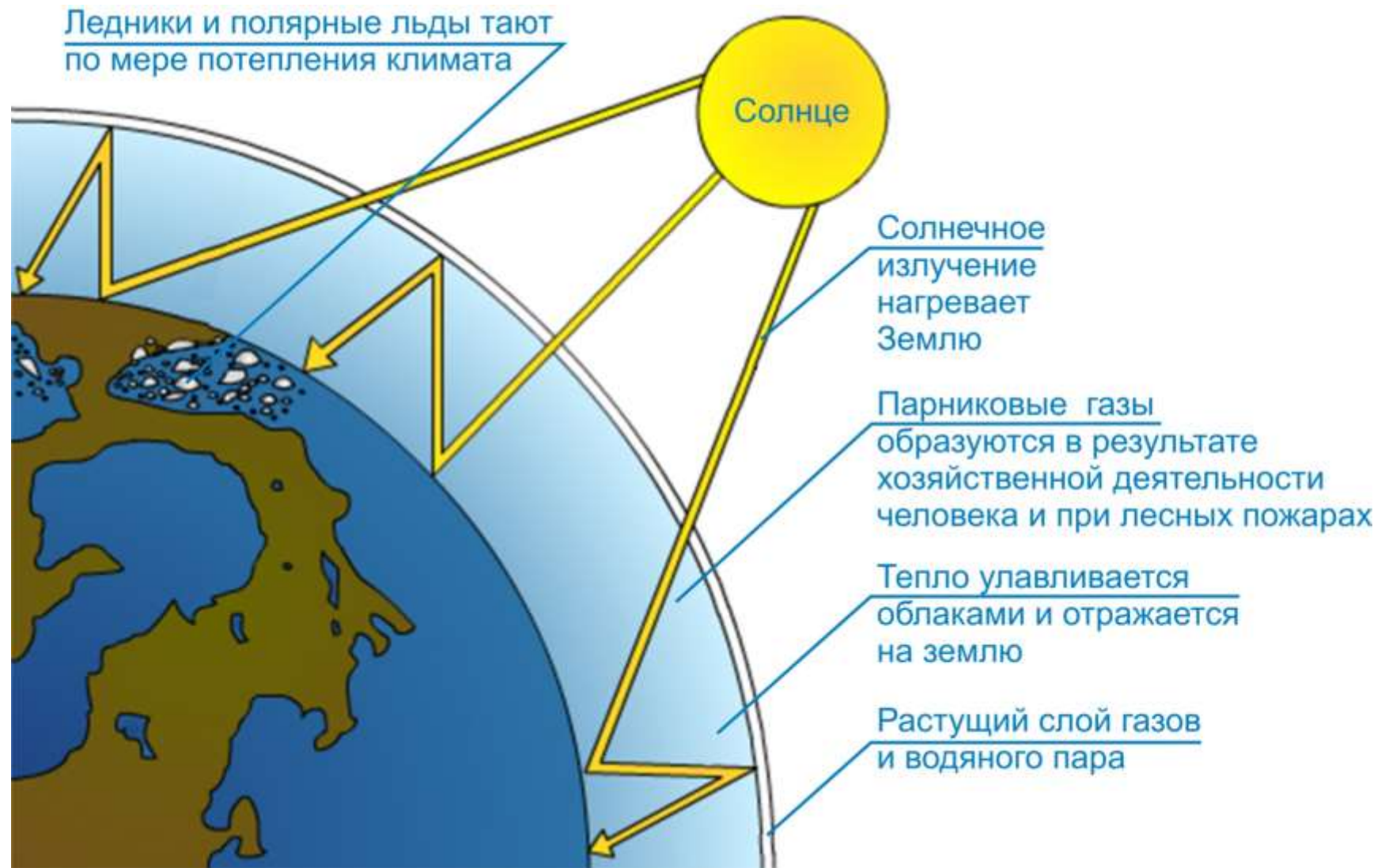




## Проникновение ультрафиолетового (УФ) излучения через озоновую дыру

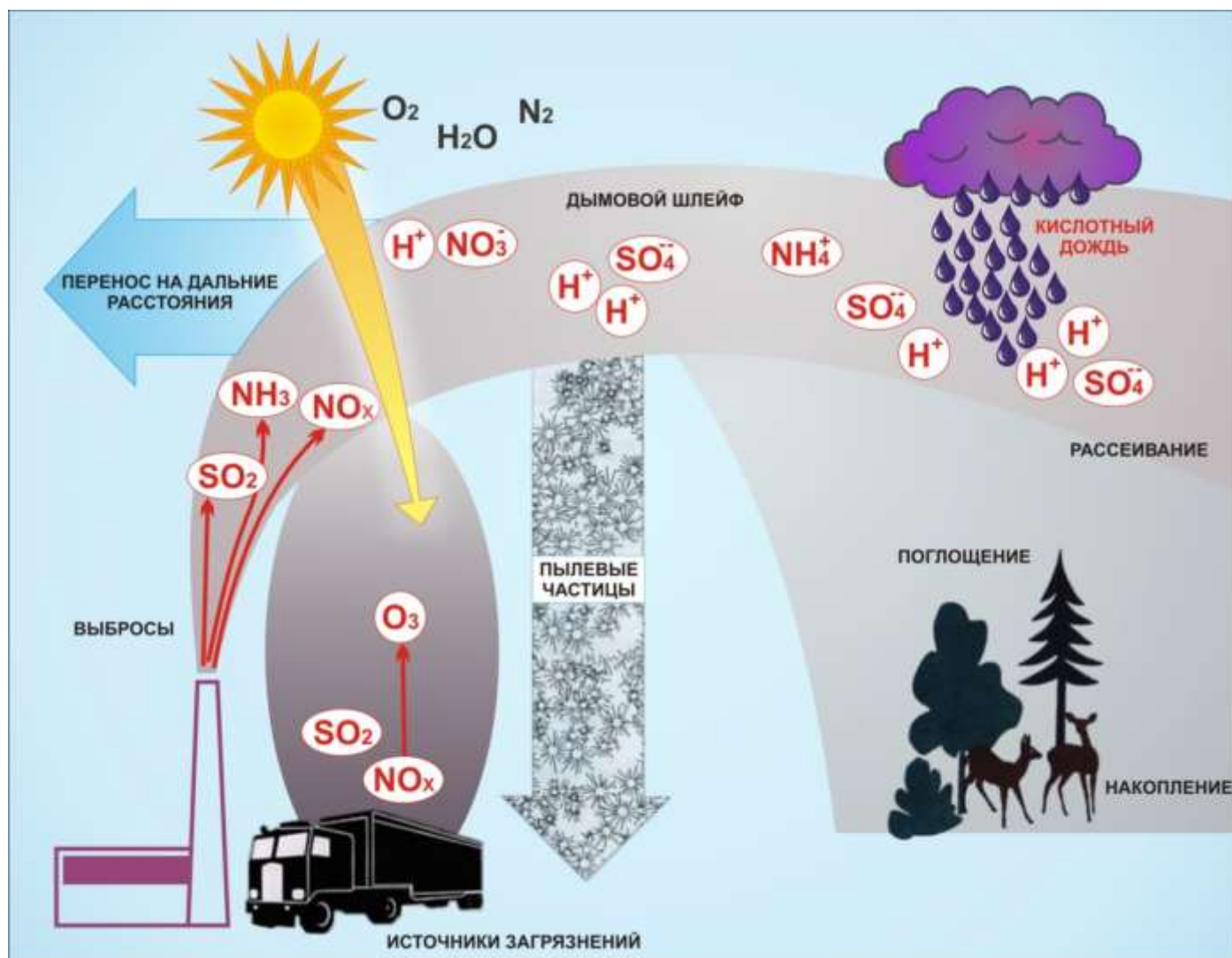


## Влияние парниковых газов на климат

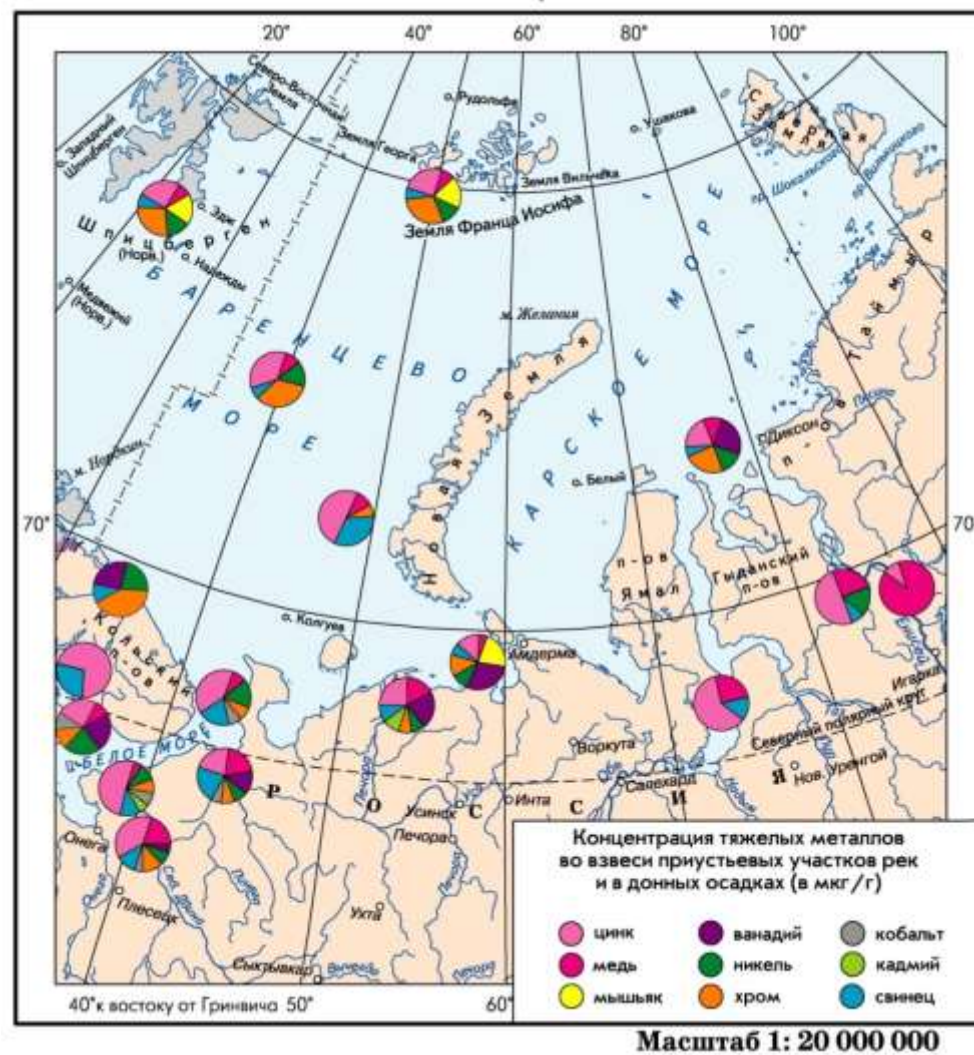




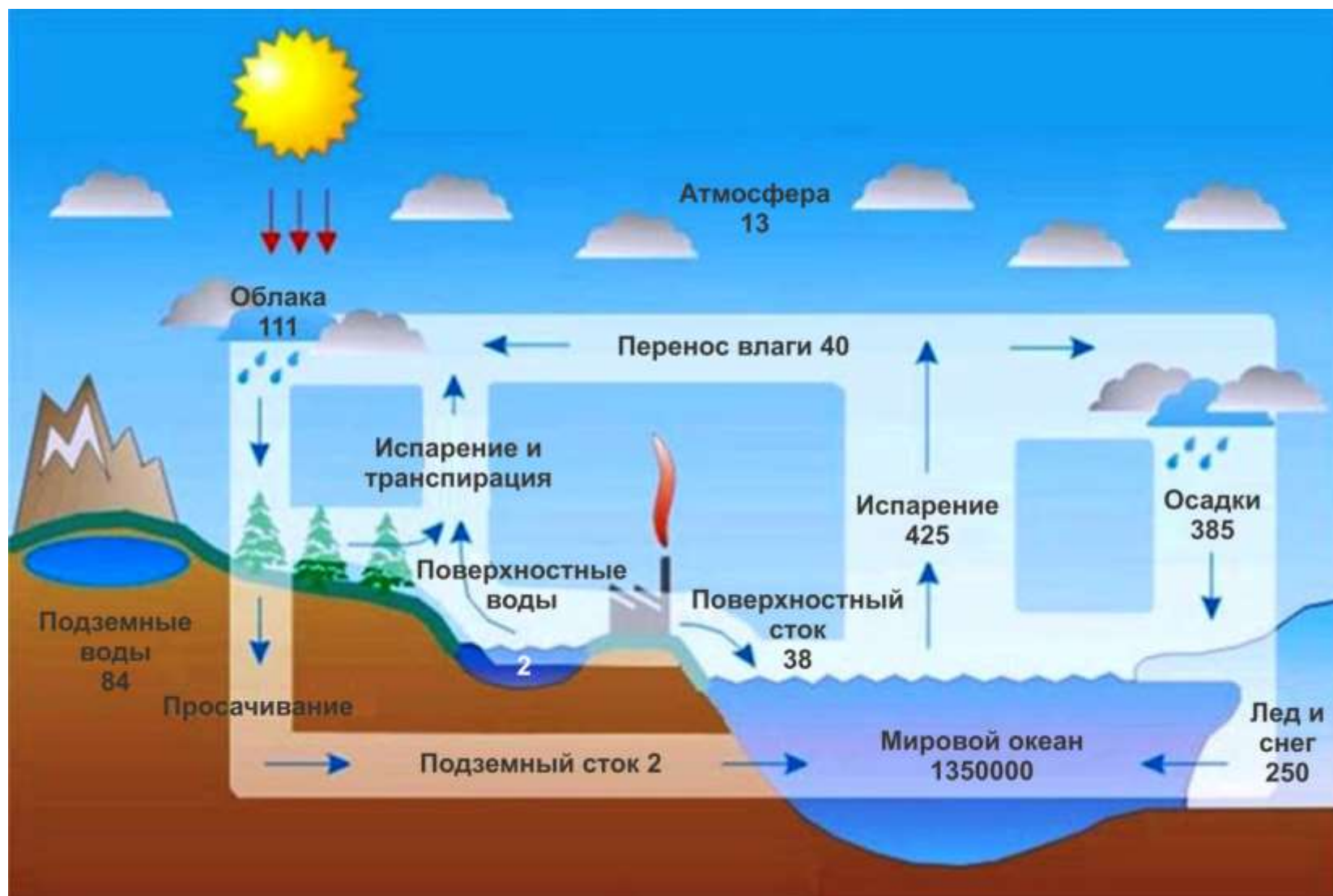
## Перенос загрязнений в атмосфере



## Загрязнение тяжелыми металлами Баренцево-Карского региона



## Запасы и движение воды в природе





## Запасы возобновляемых водных ресурсов речного стока



Среднегодовые возобновляемые водные ресурсы России – **10%** от мирового речного стока

## Распределение водных ресурсов по регионам и странам

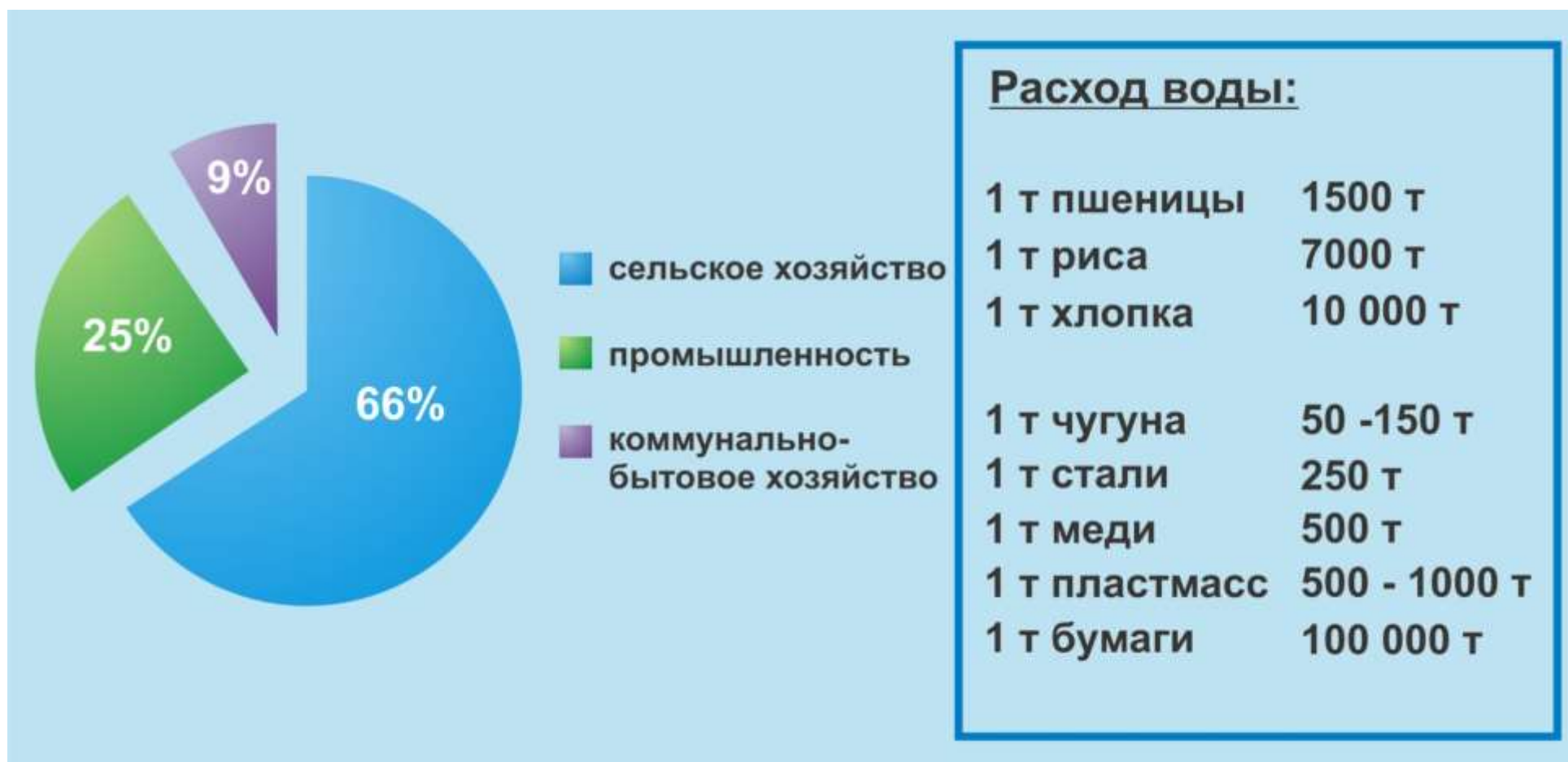
Распределение водных ресурсов по регионам мира  
(тыс. км<sup>3</sup>)



Крупнейшие страны мира по запасам пресной воды (тыс. км<sup>3</sup>)



