



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации  
и переподготовки

Кафедра «Обработка материалов давлением»

**С. Н. Целуева**

# **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**ПОСОБИЕ**

**для слушателей специальности  
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении  
и приборостроении» заочной формы обучения**

**Гомель 2016**

УДК 502.1(075.8)  
ББК 20.1я73  
ЦЗ4

*Рекомендовано кафедрой «Обработка материалов давлением»  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 12 от 29.06.2015 г.)*

Рецензент: доц. каф. «Металлургия и литейное производство»  
ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доц. *Л. Е. Ровин*

ЦЗ4 **Целуева, С. Н.**

Основы экологической безопасности : пособие для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / С. Н. Целуева. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 268 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://library.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Пособие составлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Основы экологической безопасности». Приведены теоретические сведения, необходимые для изучения дисциплины «Основы экологической безопасности», а также список литературы, рекомендуемой к изучению слушателями самостоятельно.

Для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заочной формы обучения ИПКиП.

**УДК 502.1(075.8)**  
**ББК 20.1я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2016

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

В ВУЗах Республики Беларусь в ученый процесс всех специальностей введены курсы, в которых изучаются основы экологической безопасности. Это обусловлено тем, что специалисты с высшим образованием должны глубоко понимать процессы, происходящие в биосфере в результате негативного воздействия на нее процессов и результатов различного рода деятельности человека и общества.

Актуальность изучения дисциплины “Основы экологической безопасности” определяется современным уровнем развития техники и технологий, которые не всегда являются экологически безопасными. В РБ функционирует более 1000 крупных экологически опасных объектов. Как показала авария на Чернобыльской АЭС, чрезвычайные ситуации на таких объектах могут приводить к катастрофическим последствиям для населения и территорий. Контакты с расширяющимся использованием опасных веществ различной степени опасности во всех отраслях народного хозяйства требуют знаний об экологической безопасности. В силу этого каждый инженер должен обладать знаниями о биологическом действии вредных веществ, принципах и методах экологической защиты и безопасности.

**Цель преподавания дисциплины** – формирование у слушателей системы знаний об экологических законах, о причинах наблюдающегося ухудшения экологической ситуации в биосфере, методах и средствах защиты окружающей среды, экологических аспектах чрезвычайных ситуаций и о методах, средствах и правовых аспектах обеспечения безопасности человека в системе “человек-среда обитания”.

**Задачи дисциплины** заключаются в изучении:

- основ общей экологии;
- структуры и характеристики среды обитания человека;
- источников и видов загрязнения окружающей среды;
- физической природы и источников физической, химической и биологической опасности;
- методов снижения антропогенного воздействия на природу;
- основ нормирования и стандартизации в области охраны окружающей среды;
- способов и методов оценки ущерба загрязнения окружающей среды; современных экологических проблем и организационно-правовых методов их решения, основных направлений государственной политики по ликвидации последствий экологических катастроф.

## ВВЕДЕНИЕ

**Экология** – это наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой.

“Экологически” мыслили, т.е. видели связь между живыми организмами и окружающей средой, ученые Древней Греции и Рима. Экология как наука начала формироваться в конце XVIII в., и то сначала как один из разделов зоологии.

Термин “**экология**” (от греч. *oikos* – дом, родина и *logos* – учение) впервые введен в 1866 г. немецким биологом, профессором Йенского университета Эрнстом Геккелем (1834-1919 г.г.). В своем труде “Всеобщая морфология” (1866 г.) он писал: “Экология – это познание экономики природы, одновременное исследование взаимоотношений всего живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая антагонистические и неантагонистические отношения животных и растений, контактирующих друг с другом”. Преимущественно экология изучает живые системы с уровнем организации от организма и выше.

Как научная дисциплина экология сформировалась в начале XX века. В середине XX в. экологию стали понимать как науку об экосистемах и биосфере. Начало такому пониманию положили работы В.И. Вернадского, В.В. Докучаева, Ю.П. Одум, А.Дж. Тенсли, Н.В. Тимофеева-Ресовского и других известных ученых. В результате стало ясно, что современная биосфера, среда обитания всех живых организмов, является продуктом их жизнедеятельности: неустанного воспроизведения, метаболизма (обмена веществ) и посмертного разложения рядов живых существ. Почвенная, водная, наземная, воздушная среда жизни есть результат постоянного взаимодействия и взаимопроникновения живого и неживого веществ. Ни один вид живых организмов не может существовать среди себе подобных. Жизнь возможна только в сообществах (биоценозах) и в строго определенной совокупности условий, характеризующей место их обитания (биотоп). Единство биотопа и биоценоза – основная концепция современной экологии, концепция экосистемы.

Экология как наука отвечает на *вопросы*: Какие события и почему происходят в живой оболочке Земли? Как сохранить эту живую оболочку?

# 1 ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## 1.1 ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ

Элементарной единицей в круговороте веществ и основной формой организации материи является вид. Эволюция видов – основной вопрос эволюционной теории.

Экологов интересуют не эволюционные процессы, а поведение отдельных организмов, особей, составляющих вид, в том или ином природном окружении, воздействие на них определенного комплекса окружающих условий (факторов среды).

В связи с этим **объектами изучения экологии** являются:

- **Поведение организмов при воздействии различных факторов окружающей среды и их реакция на эти воздействия.**
- **Популяция – группировка особей одного вида живых организмов.** Здесь речь идет уже не об отдельной особи, а об их совокупности, а значит факторы окружающей среды начинают влиять уже на группу организмов, на изменение ее численности и состава. Отличительная особенность популяции состоит в том, что ее свойства, как цельного образования, отличаются от свойств отдельных особей.

Исследованием закономерностей существования, структуры, поведения популяций занимается *популяционная экология*.

- **Биоценоз (сообщество).** Живые организмы, составляющие популяции (как и сами популяции), встречаются на Земле не в любых случайных сочетаниях, а образуют закономерные комплексы – сообщества. Другими словами, в природе популяции разных видов всегда обитают совместно и образуют цельное природное сообщество, которое называется **биоценоз** – совокупность всех популяций биологических видов на данной территории. Это довольно устойчивое биологическое образование, так как обладает способностью к самоподдержанию своих природных свойств и видового состава при внешних воздействиях, вызываемых обычными изменениями климатических и других факторов.