## Расход воды на промышленное производство и сельское хозяйство



## Водопотребление в России





# Состояние и проблемы водопользования в России

## Текущее состояние

Ежегодное использование свежей воды составляет 57,7 км<sup>3</sup> и не превышает 2% ресурсов речного стока



Загрязненность водных объектов на территории Российской Федерации



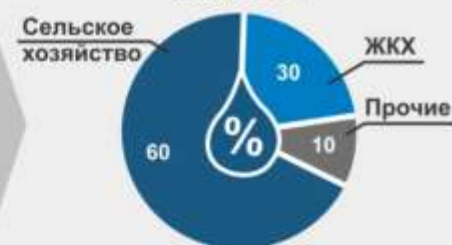
## Основные проблемы

### 1 Высокая водоемкость ВВП

Объем водозабора на единицу ВВП (м<sup>3</sup>/тыс.руб.)



Потери воды при транспортировке в Российской Федерации 7,5 км<sup>3</sup> в год

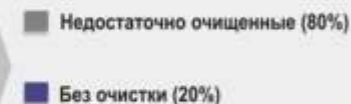


### 2 Низкая степень очистки сточных вод

Отраслевая структура сброса загрязненных сточных вод

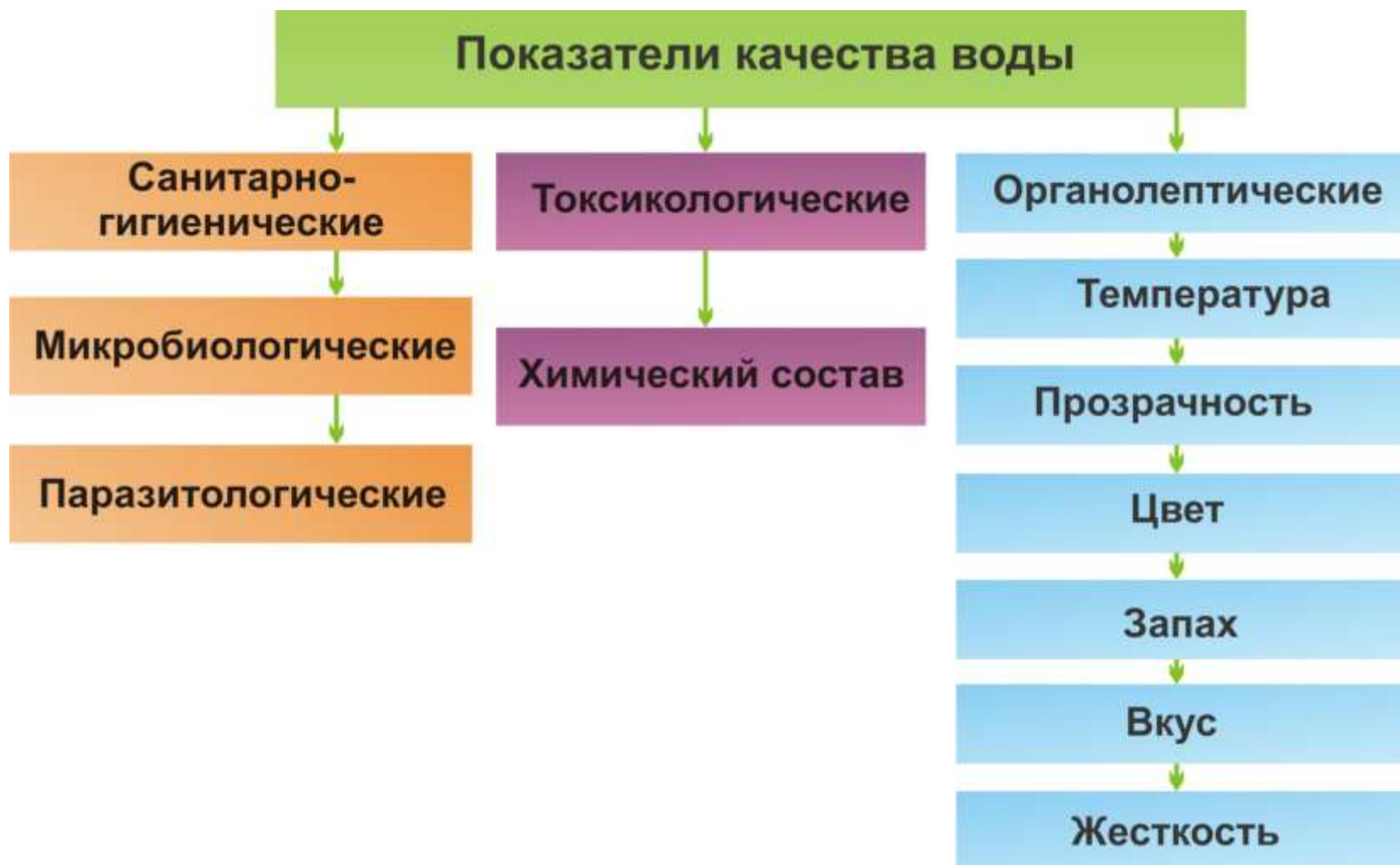


Объем сброса загрязненных сточных вод - 15,9 км<sup>3</sup> в том числе:

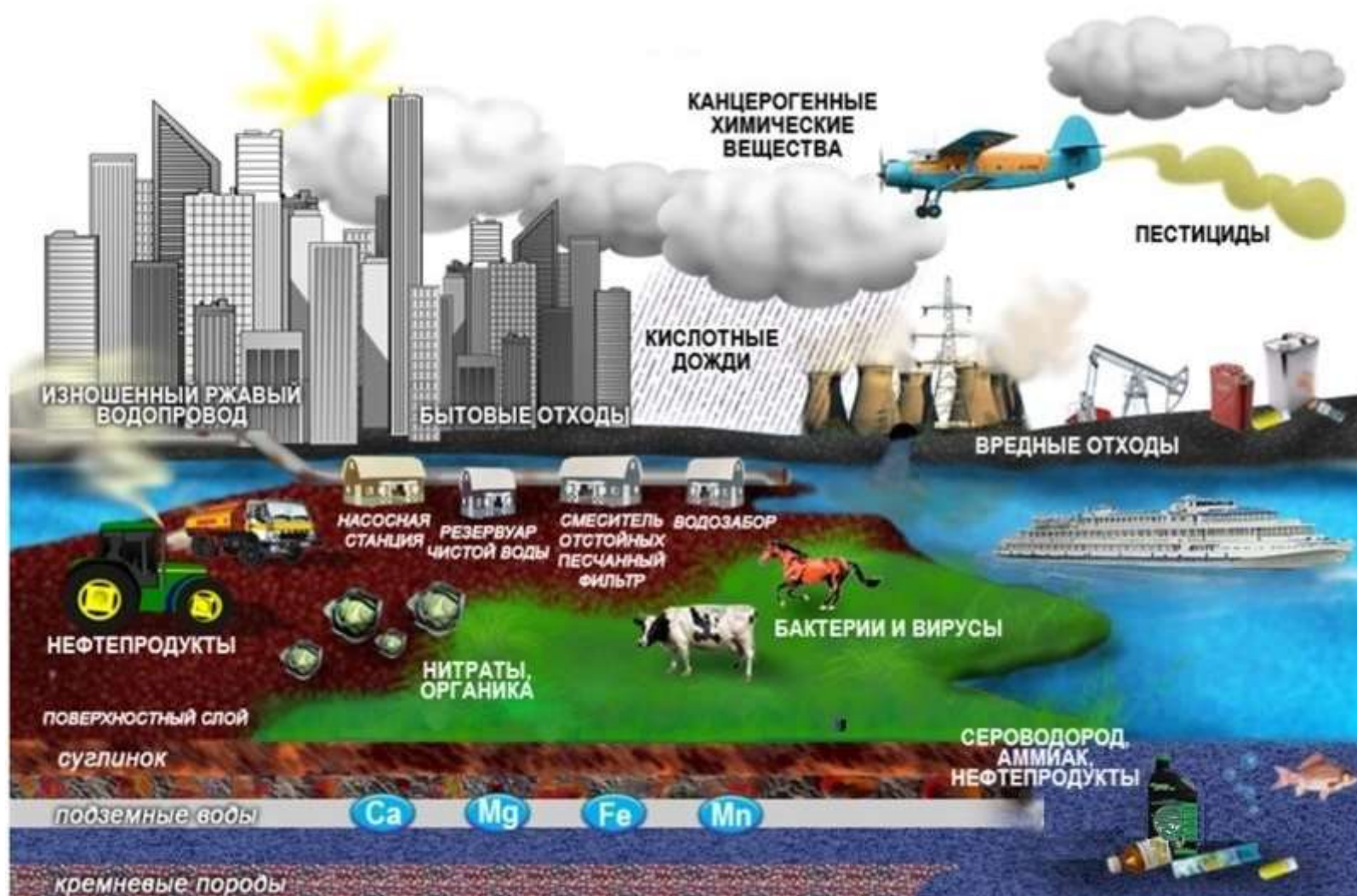




## Показатели качества воды



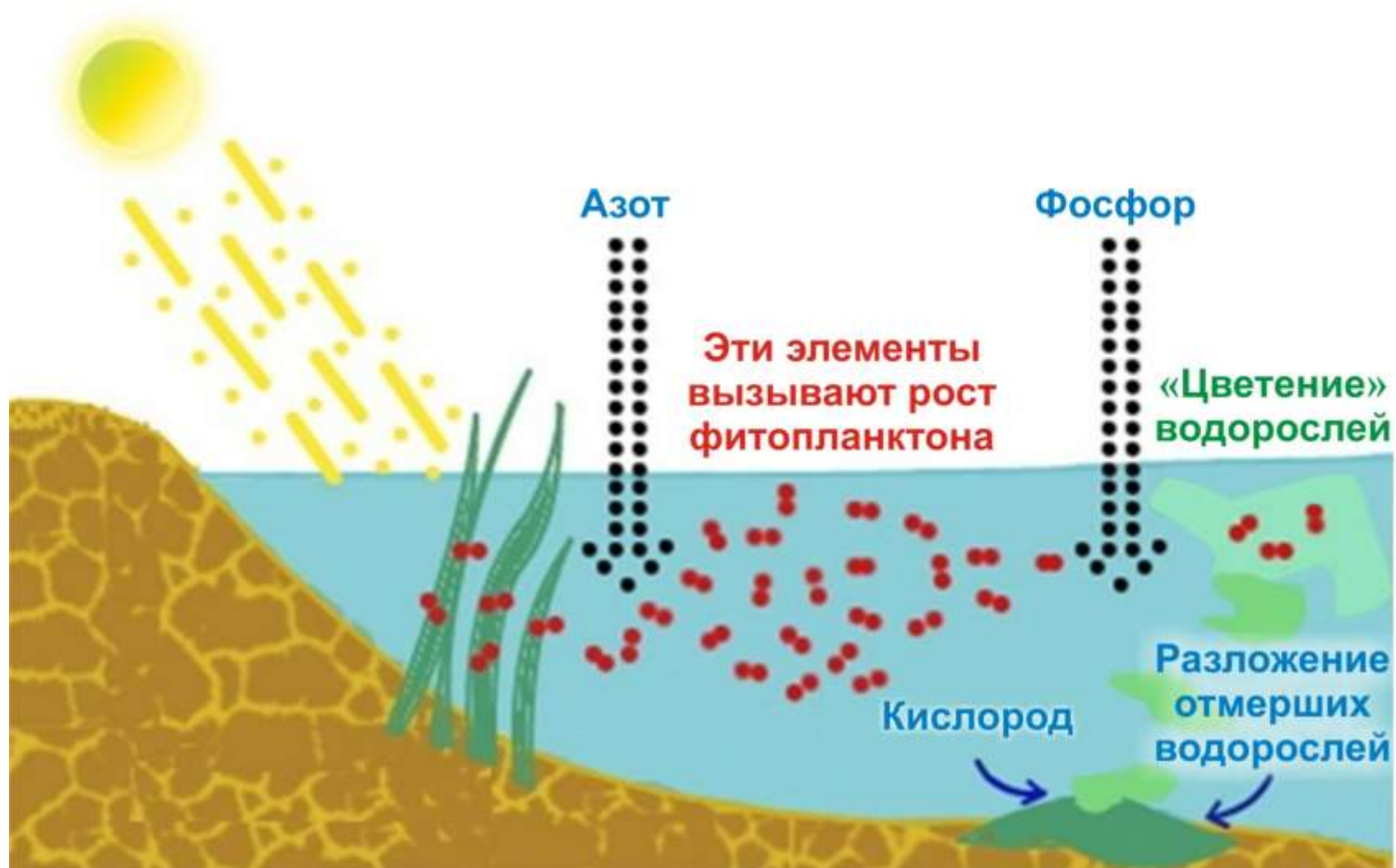
## Основные источники загрязнения воды



**Распределение потерь нефти в % от общей суммы мировых потерь в океане за год  
(общие потери нефти 0,23% мировой добычи)**



## Эвтрофирование водоема





## Проблема дефицита пресной воды в мире

От «водного стресса» в мире страдают более 700 млн человек в 43 странах

Общий объем воды на Земле — **13,5 млн км<sup>3</sup>**  
На одного человека — **250 270 млн. м<sup>3</sup>**

Основной ресурс воды для жизнедеятельности — **речной сток**

В самых маловодных странах на душу населения  
**< 5 000 м<sup>3</sup> воды**



### США

Население: 304 265 699 чел.

**Проблема:** потребляется 400 л в день, вместо 50 л (минимальная потребность на человека).

**Перспектива:** если к 2020 году не будет найден новый источник пресной воды, Лос-Анджелес станет прибрежной пустыней, воды в которой хватит только на 1 млн чел.

### Региональная нехватка воды

в странах Центральной Азии, Среднего Востока и Северной Африки, а также в Индии, Пакистане и США

### Получают воду из-за границы

Азербайджан, Латвия, Словакия, Узбекистан, Украина, Хорватия, Израиль, Молдова, Румыния и Туркменистан

### Потребляют только загрязненную воду

Судан, Иран, Венесуэла, Сирия, Зимбабве, Тунис, Куба

### Китай

Население: 1 322 178 190 чел.

**Проблема:** нехватка воды 37 млрд тонн ежегодно в 300 городах.

**Перспектива:** нехватка зерна, для выращивания которого требуется пресная вода

### Египет, Эфиопия, Судан

Население: 167 млн чел. (совокупное).

**Проблема:** усыхание Нила — основного источника воды.

**Перспектива:** к 2025 году, все они должны будут столкнуться с серьезной нехваткой зерновых культур

### Йемен

Население: 19 млн чел.

**Проблема:** уровень грунтовых вод падает на 2 м в год.

**Перспектива:** водоносный горизонт может истощиться к 2010 году

### Иран

Население: 70 млн чел.

**Проблема:** уровень грунтовых вод падает на 2,8 м в год. В последний раз — на 8 м.

**Перспектива:** будут заброшены деревни на востоке страны, будет нарастать поток беженцев

### Мексика

Население: 104 млн чел.