Исследованием биоценозов занимается направление экологии, которое называется *биоценология*.

- **Экосистемы – главный объект экологии.** Рассматривая популяции и сообщества, обычно рассматривают только взаимодействия самих живых организмов, вне взаимосвязи их с окружающей средой. В живой природе особи и популяции контактируют друг с другом, находятся во взаимодействии, воздействуют друг на друга, но это не происходит в отрыве от окружающей эти особи и популяции среды. Следовательно, факторы среды, в пределах которых происходит взаимодействие особей и популяций, являются важной характеристикой.

Совокупность всех факторов среды, в пределах которых существует биоценоз, жизненное пространство, занимаемое биоценозом, называется **биотоп**.

Биотоп (окружающая среда, факторы среды) вместе с сообществом (живыми организмами) образуют единую природную систему, которая называется **экологическая система** или **экосистема**.

Центральным разделом экологии является изучение экосистем, которые, по сути, являются тем, что мы обычно называем окружающей нас природой. В отличие от популяции или сообщества, экологическую систему можно считать самостоятельным объектом, т.к. в ней имеется все, что необходимо для ее существования.

## 1.2 СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Современная экология представляет собой как-бы трехуровневое сооружение. В основании, на первом уровне, находятся отдельные особи. Уровнем выше располагаются популяции и сообщества. Последний уровень занимают экосистемы. Каждый уровень характеризуется своими структурными и функциональными характеристиками.

В современной экологии выделяют следующие **подходы к решению различных задач**:

- **экосистемный подход**, объектом исследования которого является комплекс живых организмов, которые находятся в тесной взаимосвязи между собой и в совокупности с неживыми факторами среды. Эти совокупности (экосистемы) определяются круговоротом основных биогенных элементов, рассматриваемых в определенном пространственно-временном масштабе. Их границы условны, а размерность (величина) различна. Это может быть и лужа воды, и озеро, и лесной массив, и участок океана, и вся Земля в целом.

• **популяционный подход** рассматривает совокупность особей одного вида, обитающих на определенной территории как особые структурно-функциональные единицы – популяции. Основные вопросы, которые изучает эколог-популяционист, – это выявление факторов, которые ограничивают распространение тех или иных популяций, соотношение разных возрастных групп и половые различия между особями, составляющими данную популяцию.

Оба подхода дополняют друг друга и в совокупности охватывают всю экологию.

В структуре современной экологической науки выделяют следующие **основные ветви экологии**:

• **Общая экология**, или **биоэкология**, – изучает взаимоотношения живых систем разных рангов (организмов, популяций, экосистем) со средой и между собой. Эту ветвь экологии, в свою очередь, подразделяют на следующие разделы:

- *аутэкология* – изучает закономерности взаимоотношений организмов отдельного вида со средой обитания;
- *демэкология* – экология популяций;
- *синэкология* – экологию сообществ;
- *эйдэкология* – экология видов.

• **Частная (специальная) экология** занимается изучением экологических аспектов конкретных групп организмов (экология млекопитающих, экология человека и т.д.) или сообществ (экология сельскохозяйственных экосистем, растительных сообществ и т.д.)

• **Геоэкология** – изучает геосферы, их динамику и взаимодействия, геофизические условия жизни, факторы (т.е. ресурсы и условия) неживой окружающей среды, действующей на организмы.

• **Прикладная экология** – аспекты инженерной, социальной, экономической охраны среды обитания человека, проблем взаимоотношений природы и общества, экологических принципов охраны природы.

Между разделами экологии существует тесная взаимосвязь и преемственность (рисунок 1).