**Проблема:** уровень грунтовых вод падает на 1,8-3,3 м в год.

**Перспектива:** во многих штатах потребности в воде опередят имеющиеся запасы



## Угольные терриконы

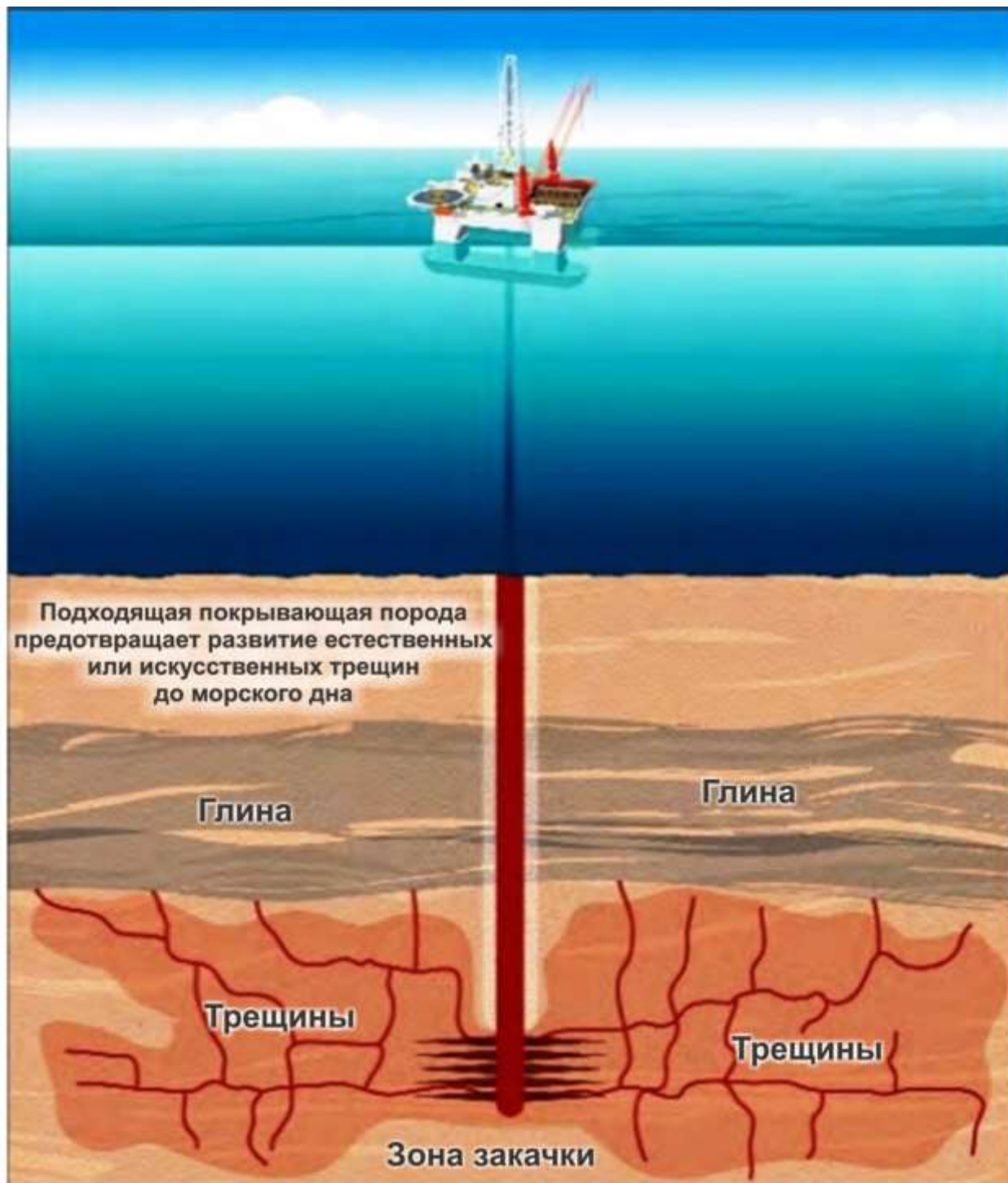




## Карьер алмазсодержащей кимберлитовой трубки

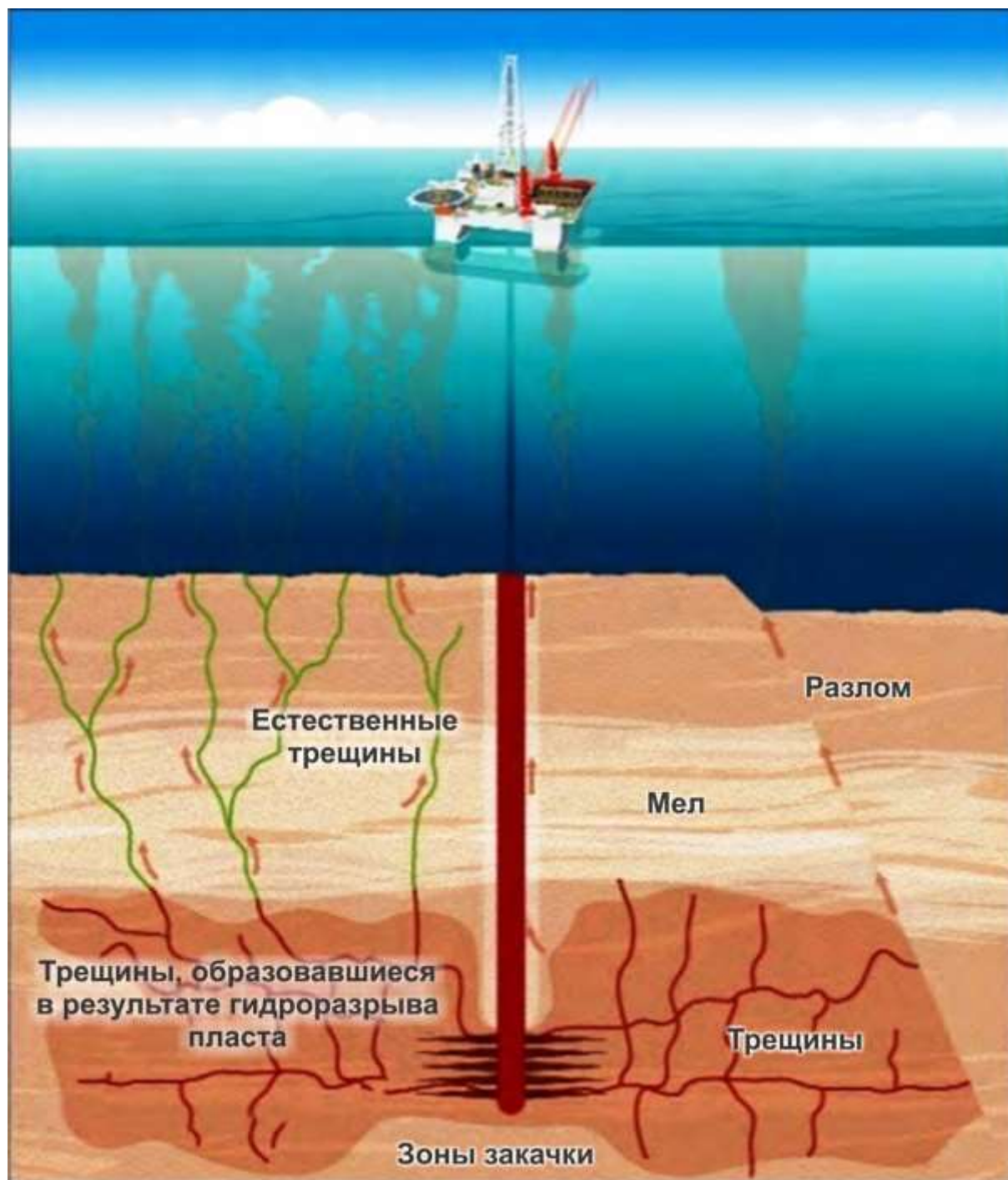


## Подземное захоронение жидких отходов при наличии глинистого пласта-водоупора





## Загрязнение недр и морского дна при подземном захоронении жидких отходов



**Погружение эксплуатационной платформы вследствие просадки дна Северного моря над месторождением Экофиск (Норвегия), 1988 г.**