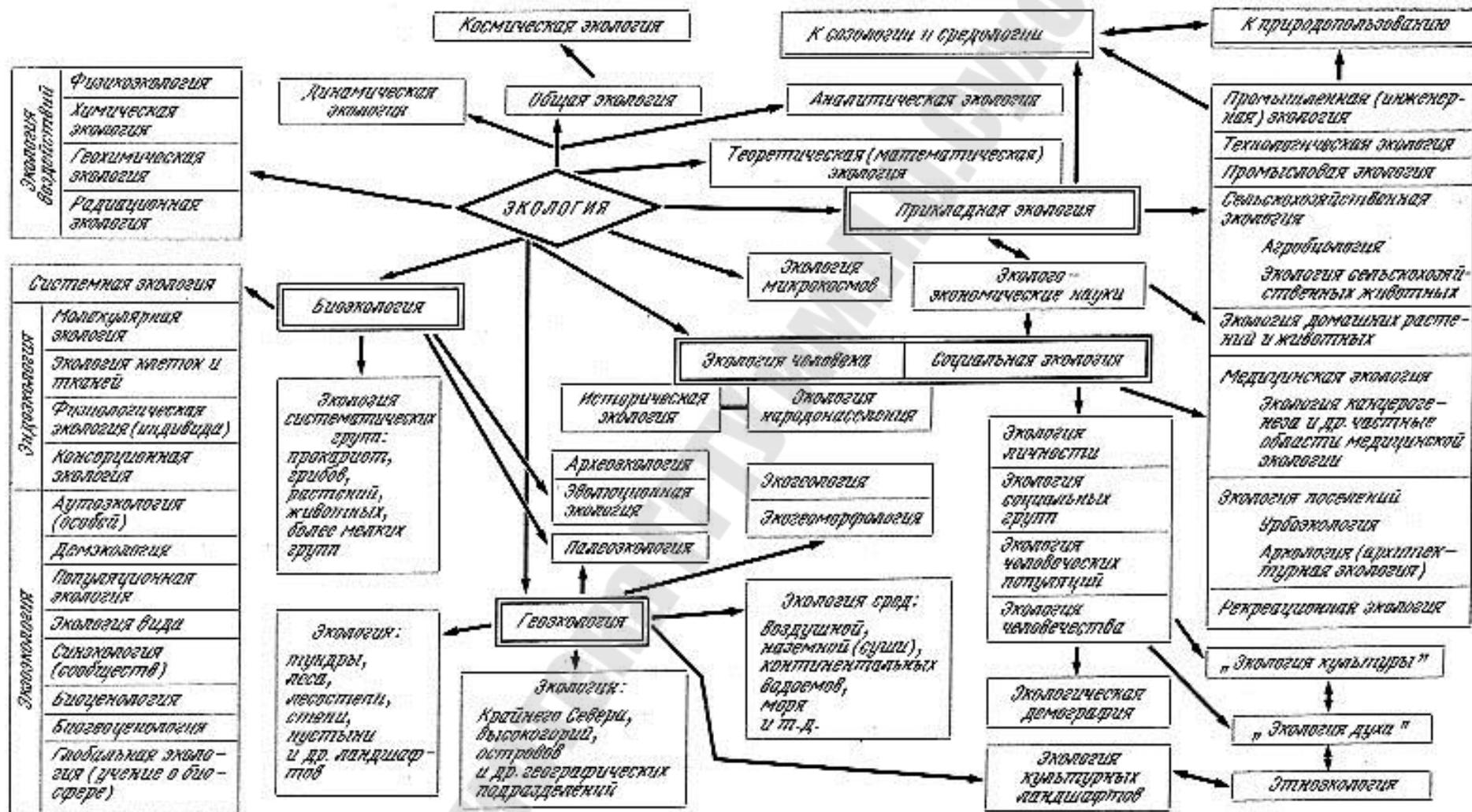


Рисунок 1 – Структура современной экологии

В сумму экологических знаний несколько отдельно от традиционной биоэкологии входит **экология человека** – комплекс дисциплин, исследующих взаимодействие человека как индивида (биологической особи) и личности (социального субъекта) с окружающей его природной и преобразованной самим человеком средой. Важной особенностью экологии человека является социобиологический подход – правильное уравнивание биологических и социальных аспектов.

**Социальная экология** как часть экологии человека – это объединение научных отраслей, изучающих связь общественных структур (начиная с семьи и других малых общественных групп) с природной и социальной средой их окружения. К этому объединению относятся экология народонаселения – **экологическая демография** и **экология человеческих популяций**. При этом рассматривается как влияние среды на общество, так и воздействие общества на среду.

**Прикладная экология** – комплекс дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношений между человеческим обществом и природой. Она формирует экологические критерии экономики, исследует механизмы антропогенных воздействий на природу и окружающую человека среду, следит за ее качеством, обосновывает нормативы использования природных ресурсов, осуществляет экологическую регламентацию хозяйственной деятельности, контролирует экологическое соответствие различных проектов, разрабатывает технические средства охраны окружающей среды и восстановления нарушенных человеком природных систем.

***Разделы прикладной экологии:***

- инженерная;
- сельскохозяйственная;
- биоресурсная и промысловая;
- коммунальная;
- медицинская.

**Инженерная экология** – сравнительно новое направление экологической науки, изучающее взаимодействия техники и природы, закономерности формирования региональных и локальных природно-технических систем и способы управления ими в целях защиты природной среды и обеспечения экологической безопасности.

Инженерная экология призвана обеспечить соответствие техники и технологии промышленных объектов экологическим требованиям.

Она также имеет дело с влиянием экологических факторов и различных живых организмов на инженерные объекты.

В ее сферу входит комплекс взаимосвязанных *задач*:

- регламентация экологически безопасного производственного освоения территорий, размещения и строительства хозяйственных объектов;
- оптимизация отраслевой структуры производства;
- определение допустимой техногенной нагрузки на территории, контроль и регламентация материально-энергетических потоков производства и техногенных эмиссий (испускания, выброса побочных продуктов) от различных инженерных объектов;
- экологизация производства, создание ресурсосберегающих и малоотходных технологий, экологически чистых материалов и продуктов производства;
- экологическая безопасность территориальных промышленных комплексов, производственных процессов, сооружений, машин и изделий;
- инженерно-экологическое обеспечение производства, разработка методов инженерно-экологической профилактики, восстановления и реконструкции ландшафтов.

Центральное место в сфере инженерной экологии занимает *промышленная экология* – область прикладной экологии, которая изучает воздействия промышленности на природу, окружающую человека среду, разрабатывает средства регламентации этих воздействий и защиты от них окружающей среды. С промышленной экологией тесно связаны экологические аспекты энергетики, транспорта, строительства, горного дела и т.п.

*Сельскохозяйственная экология* в своей значительной части сливается с биологическими основами земледелия (агроэкология) и животноводства (экология сельскохозяйственных животных). Экосистемный подход обогащает ее принципами и средствами рациональной эксплуатации земельных ресурсов, повышения продуктивности и получения экологически чистой продукции.

*Биоресурсная и промысловая экология* изучает условия, при которых эксплуатация биологических ресурсов природных экосистем (лесов, континентальных водоемов, морей, океана) не приводит к их истощению и нарушению, утрате видов, уменьшению биологического

разнообразия. В ее задачи входят также разработка методов восстановления и обогащения биоресурсов, научное обоснование интродукции и акклиматизации растений и животных, создания заповедников.

*Экология поселений, коммунальная экология* – разделы прикладной экологии, посвященные особенностям и влияниям различных факторов искусственно преобразованной среды обитания людей в жилищах, населенных пунктах, в городах (урбоэкология).

*Медицинская экология* – область изучения экологических условий возникновения, распространения и развития болезней человека, в том числе острых и хронических заболеваний, обусловленных природными факторами и неблагоприятными техногенными воздействиями среды. Медицинская экология включает в качестве раздела рекреационную экологию, т.е. экологию отдыха и оздоровления людей, смыкающуюся с курортологией.

### 1.3 СВЯЗЬ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

В XX веке, когда экология только начинала формироваться как наука, в ней обозначились два **основных направления**:

- *Антропоцентрическое* – человечество рассматривается как новое царство наряду с царствами минералов, растений и животных.
- *Биоцентрическое* – здесь Человека разумного включают в сферу интересов общей экологии, т.е. человек – это млекопитающее, подчиняющееся общим законам природы, и развитие его происходит параллельно с развитием других животных.

В последние 40...50 лет взгляд на экологию как биологическую науку существенно изменился. За это время для человека стали ощутимы отрицательные последствия его деятельности на планете. В связи с проявлениями негативного антропогенного воздействия на природную среду в настоящее время все больше возрастает интерес к экологии. На данном этапе развития человек рассматривается уже не как биологический вид, а как социотип, что предполагает рассмотрение предмета экологии более широко.