## Карстовые явления в недрах





## Карстовая воронка





## Распространение многолетнемерзлых пород в России



## Оползень в многолетнемерзлых породах на Европейском Севере России

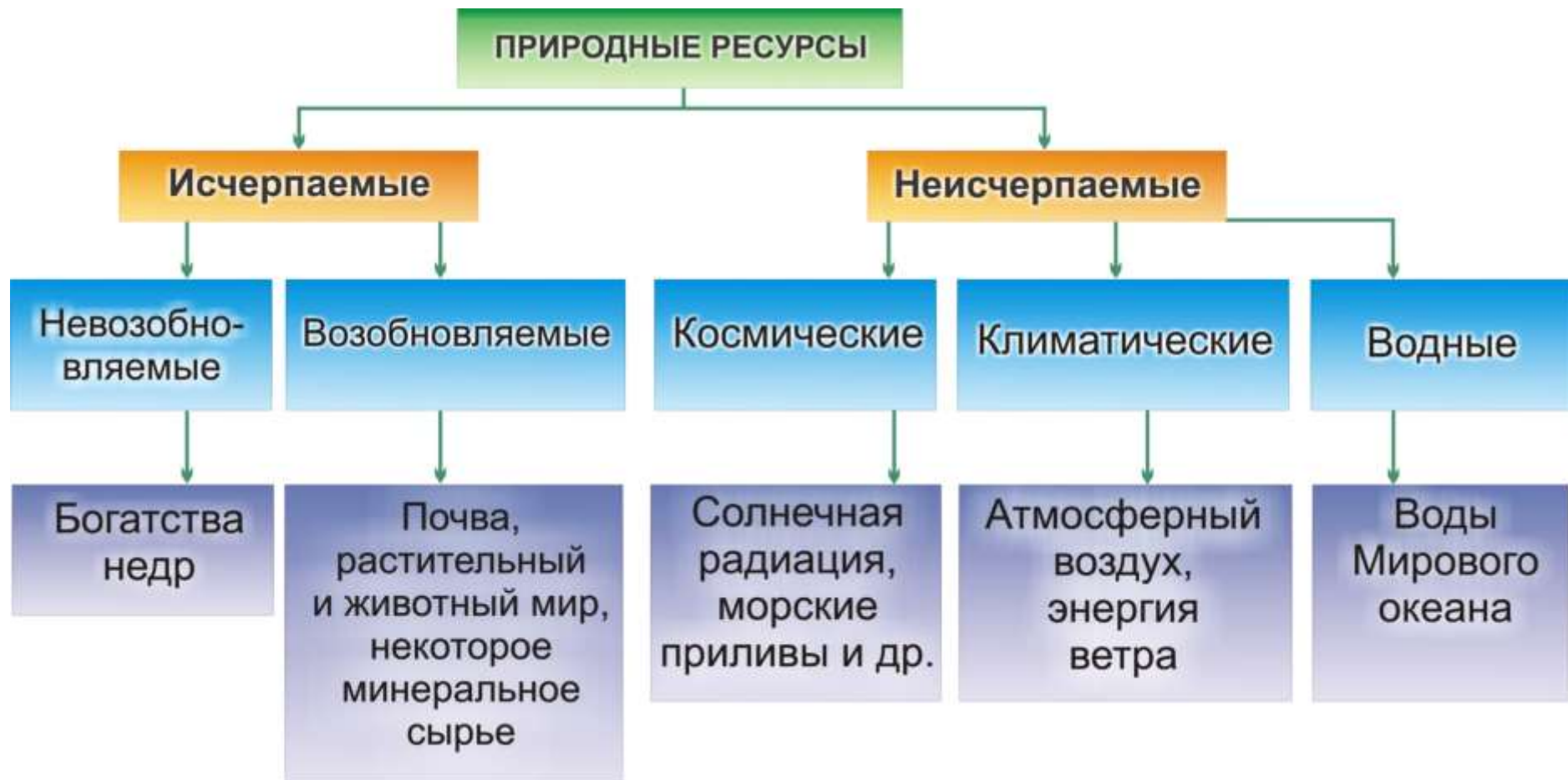




## Нарушение рельефа в результате оползня в многолетнемерзлых породах



## Классификация природных ресурсов

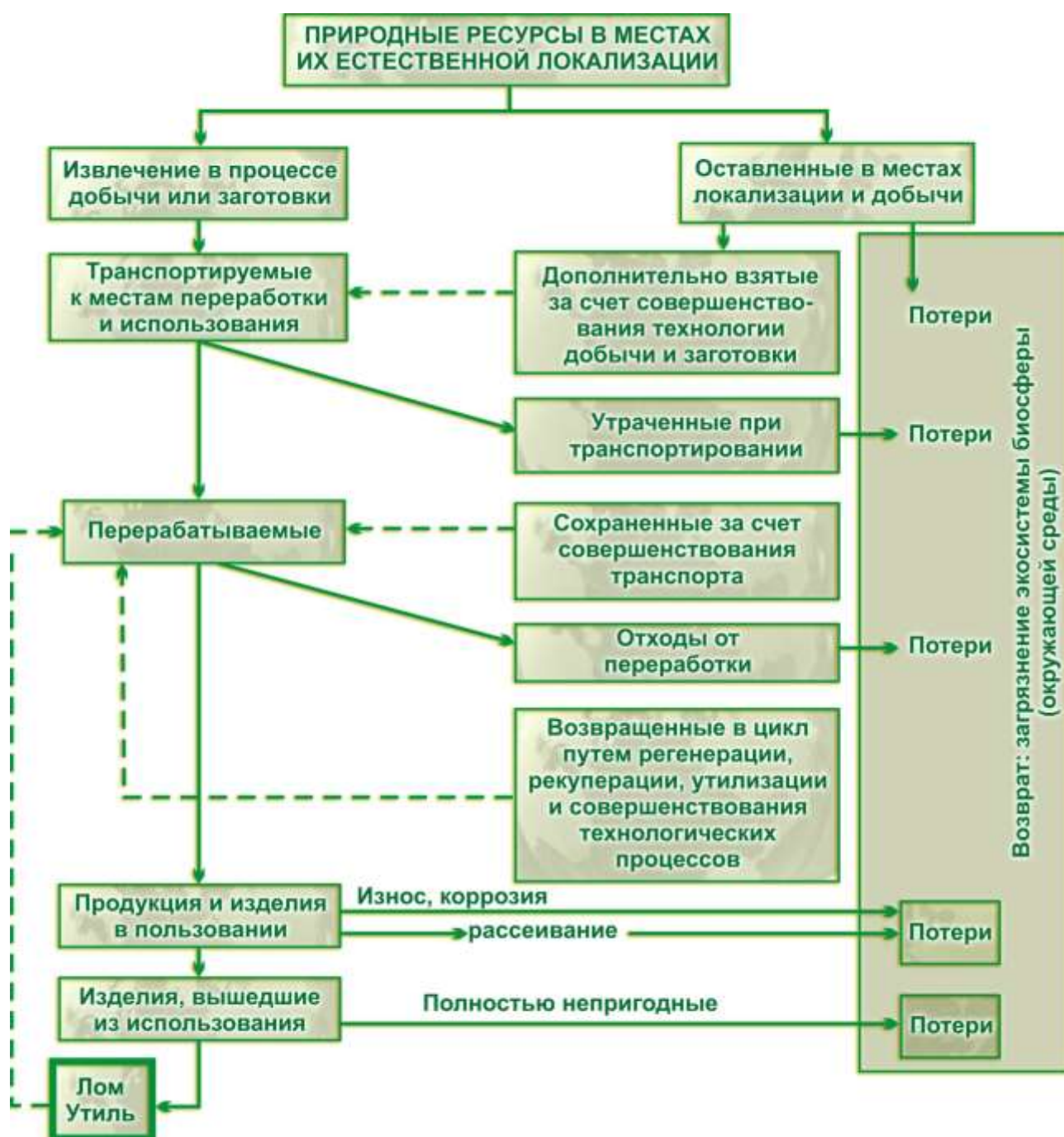




## Классификация полезных ископаемых



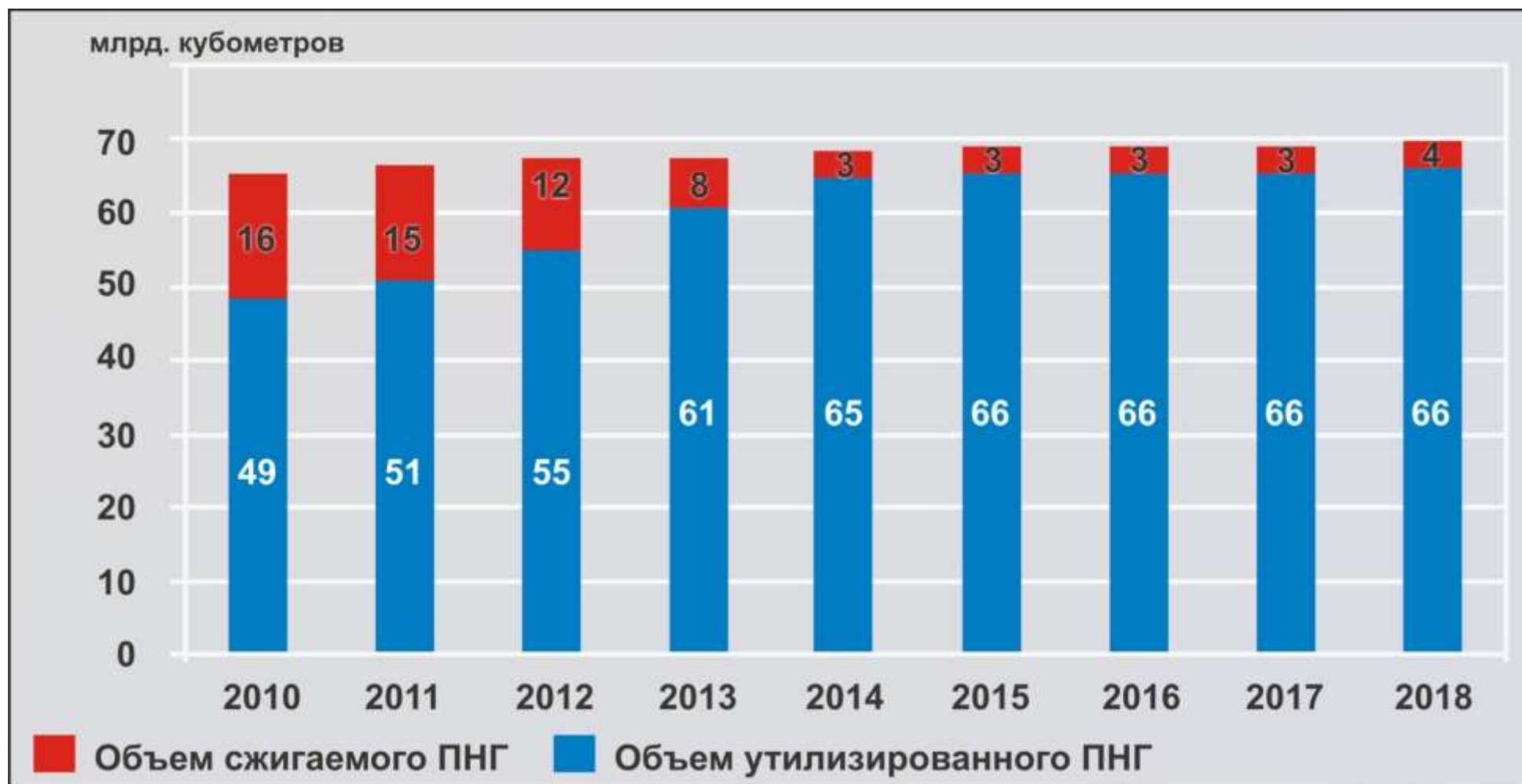
## Концептуальная модель ресурсного цикла



## Сжигание попутного нефтяного газа

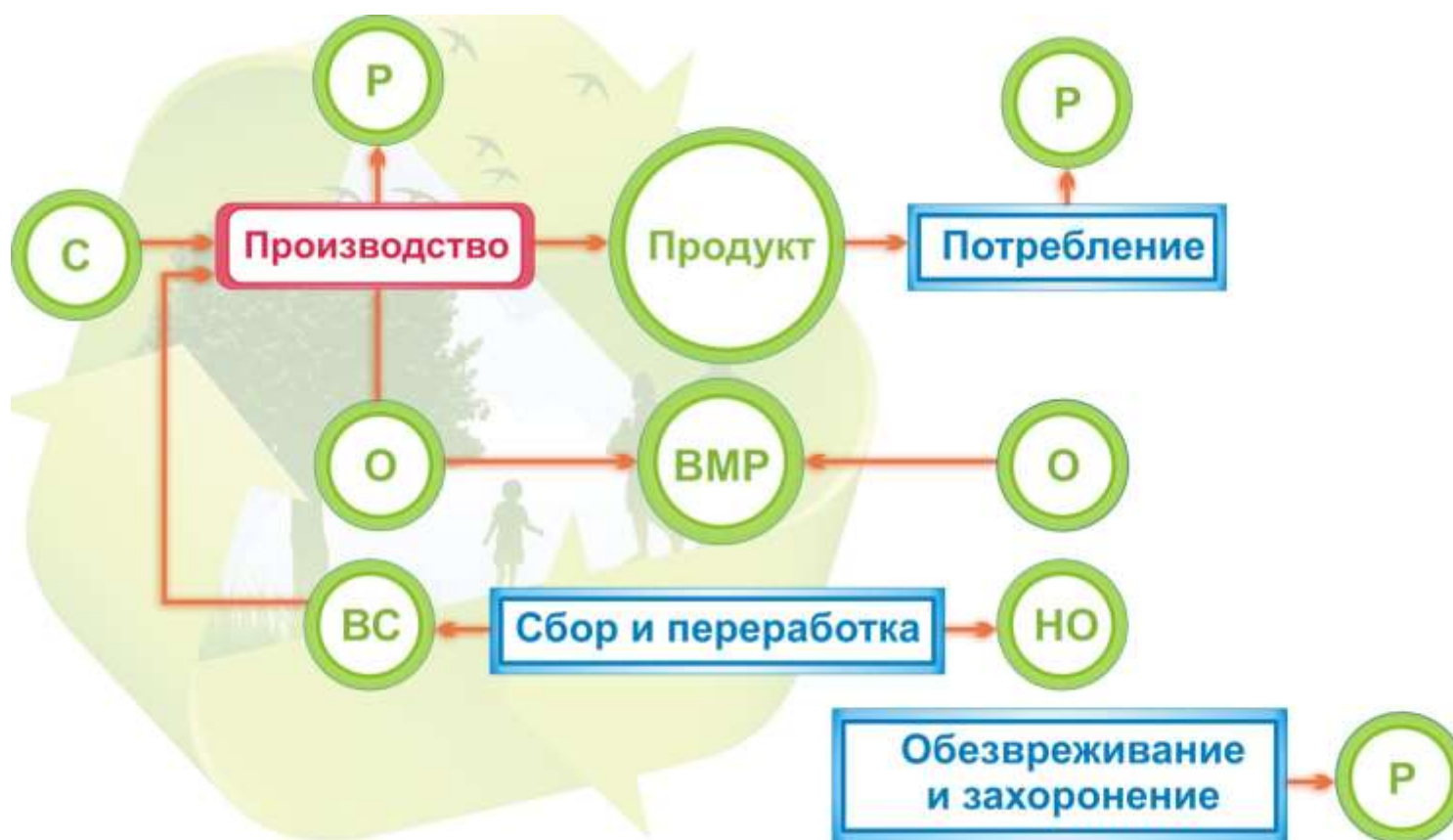


## Прогноз утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) в России





## Принципиальная схема малоотходной технологии



С – первичное сырье;  
Р – рассеивание в окружающей среде;  
О – отходы;  
ВМР – вторичные материальные ресурсы;  
ВС – вторичное сырье;  
НО – не утилизируемые ресурсы