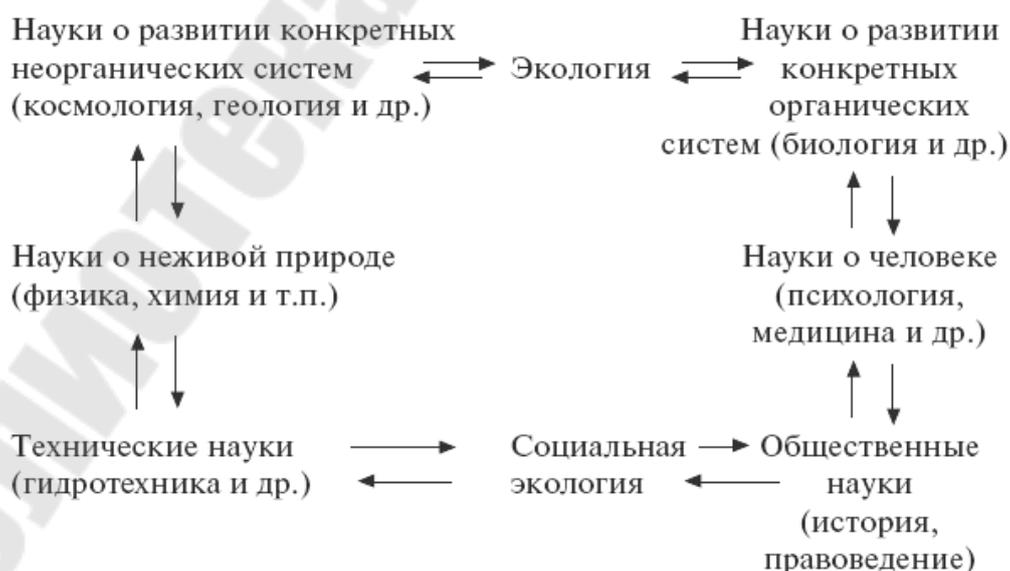
Теоретик современной экологии Н.Ф. Реймерс говорит [25], что **современная экология** – это биоцентрическая наука, но не биология, это совокупность отраслей знаний, исследующих взаимодействие

между биологически значимыми отдельностями, а также между ними и окружающей средой. Биологическая ее составляющая – это взгляд от живого на окружающую его среду и от этой среды на живое.

Для экологии характерен широкий системный межотраслевой взгляд. Современная экология – это фундаментальная наука о природе, являющаяся комплексной и объединяющая знание основ классических естественных наук. *Ее рассматривают как интегрированную дисциплину, связывающую естественные, технические и общественные науки.*

Специфика современной экологии в том, что она из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знаний, вобрав в себя разделы биологии, геологии, географии, климатологии, ландшафтоведения, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики, информатики и других наук.

По этой причине возникла экологическая необходимость того, чтобы на смену представлениям об иерархии наук (обычно под этим понимают подчинение одних наук другим) пришло представление о круге наук (как говорит К. Леви-Строс, “...земля научного познания круга”). В связи с этим классификация наук должна строиться не по принципу иерархии и последовательного дробления (нацеленного на разделение, а не на соединение наук и при своем осуществлении ведущего в бесконечность дифференциации, не сбалансированной интеграцией). Классификацию правильнее строить в виде круга с контуром обратной связи, аналогично взаимодействию самих природных процессов в биосфере (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Классификация наук в виде круга**

Схема, изображенная на рисунке 2, иллюстрирует общий принцип классификации наук. На ней не отмечены так называемые переходные науки: геохимия, геофизика, биофизика, биохимия и др., роль которых в современной науке, в том числе для решения экологических проблем, исключительно важна. Увеличивая общее количество наук, они способствуют дифференциации знаний, а с другой стороны, цементируют всю систему, воплощая в себе сложность и противоречивость процессов “дифференциации – интеграции” знания. Из данной схемы видно, что важное значение для целостности научного познания имеют “связующие” науки – экология и социальная экология. Они способствуют “экологизации” современной науки в целом. В отличие от наук центробежного типа (физика и др.), их можно назвать центростремительными. Эти науки не достигли еще надлежащего уровня развития именно потому, что недостаточно обращалось внимания на связи между науками и исследовать их очень сложно.

Экологически важно, чтобы престиж и значение наук о природной среде был не ниже престижа наук физико-химического и технического цикла. Биологи и экологи накопили много данных, которые свидетельствуют о необходимости гораздо более осторожного, бережного отношения к биосфере, чем это имеет место в настоящее время.

В целом наука должна приближаться не к такой степени интеграции, как механическая система или биологический организм, а к степени гармоничной системы. Таким образом, гармонизированная наука поможет созданию гармоничной системы взаимоотношений человека с природой и обеспечению гармоничности развития самого человека.

Вместе с тем, в последнее время наблюдается искажение истинного смысла и значения термина экология. Термин “экология” стал широко применяться, охватывая при этом все формы взаимосвязей человека и окружающей среды, он постепенно утратил значение строго научного термина, употреблявшегося только экологами, и приобрел многообразный расхожий социальный, а порой и политический смысл.

Экологию стали трактовать как науку об охране и рациональном использовании природы. Многие не понимают разницы между экологией, охраной природы и рациональным природопользованием, считают, что экология – это что-то про чистую воду, чистый воздух, про промышленные выбросы и про то, что нельзя рвать растения и заниматься браконьерством. Наблюдается смешение таких понятий, как экология, охрана природы, охрана окружающей среды и природопользование. Поэтому особо подчеркивается самостоятельность экологии

как фундаментальной основы всех областей природоохранного знания, конечная цель которых – сохранение среды обитания человека, природы Земли ради здоровья и жизни людей.

Человечество, получив огромную власть над природой, забыло, что в то же время само является всего лишь ее небольшой частью. Достижения в науке и технике расширили человеческие возможности воздействия на окружающую среду. Но одновременно с этим очевидно, что цивилизация зависит не только от природных ресурсов, но и от природных процессов (круговороты воздуха, воды и т.д.).

Согласно основным положениям экологии, человек является частью биосферы как представитель одного из биологических видов и так же, как и другие организмы, не может существовать без биоты, т.е. без совокупности живущих ныне на Земле биологических видов, которые и составляют среду обитания человечества.

Современная экология ориентирует все науки на поиски гармонических взаимосвязей человека и природы, создает научные основы рационального использования природных и биологических ресурсов и охраны природы. Чтобы управлять окружающей средой, ее нужно знать, то есть представлять, как те или иные ее изменения отражаются на человеке и обществе, к каким последствиям ведут. Потребности экологии стимулировали углубление знаний о механизмах развития различных природных сред, подвергающихся непосредственному воздействию человека, воздушного бассейна, водных ресурсов, почвенного покрова, ледников, пустынь, горных областей, лесных экосистем.

Все больше доминируют взгляды на экологию как науку об экологических системах, причем рассматриваются не только природные экосистемы, но и антропогенные. Появляется осознание того, что хозяйственную деятельность необходимо приводить в соответствие с экологическими законами.

Современная экология не только изучает законы функционирования природных и антропогенных систем, но и определяет рациональные способы взаимодействия природы и человечества.

**В современном понимании экология** – наука о закономерностях формирования, развития и устойчивого функционирования биологических систем во взаимосвязи со средой обитания. Кроме того, данная наука позволяет определить оптимальные формы взаимоотношений природы и человеческого общества.

**Основная цель современной экологии** – установить способы управления природными и антропогенными системами, человеческим

обществом и биосферой в целом в соответствии с экологическими законами для устойчивого развития цивилизации.

Из цели следуют **задачи экологии**:

- исследование закономерностей организации жизни, в том числе с учетом антропогенных воздействий на биосферу;
- разработка научной основы использования ресурсов Земли, прогнозов изменения природы в результате антропогенного воздействия;
- разработка системы мероприятий, обеспечивающих управление процессами в биосфере с целью сохранения среды обитания;
- разработка научных основ регулирования численности живых организмов;
- мониторинг окружающей среды.

В наше время термином “экология” все чаще обозначают совокупность взаимоотношений природы и общества. Наука способствует прогрессу общества вместе с другими отраслями культуры, а не является отраслью, кардинально отличающейся от всех остальных. Обеспечение целостности познания требует переориентации науки в направлении синтеза с другими отраслями культуры. Экологический подход может послужить основой культурного синтеза, который выйдет за рамки науки и свяжет ее с другими отраслями культуры. Такой синтез не менее важен, чем экологизация науки. Поскольку наука не может быть самоцелью, ее ценностная переориентация – составная часть переориентации всей культуры, всего общества.

Отношение к природной среде как целостности предполагает в качестве предпосылки целостность культуры, а стало быть, тесную и гармоничную связь науки с искусством, философией и т.п. Продвигаясь в этом направлении, наука будет отходить от ориентации исключительно на технический прогресс, отвечая на глубинные запросы общества – этические, эстетические, а также те, которые затрагивают определение смысла жизни и целей развития общества.

Чтобы помочь достижению единства человека и природы, наука должна открывать внутренние законы природы, которые выражают ее душу, язык, свободу, любовь, добиваясь единства постижения и переживания, знания и любви.

Таким образом, экологизации подверглись многие науки и сферы практической деятельности. В их пограничных зонах возникают новые

дисциплины. Геоэкология тесно взаимодействует с биогеографией – наукой о географическом распределении живых организмов. Многие разделы этих дисциплин накладываются друг на друга. Это же можно сказать и об экологии человека, с одной стороны, и о социологии, антропологии, с другой.

Еще теснее переплетаются с родственными дисциплинами ветви прикладной экологии. Ее экономические аспекты изучаются экономической природопользования. Имеет место сопряженность сельскохозяйственной экологии с агробиологией. Экология города имеет много общего с коммунальной гигиеной. Медицинская экология в большой мере опирается на токсикологию, патологию и эпидемиологию. Большинство требований промышленной экологии совпадает с нормами безопасности и культуры производства, гигиены труда и производственной санитарии, эргономики и безопасности жизнедеятельности.

Все это никак не свидетельствует о размывании предмета экологии. Напротив, происходит интеграция знаний: в пограничных областях происходит взаимное обогащение наук. Размах экологизации указывает на то, что экология претендует на лидирующее положение в современной науке и способствует синтезу фундаментальных знаний о природе и обществе. Формирование фундаментальных теоретических основ экологии находится еще в самом начале. Но по системной совокупности объектов “большая экология” – это одна из самых сложных синтетических наук, требующая универсальной подготовки и глубоких профессиональных знаний.

## **1.4 ПОНЯТИЕ, ПРЕДМЕТ И СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА**

Для уменьшения разрушительного воздействия человека на окружающую среду выработаны важнейшие принципы рационального и гармоничного взаимодействия человека с окружающей средой. Для реализации этих принципов необходимо правовое обеспечение. Решением этих вопросов занимается экологическое право.

**Экологическое право как отрасль права** регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы с целью обеспечения экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В экологическом праве как отрасли права закрепляются правила поведения людей, вытекающие из объективных законов природы и не нарушающие гармоничного равновесия между обществом и природой.

**Экологическое право как наука** представляет собой систему основополагающих категорий, принципов, выводов, суждений в сфере общественных экологических отношений. Кроме того, она изучает законодательство, правоприменительную практику, проводит обобщение результатов, отражающих тенденции развития данных отношений.

Экологическое право является самостоятельной отраслью права, имеет свой предмет правового регулирования.

**Предмет экологического права** – общественные отношения (экологические) в области взаимодействия общества и природы.

Общественные отношения состоят из двух групп:

- **Отраслевые экологические отношения** – это земельно-охранные, недроохранные, водоохранные, лесоохранные – отношения по охране атмосферного воздуха и животного мира.

- **Комплексные экологические отношения** – отношения по охране природных территорий, комплексов, природозаповедного фонда, лечебно-оздоровительных, рекреационных, санитарных и других территорий.

**Система экологического права** – это совокупность его правовых институтов, расположенных в определенной последовательности в соответствии с экологическими закономерностями.

В настоящее время система экологического права соответствует закону “Об охране окружающей среды” и состоит из разделов: предмет, система и источники экологического права; механизм охраны окружающей среды, ответственность за экологические правонарушения; механизм охраны окружающей среды в народном хозяйстве республики; международная охрана окружающей среды.

Отношения между обществом и природой в области использования природных ресурсов возникают из-за необходимости обеспечения требований искусственной экологической ниши человека, его культурных потребностей. Природоохранные отношения связаны с необходимостью сохранения экологической ниши человека и других живых организмов. Природопользование и охрана природы неразрывно связаны между собой и являются двумя сторонами одного процесса.