## Система экологического законодательства

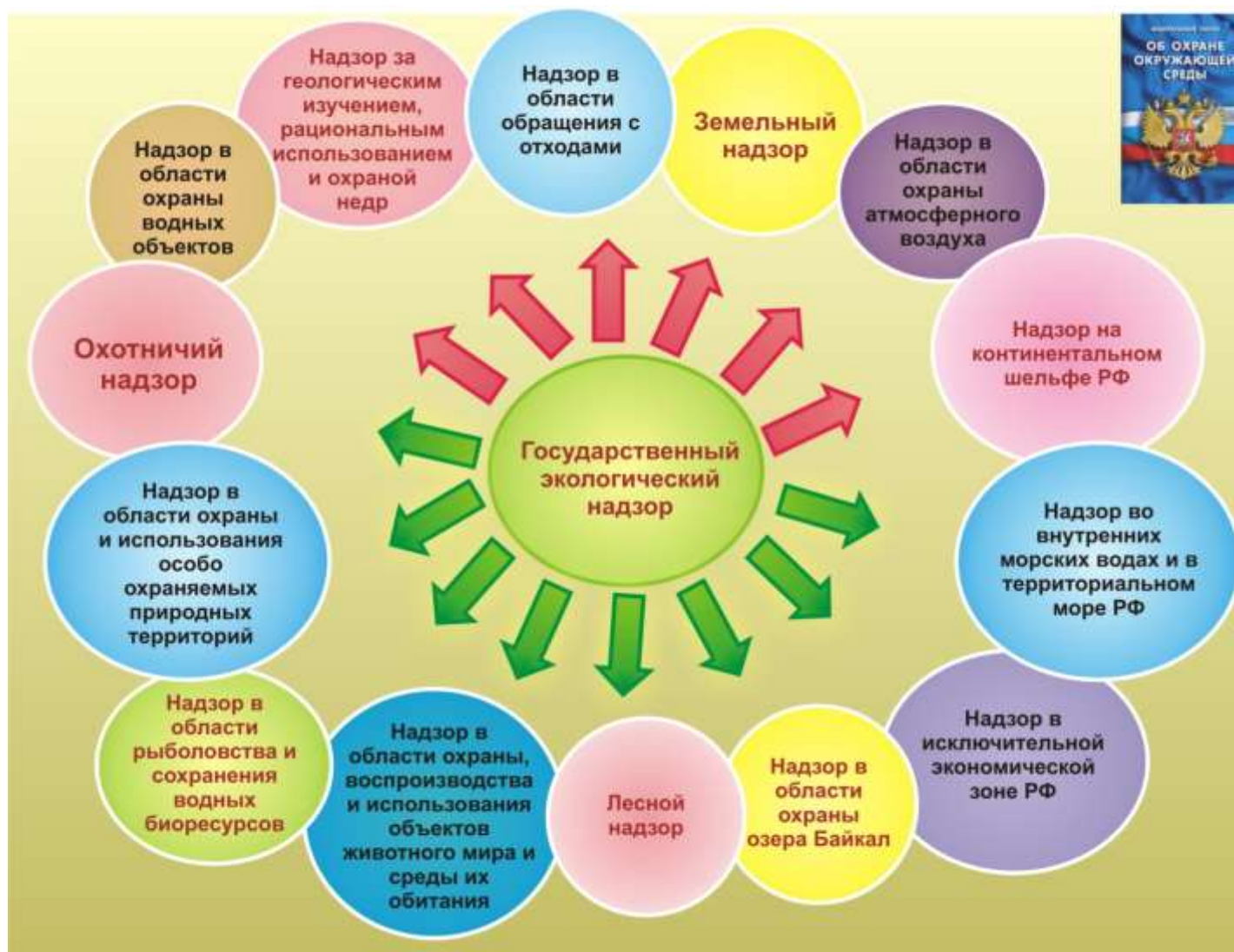


## Модель устойчивого развития





## Структура государственного экологического надзора





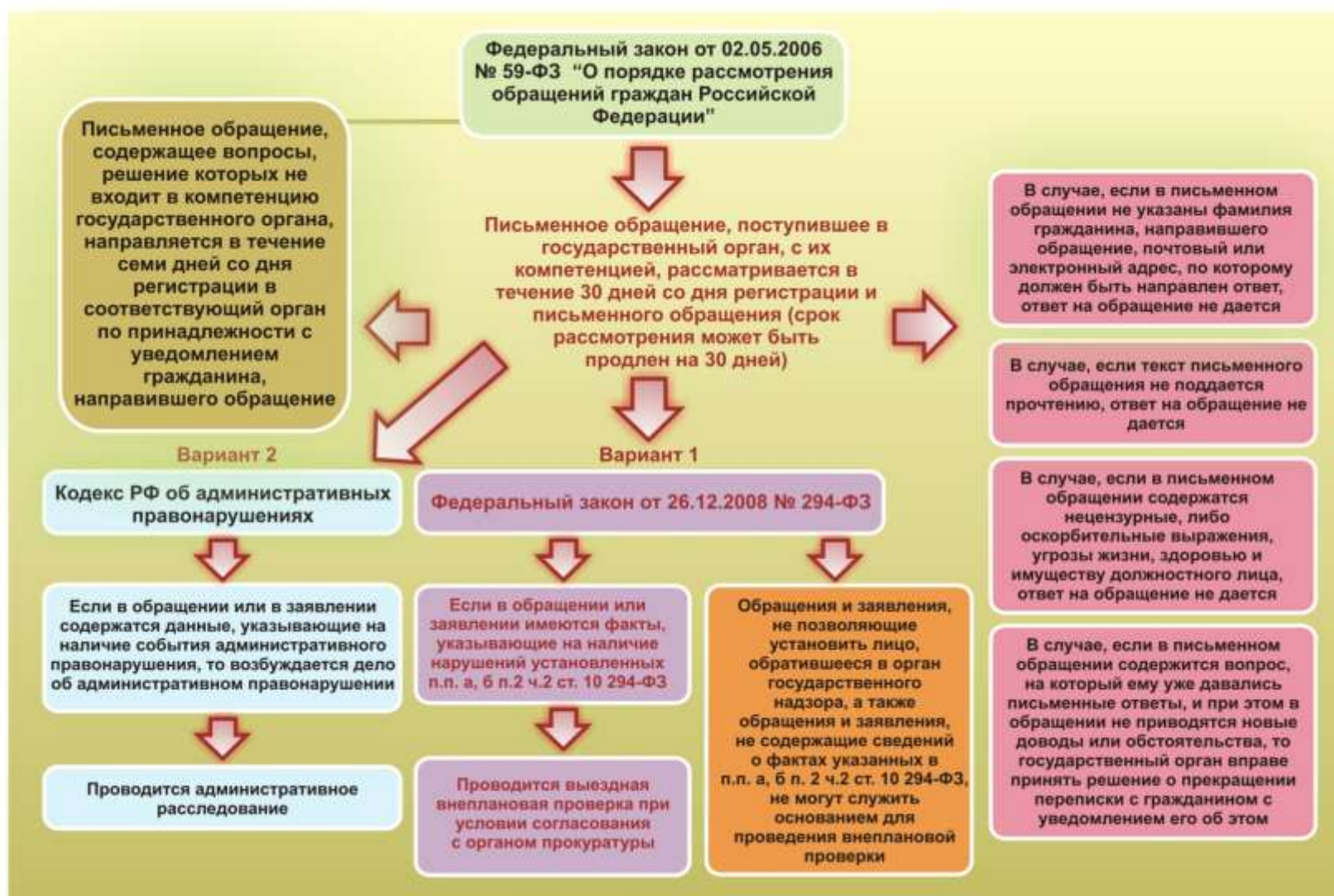
## Структура Минприроды России



## Основные функции Росприроднадзора



## Рассмотрение обращений граждан

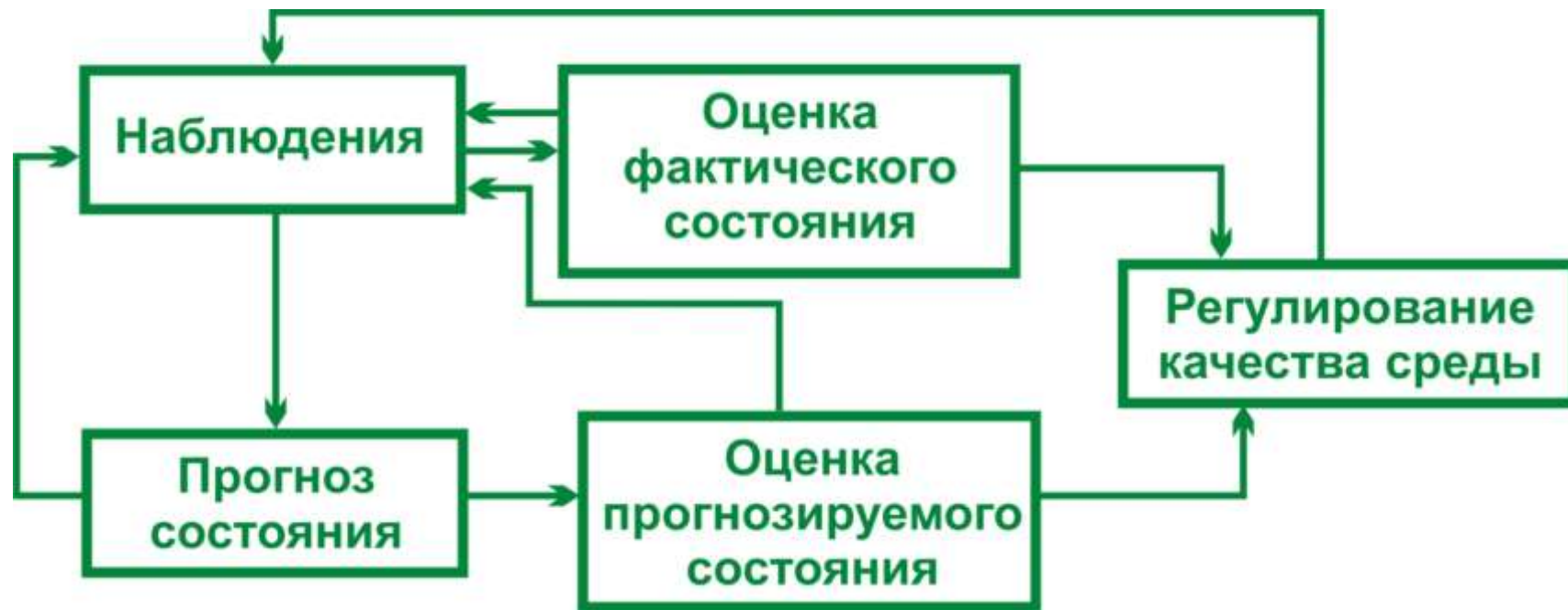


## Виды административной ответственности





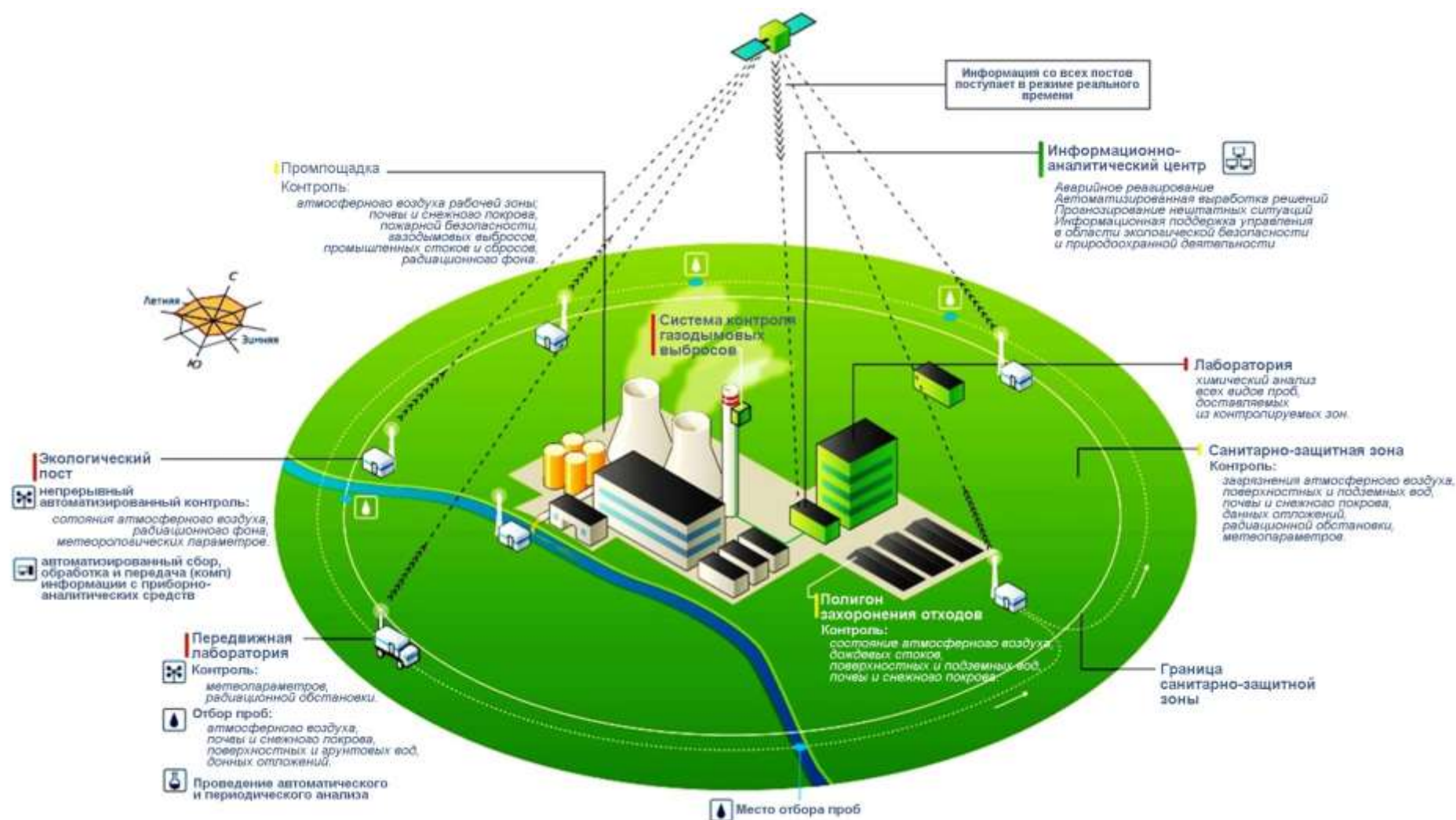
## Принципиальная схема экологического мониторинга



## Классификация видов экологического мониторинга



## Схема комплексного экологического мониторинга окружающей среды

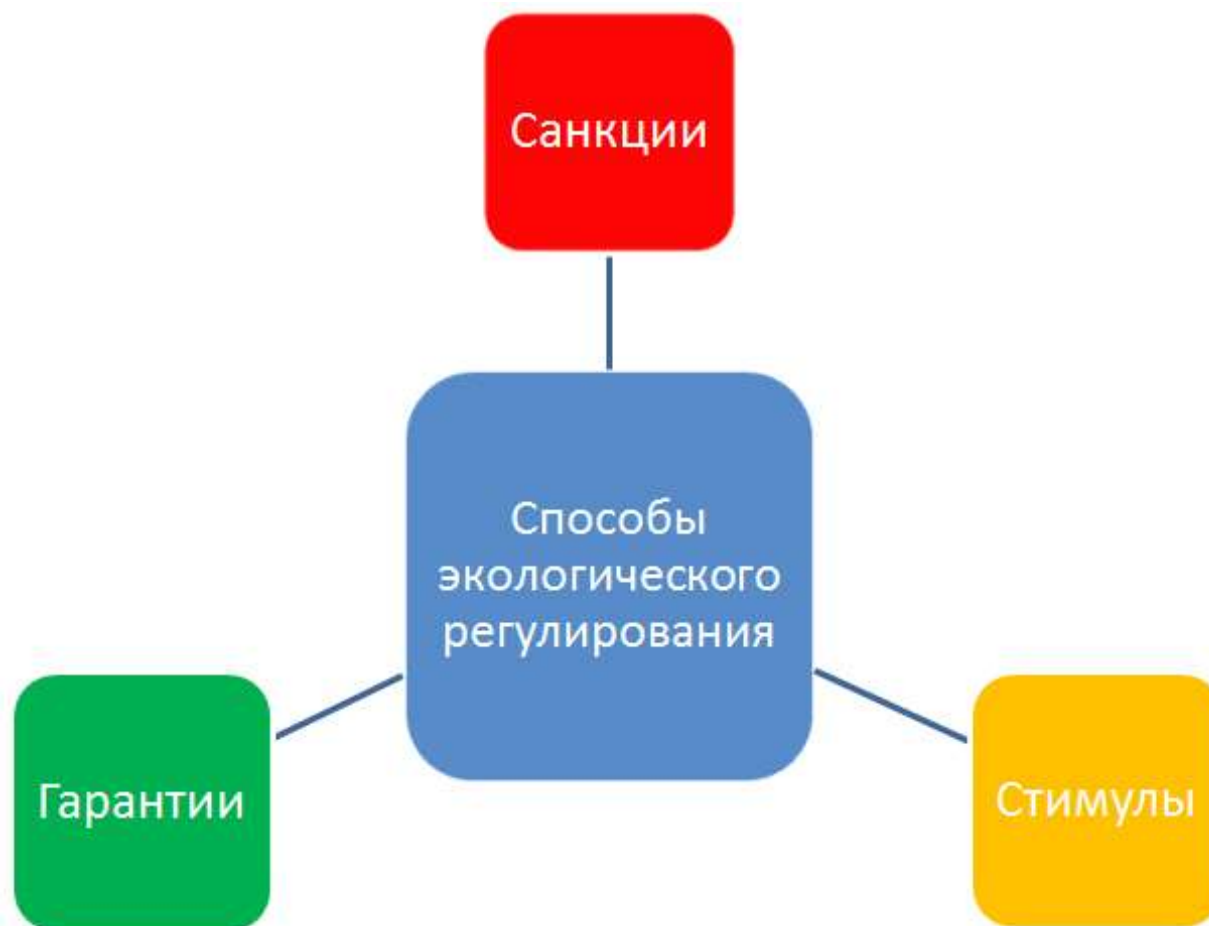


## Принципы экономического регулирования в области охраны окружающей среды





## Способы экономического регулирования экологических отношений



## Нарушение земляного покрова при строительстве скважин в тундре



**Площадка куста скважин, обустроенная в соответствии с природоохранными нормами**

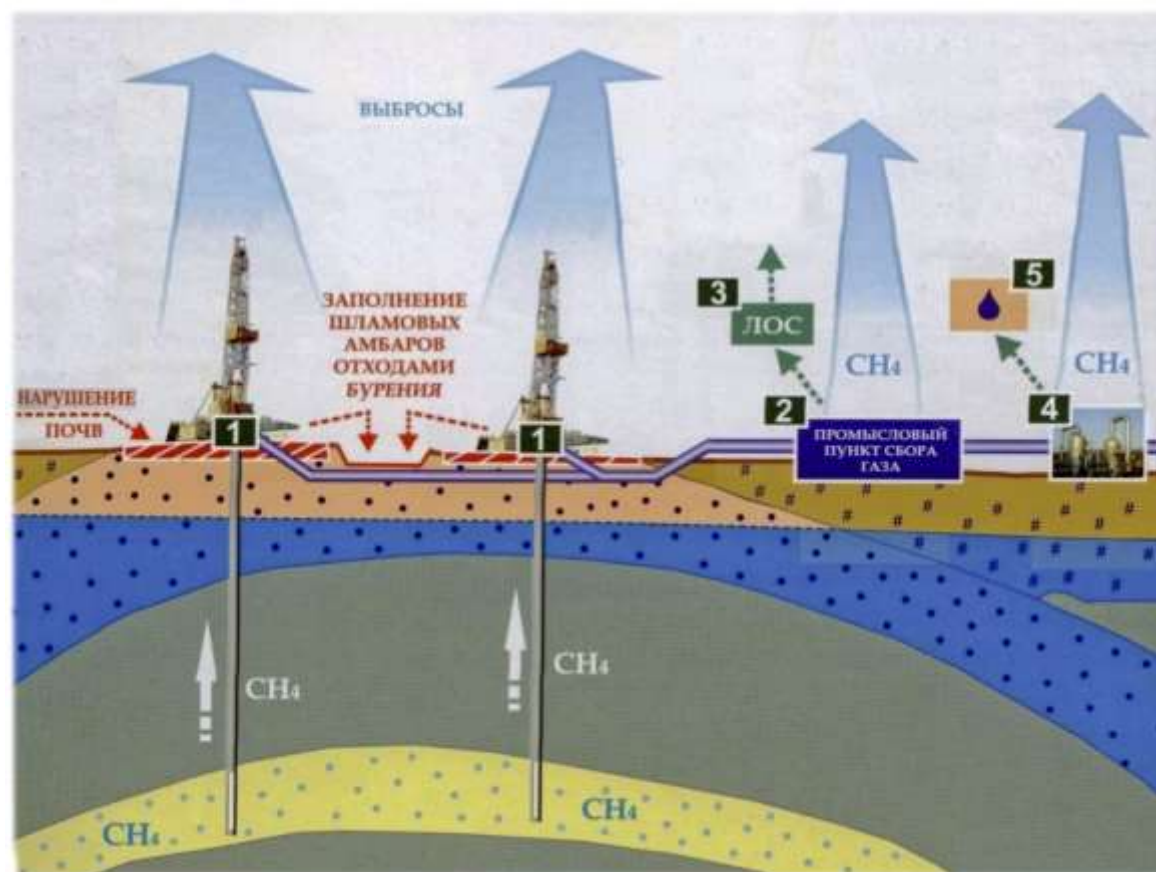




**Буровая площадка с недостаточной высотой отсыпки основания  
при весеннем половодье**



## Источники загрязнения окружающей среды на газовом промысле



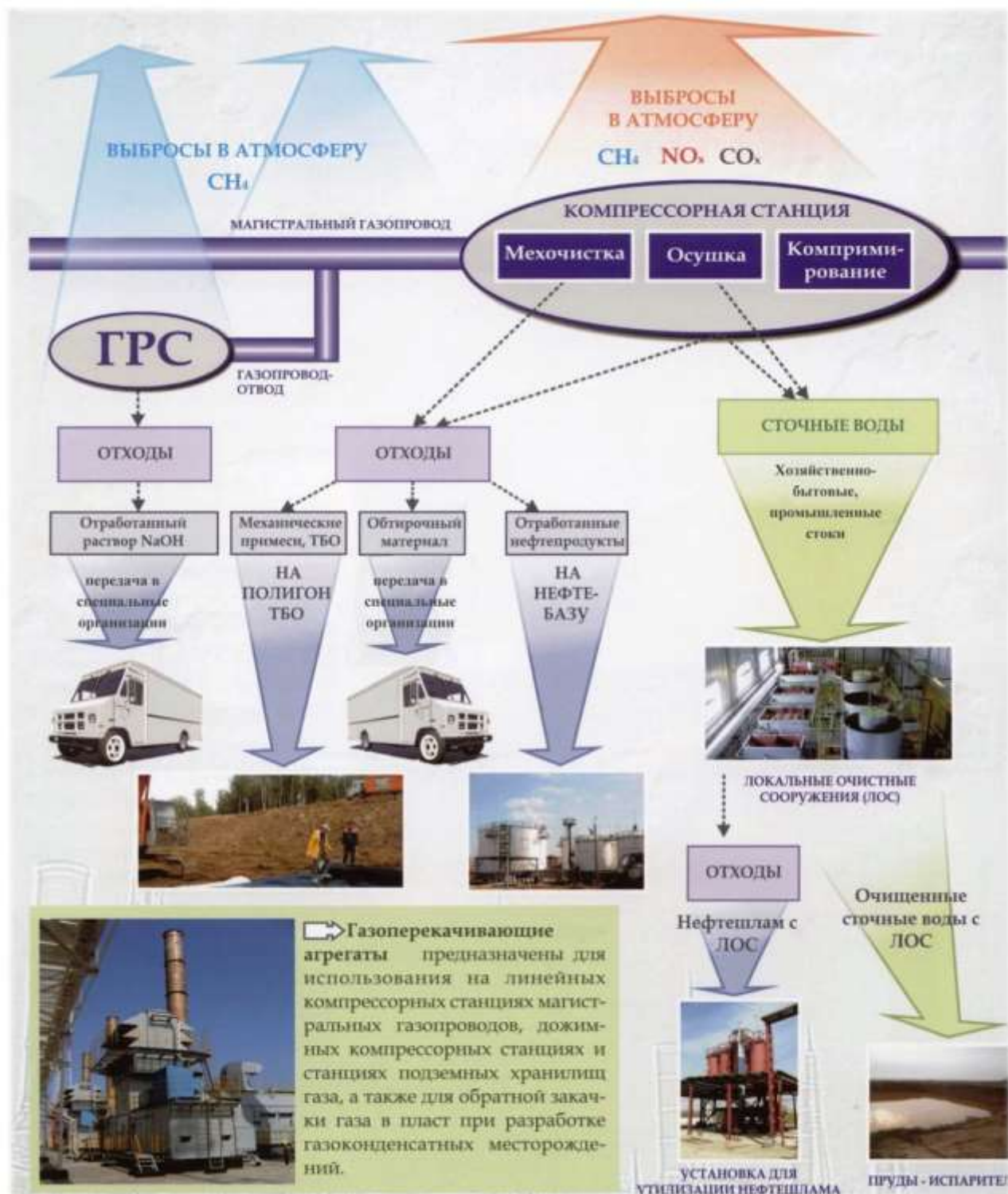
- 1 – скважины;
- 2 – пункты и площадки промысловой подготовки газа;
- 3 – локальные очистные сооружения;
- 4 – установка комплексной подготовки газа;
- 5 – конденсатосборники