Природопользовательские и природоохранные отношения основаны на отношениях собственности на природные ресурсы. Они также

связаны с отношениями по управлению природопользованием и природоохранной деятельностью, экономическому и юридическому обеспечению этих отношений и т.д. Например, отношения по использованию лесных ресурсов могут возникнуть при предоставлении их собственником в пользование, владение или аренду юридическим и физическим лицам.

Экологическое право взаимодействует с иными правовыми отраслями. Это взаимодействие обусловлено комплексным характером экологического права, основанном на том, что в предмет его правового регулирования входят общественные отношения, которые, являясь экологическими по содержанию, по правовой форме могут быть отнесены к иным правовым отраслям: конституционному праву, гражданскому праву, уголовному праву и др.

Влияние международного права окружающей среды на формирование национально-правовых норм в области окружающей среды обусловлено тем, что основные правовые идеи, лежащие в основе эколого-правового регулирования, восприняты из международного права. Это касается ключевых понятий “окружающая среда” и “право на благоприятную окружающую среду”. Появление целых институтов в праве связано с принятием международных норм об охране окружающей среды: охрана озонового слоя, климата, биологического разнообразия. По существу, формирующиеся в международном праве подходы к охране окружающей среды воспринимаются как доктринальная основа для разработки национального законодательства.

**Элементы системы экологического права как науки и учебной дисциплины совпадают. Она состоит из общей, особенной и специальной частей.**

**В общей части** содержатся институты и положения, имеющие значение для всего экологического права. Таковыми являются предмет и метод в экологическом праве, источники экологического права, экологические правоотношения, право собственности на природные ресурсы, право природопользования, правовые основы государственного регулирования природопользования и охраны окружающей среды, экологическая экспертиза, экономико-правовой механизм природопользования и охраны окружающей среды, юридическая ответственность за экологические правонарушения.

**Особенная часть** экологического права состоит из таких разделов, как правовое регулирование использования и охраны земель; вод;

атмосферного воздуха; недр; лесов; животного мира; особо охраняемых природных территорий и объектов; правовое регулирование обращения с отходами; правовой режим экологически неблагоприятных территорий.

*Специальная часть* экологического права посвящается основным чертам международной правовой охраны окружающей природной среды.

**Исторически система правового регулирования отношений общества и природы содержит четыре раздела:**

- *гражданско-правовой;*
- *земельный;*
- *земельно-ресурсный;*
- *экологический.*

Главную роль в системе этих отношений всегда выполняло земельное право, т.к. через свои нормы оно выражало интересы общества в потреблении природных ресурсов. Видимо, первые природоохранные понятия человека выразились в создании всевозможных табу – запретов, ограничений на отлов определенных животных, на пользование дарами лесов, рек и озер.

Система случайных запретов – табу, постепенно сменилась довольно стройной и последовательной системой религиозных запретов и ограничений, что стало основой развития правового регулирования отношений общества и природы.

## **1.5 КОНЦЕПЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РФ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Государство в соответствии со своими внутренними политическими задачами выполняет разнообразные функции: нормотворческую, правоохранительную, функцию регулирования общественных правоотношений, культурно-воспитательную, социальную и т.п. Все современные государства осуществляют функцию охраны окружающей среды как самостоятельную функцию государства.

**Экологическая функция государства** представляет собой основные направления деятельности государства в сфере взаимодействия общества и природы.

В последнее десятилетие происходит **экологизация государственной политики** во всех европейских государствах, что **означает:**

- Коренное изменение характера производственной деятельности, т.е. изменяются технологии, применяемые в промышленности и сельском хозяйстве, внедряются программы энергосбережения и ресурсосбережения, безотходные технологии и производства.

- Повышение уровня жизни людей должно осуществляться не за счет истощения природы, а сопровождаться сохранением условий существования животного и растительного мира.

- Максимальная поддержка научных исследований.

- Образование и воспитание, формирование нового отношения к природе, восприятие человеком себя как части природы.

**Принципы охраны окружающей среды, на основе которых реализуется экологическая функция государства,** закреплены в Законе Республики Беларусь “Об охране окружающей среды”. К таким принципам отнесены:

- соблюдение права граждан на благоприятную окружающую среду и возмещение вреда, причиненного нарушением этого права;

- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов граждан, общества и государства в целях обеспечения благоприятной окружающей среды;

- охраны, рационального (устойчивого) использования природных ресурсов и их воспроизводства как необходимых условий обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности; охраны, рационального (устойчивого) использования природных ресурсов и их воспроизводства как необходимых условий обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

- предупредительный характер мер по охране окружающей среды и предотвращению вреда окружающей среде;

- государственное регулирование охраны окружающей среды и природопользования;

- платность специального природопользования и возмещение вреда, причиненного в результате вредного воздействия на окружающую среду;

- учет природных и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

- приоритет сохранения естественных экологических систем, типичных и редких природных ландшафтов и природных комплексов;

- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду с учетом требований в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- снижения вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду на основе использования технологий, обеспечивающих выполнение требований в области охраны окружающей среды, с учетом экономических и социальных факторов;
- запрещение хозяйственной и иной деятельности, которая может привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда объектов растительного и животного мира, истощению природных ресурсов и иным отрицательным изменениям окружающей среды;
- гласность в работе государственных органов, общественных объединений по вопросам охраны окружающей среды и обеспечения граждан полной, достоверной и своевременной информацией о состоянии окружающей среды и др.

**Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды** утверждена Постановлением Верховного Совета Республики Беларусь от 06.09.1995 г.

Главным направлением государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды является осуществление заложенного в Конституции права граждан на благоприятную для жизни окружающую среду, прав будущих поколений на пользование природно-ресурсным потенциалом, а также на компенсацию ущерба, нанесенного здоровью или имуществу в результате нарушения этих прав.

**Основными принципами Концепции государственной политики в области охраны окружающей среды** являются:

1. государственная собственность на все виды природных ресурсов, предусматривающая возможность передачи их в постоянное либо временное пользование отдельным юридическим и физическим лицам.
2. охрана окружающей среды, объектов живой и неживой природы на всей территории республики.
3. законодательно обеспеченная система государственного контроля за состоянием окружающей среды, охраной и использованием природных ресурсов, качеством продуктов питания, безопасностью

промышленной и сельскохозяйственной продукции для окружающей среды и здоровья населения;

4. государственная экологическая экспертиза проектируемых, строящихся и эксплуатирующихся хозяйственных объектов.

5. привлечение к делу охраны окружающей среды и контроля за ее состоянием населения, общественных организаций;

6. система мер уголовной и административной ответственности за нарушение природоохранного законодательства при условии обязательного возмещения ущерба.

7. участие в решении глобальных экологических проблем.

## **1.6 КОНСТИТУЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА В РБ**

Система экологического права в Республике Беларусь базируется на **Конституции**, которая имеет высшую юридическую силу, прямое действие и применяется на всей территории страны, являясь первым источником права. Законы, Декреты и Указы Президента и другие нормативные документы издаются на основе и в соответствии с Конституцией Республики Беларусь.

Республика Беларусь объявила себя правовым социальным государством, высшей ценностью которого является человек, его права, свободы.

Исходя из общего духа Основного закона, меры по охране окружающей среды носят общегосударственный характер. Конституция устанавливает права граждан в области охраны окружающей среды, закладывает экономическую основу экологических отношений, в частности, право собственности на природные ресурсы; определяет конституционные гарантии в экологической сфере.

Так, в соответствии с нормами Конституции, всем предоставлены равные права для осуществления хозяйственной и иной деятельности, кроме запрещенной законом, и гарантируется равная защита и равные условия. Недра, воды, леса, земли сельскохозяйственного назначения составляют исключительную государственную собственность. Но эти природные объекты и ресурсы могут быть использованы в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

Конституционные основы эколого-правового статуса гражда-

нина Республики Беларусь закреплены в главе 2 “Личность, общество, государство”, согласно ст. 21 которой обеспечение прав и свобод граждан Республики Беларусь является высшей целью государства. Гражданам гарантируются права и свободы, закрепленные в Конституции, законах, и предусмотренные международными обязательствами государства.

**В качестве источников экологического права наиболее важное значение имеют следующие конституционные нормы:**

- В соответствии со ст. 9 территория Республики Беларусь является естественным условием и пространственным пределом самоопределения народа, основой его благосостояния и суверенитета страны. Эта норма юридически защищает приоритет экологических интересов народа страны в месте жительства, определяет территорию как основу его жизнедеятельности.

- В Конституции закреплено (ст. 13), что недра, вода и леса составляют исключительную собственность государства. В собственности государства находятся земли сельскохозяйственного назначения.

- Наибольшее значение, как источник экологического права, имеет ст. 46, устанавливающая право каждого на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Данная конституционная норма определяет, что государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни и восстановления окружающей среды. Этой норме корреспондирует ст. 55, устанавливающая обязанность охранять природную среду. При этом в соответствии со ст. 34 Конституции гарантируется право на получение, хранение и распространение полной, достоверной информации о состоянии окружающей среды. Конституция Республики Беларусь устанавливает также и обязанности каждого гражданина в данной области: охрана природной среды – долг каждого.

- ст. 40 провозглашает, что каждый имеет право направлять личные и коллективные обращения в государственные органы. Исходя из смысла этой статьи, гражданам предоставлено право получать любую информацию, в том числе и о состоянии окружающей среды. Государственные органы, а также должностные лица обязаны рассматривать обращения и давать ответ по существу в определенный законом срок.

- Согласно ст. 44 осуществление права собственности не должно противоречить общественной пользе и безопасности, наносить

вред окружающей среде, историко-культурным ценностям, ущемлять права и законные интересы других лиц.

- Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов и в целях защиты и улучшения условий жизни общества, а также охраны и восстановления окружающей среды.

Экологические содержание могут иметь следующие права, гарантируемые Конституцией:

- право на жизнь (ст. 24);
- право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о деятельности государственных органов, общественных объединений, о политической, экономической и международной жизни, состоянии окружающей среды (ст. 34);
- право на свободу собраний, митингов, уличных шествий, демонстраций и пикетирования, не нарушающих правопорядок, и права других граждан (ст. 35);
- право на свободу объединений (ст. 36);
- право участвовать в решении государственных дел как непосредственно, так и через свободно избранных представителей (ст. 37);
- право на охрану здоровья, которое гарантируется в том числе и мерами по оздоровлению окружающей среды (ст. 45).

Рассмотренные конституционные нормы являются основой для законов и подзаконных актов в данной области.

Конституция Республики Беларусь устанавливает **экономические основы экологических правоотношений**. В силу того, что для их реализации необходим определенный природоресурсный потенциал, весьма значима для экологических отношений норма ст. 9 Конституции, которая провозглашает, что территория Республики Беларусь является естественным условием существования и пространственным пределом самоопределения народа, основой его благосостояния. В Конституции декларируется исключительная государственная собственность на недра, воды, леса. Земли сельскохозяйственного назначения находятся в собственности государства.

Гарантируется равная защита и условия развития всех форм собственности (ст. 13).

Конституция определяет основополагающие принципы в экологической сфере. Так, конституционную основу института ответственности за нарушение законодательства об охране окружающей среды составляет **ст. 46**, которая декларирует право каждого на возмещение вреда, причиненного нарушением права на благоприятную окружающую среду. **Ст. 60** декларирует право на возмещение в судебном порядке имущественного вреда и материального возмещения морального вреда. Осуществление права собственности в соответствии со **ст. 44** не должно противоречить общественной пользе и безопасности, наносить вред окружающей среде, историко-культурным ценностям, ущемлять права и защищаемые законом интересы других лиц. Согласно **ч. 2 ст. 46** Конституции государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды.

Т.о. государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды.

## **1.7 ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА**

В теории права понятие “**источники права**” трактуется: во-первых, как “сила, создающая право”, т. е. власть государства, которая реагирует на потребности развития общественных отношений и принимает соответствующие правовые решения; во-вторых, как форма выражения государственной воли, в которой содержится правовое решение государства.

**Ведущим источником права в современных условиях признается нормативный правовой акт.**

Он имеет ряд неоспоримых преимуществ:

а) издается оперативно и в любой своей части может быть изменен, что позволяет достаточно быстро реагировать на социальные процессы;

б) нормативные правовые акты определенным образом систематизированы;

в) они позволяют точно фиксировать содержание правовых норм, что способствует проведению единой политики;

г) нормативные правовые акты поддерживаются государством, что выражается в применении мер ответственности в случае их нарушения. Определение источника права как нормативного правового

акта также демонстрирует связь между системой права и системой законодательства.