## Нарушение земляного покрова и рельефа при строительстве газопровода

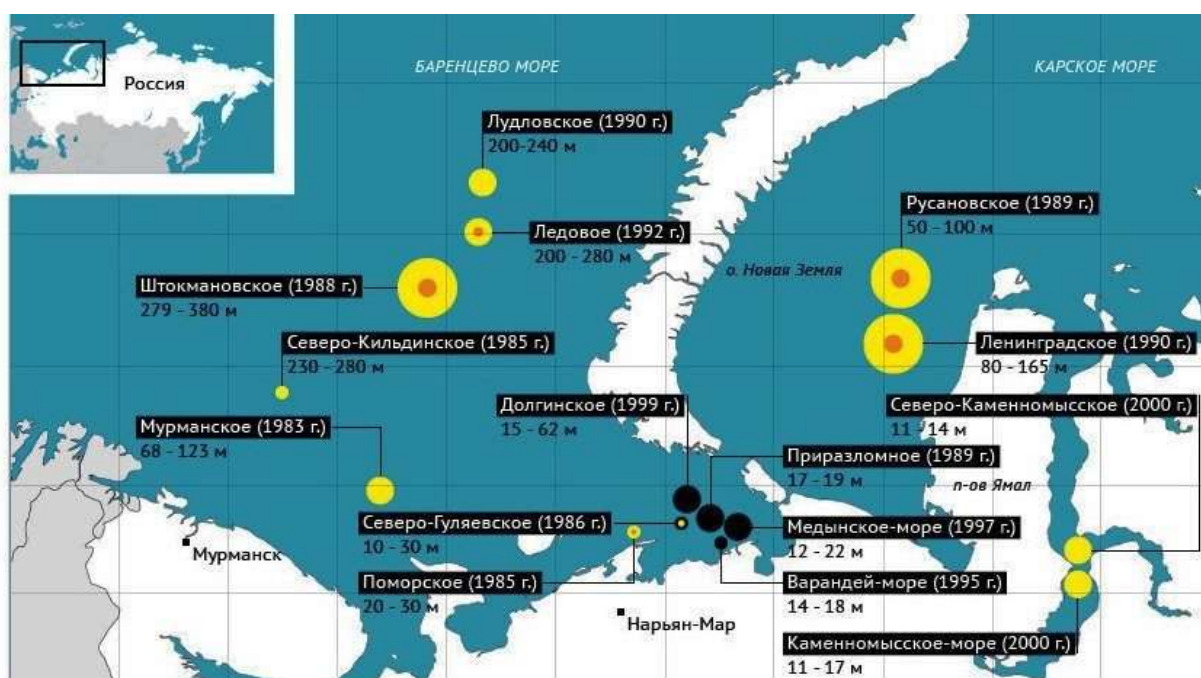


## Источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации магистрального газопровода





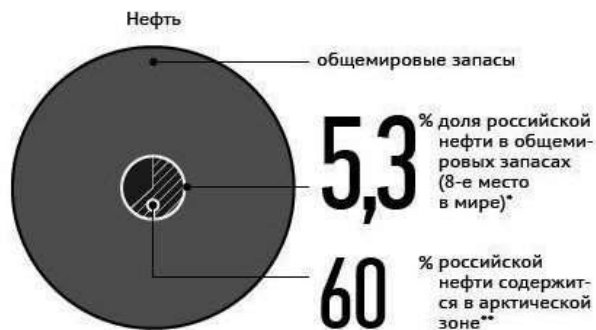
## Российские месторождения в Арктике



### Классификация месторождений

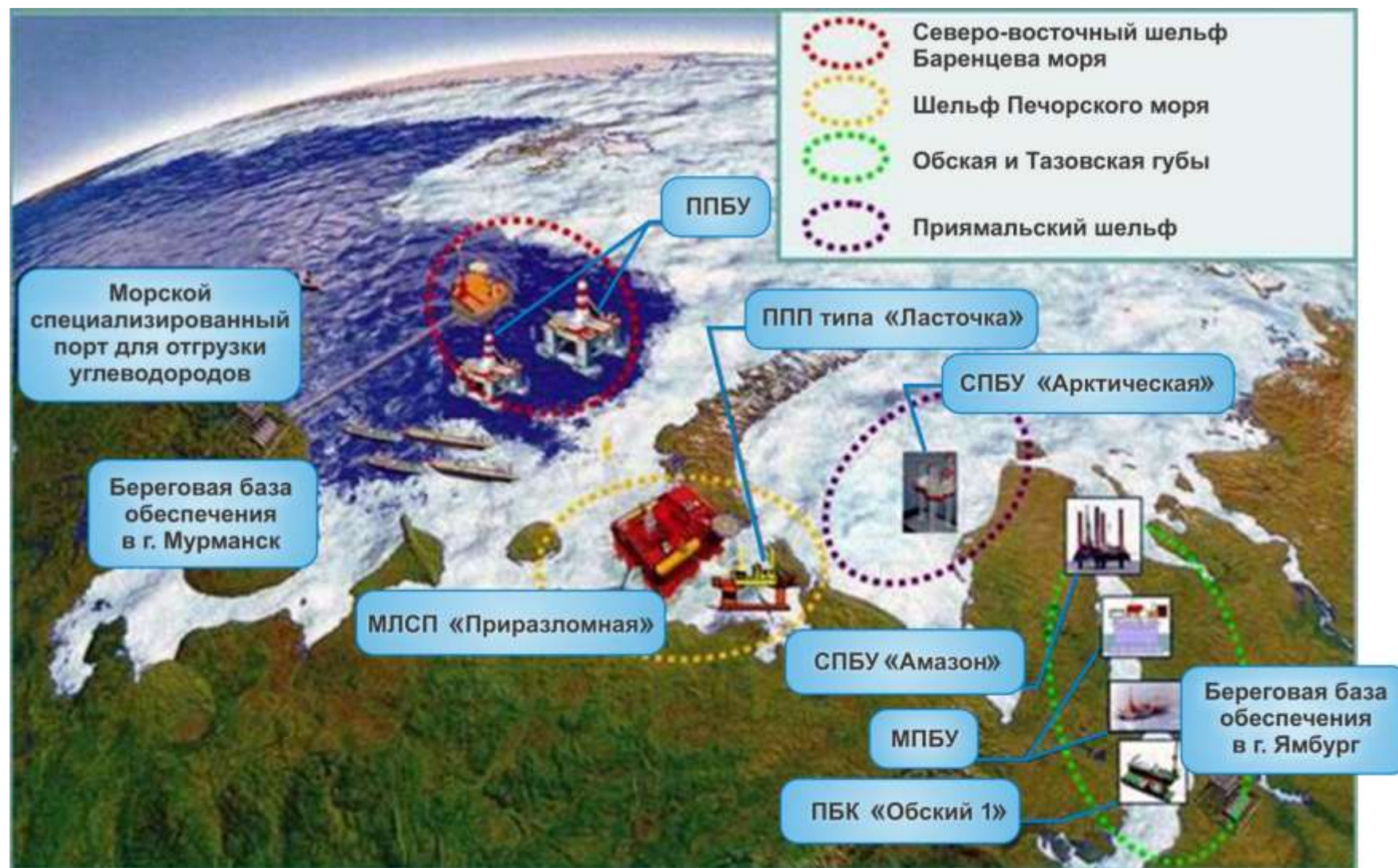


### Арктика в цифрах





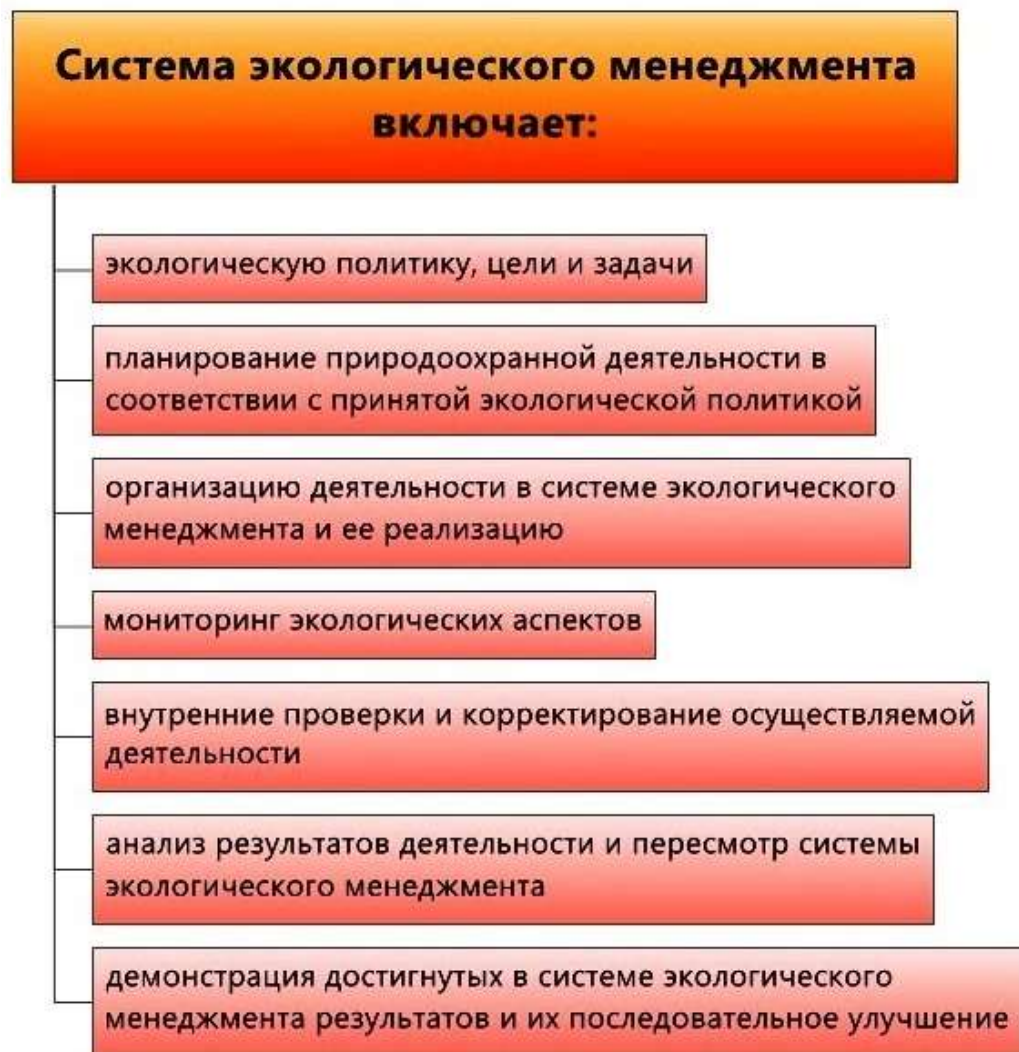
## Районы работ ПАО «Газпром» на арктическом шельфе



## Этапы, виды деятельности и факторы экологического воздействия на разных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений

Этап	Вид деятельности	Тип и характер воздействий
Геолого-геофизические изыскания	Сейсмические съемки	Помехи рыболовству и другим пользователям, воздействие на морские организмы и биоресурсы
	Оценка стратиграфии дна (отбор проб грунта и кернов, структурное бурение)	Нарушения на морском дне, повышение мутности воды, технологические сбросы
Разведочно-поисковые буровые работы	Операции с передвижными буровыми установками, проходка глубоких скважин	Отчуждение акваторий, нарушения на дне, сбросы буровых и других отходов, повышение мутности воды, выбросы в атмосферу, аварийные ситуации
	Опробование скважин	Загрязнение атмосферы, аварийные ситуации
Подготовка и обустройство месторождения	Установка стационарных платформ, прокладка трубопроводов, судоходство, строительство береговых терминалов и др.	Помехи рыболовству, нарушения на дне, повышение мутности воды, загрязнения с судов
Эксплуатация	Буровые, технологические, транспортные и другие операции	Отчуждение акваторий, сбросы буровых отходов и пластовых вод, повышение мутности воды, аварийные разливы и выбросы, помехи рыболовству и другим пользователям
Завершение и ликвидация	Демонтаж платформ и трубопроводов, консервация скважин и другие операции	Взрывные работы, нарушения на дне и в толще воды, отчуждение акваторий

## Структура системы экологического менеджмента





## Организационная структура Системы управления природоохранной деятельностью ПАО «Газпром»



## Функциональная структура системы экологического менеджмента



## Содержание токсичных компонентов в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, работающих на различных видах топлива

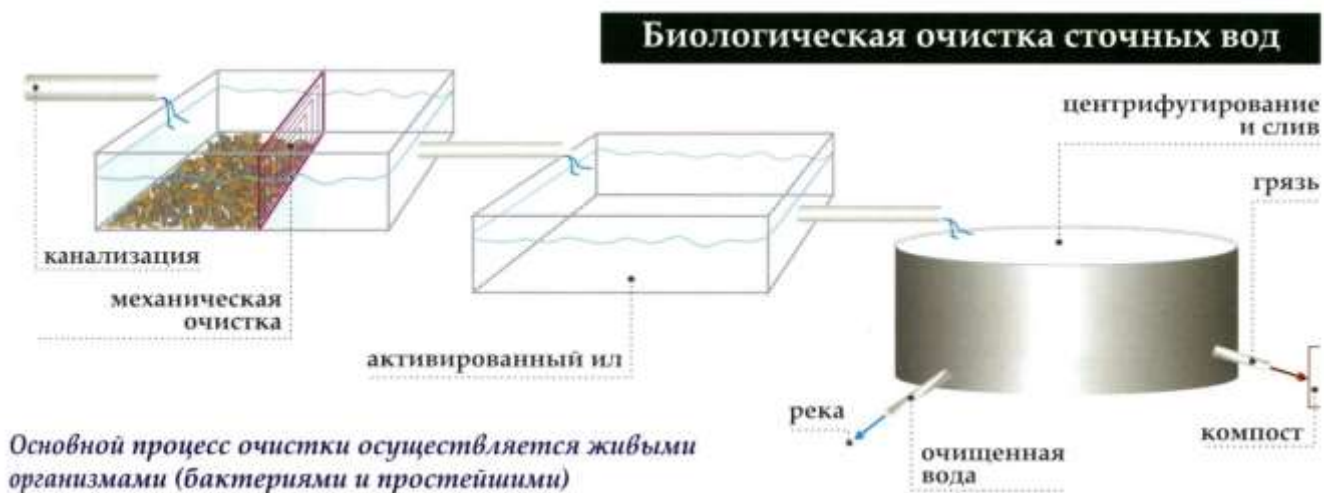


## Способы очистки сточных вод





## Технология биологической и химической очистки сточных вод



## Организационная структура управления энергосбережением в ПАО «Газпром»