Наличие самостоятельных источников права рассматривается в качестве обязательного признака самостоятельности отрасли права. **Источниками экологического права** признаются нормативные правовые акты, содержащие правовые нормы, которые регулируют экологические отношения, и **обладают признаками**, характеризующими особенности нормативного правового массива, регламентирующего экологические отношения:

- значительная часть экологических норм содержится в кодифицированных нормативных правовых актах, притом, что сама отрасль не кодифицирована;
- нормы, на основании которых регулируются экологические отношения, содержатся также в источниках иных отраслей права и составляют так называемые “экологизированные нормы”;
- в числе источников экологического права значительное место занимают международно-правовые акты.

Экологическое право Республики Беларусь в своем становлении прошло несколько этапов.

Большое значение для природоохранной деятельности имело становление и распространение христианства. Первыми письменными документами по охране окружающей среды, видимо, являются законы вавилонского царя Хаммурапии, содержащие статьи об охране лесов. Древнейшим охранным документом является декрет о сохранении леса, принятый в 1122 г. до н. э. в Китае. Аналогичный закон в Европе принят в 1515 г. во Франции (через 2,5 тыс. лет). Представляю интерес указы об охране туров, изданные в Польше в XI в. Образцом природоохранного законодательного акта является “Ордонанс Людовика XIV, короля Франции и Наварры, о водах и лесах, изданный в Сен-Жермен ан-Ле 13 августа 1669 г.”

Глубокие исторические корни имеет охрана природы и в России. В одном из ранних законодательных актов – “Русской правде” Ярослава Мудрого (XI в.) – есть запреты на добычу лебедей, бобров, соболей. Впервые были установлены заповедные (“засечные”) леса.

Важная роль в становлении экологического права в России принадлежит Петру I. Он положил начало организованному лесоводству и лесоразделению. Леса были подразделены на обычные и заповедные. Им были введены указы по охране лесов. Источников питьевой воды,

пушных зверей и рыбы. При нем была запрещена свалка мусора и отходов в реки Неву и Москву, а также очищены московские Поганые пруды, которые сейчас называются Чистыми прудами.

Система современного экологического законодательства в России начала создаваться с подписанием 8 ноября 1917 г. декрета “О земле”. Затем были введены декреты “О лесах” (1918), “Об охоте” (1919), “О недрах” (1920). С 1917 г. по 1924 г. было принято 324 природоохранных декрета, которые основывались на общегосударственной собственности на все природные ресурсы.

Следует отметить, что в дореволюционный период положения о правовом режиме природных ресурсов развивались в рамках гражданского законодательства.

В советский период, в силу изъятия природных ресурсов из гражданского оборота, признания субъектом права исключительной государственной собственности на природные ресурсы Союза ССР начинают развиваться как самостоятельные отрасли советского права – земельное, водное, горное, лесное право с доминированием права земельного. В 60-е...70-е гг. XX в. формируется природоресурсное право на базе принятых Основ союзного законодательства об использовании и охране земель, недр, вод, лесов, а также принятых в союзных республиках соответствующих кодексов.

Следует отметить, что в законодательстве нашего государства советского периода вплоть до начала 90-х гг. превалировал природоресурсный взгляд на рассматриваемую область общественных отношений. Кроме причин, названных выше, односторонний (природоресурсный) подход к регулированию экологических отношений был обусловлен, как нам представляется, спецификой социалистической идеологии, в соответствии с которой социалистический способ производства считался оптимально способствующим сохранению природы.

В период с 1957 г. по 1963 г. во всех республиках Советского Союза на базе Основ законодательства СССР об охране природы были приняты законы об охране природы, которые рассматривались как новая форма природоохранного законодательства. В БССР действовал Закон от 21 декабря 1961 г. “Об охране природы”.

Новый этап в развитии экологического законодательства связан с обретением Республикой Беларусь суверенитета. В Декларации о государственном суверенитете Республики Беларусь от 27 июля 1990 г. признается право собственности республики на землю и иные природные ресурсы, находящиеся в пределах ее территории.

С начала 90-х гг. XX в. экологическое право развивается в русле общепринятых мировых направлений охраны окружающей среды, что связано с принятием в 1992 г. Закона Республики Беларусь “Об охране окружающей среды”, которым впервые в законодательство нашего государства введено понятие “окружающая среда” и установлены правовые основы ее охраны.

**Источниками экологического права** являются также **законы** Республики Беларусь:

- “О санитарно-эпидемическом благополучии населения” (1993);
- “О радиационной безопасности населения” (1998);
- “О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” (1998).

Кроме того, эколого-правовые нормы содержатся в Гражданском кодексе (1998), в Законах “Об аренде” (1990), “О предприятиях Республики Беларусь” (1990), “Об основах архитектурной и градостроительной деятельности в Республике Беларусь” (1993), “Об автомобильных дорогах” (1994).

Важнейшими законодательными актами по экономическому обеспечению природопользования являются Законы Республике Беларусь “О платежах за землю” (1991), “О налогах за пользование природными ресурсами (экологический налог)” (1991).

К источникам экологического права следует отнести также отдельные **положения и статьи Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях** (1985) и **Уголовного кодекса Республики Беларусь** (2000).

Так, в Кодексе об административных правонарушениях имеется **глава VII “Административные правонарушения в области окружающей природной среды, памятников истории и культуры”**, где определена административная ответственность за нарушения экологических законов и подзаконных актов.

Уголовный кодекс определяет уголовную ответственность за правонарушения, посягающие на отношения в области использования и охраны земель, вод, атмосферного воздуха, растительного и животного мира, безопасности и здоровья населения. Составы экологических преступлений сформированы в отдельной **главе 26 “Преступления против экологической безопасности и природной среды”**.

В настоящее время источниками экологического права являются **Декреты и Указы Президента Республики Беларусь**. В соответствии с Конституцией отдельные Декреты имеют силу законов.

К **подзаконным актам** как источникам экологического права в Республике Беларусь относятся ряд Постановлений Правительства Беларуси, а также некоторые Постановления Совета Министров бывшего СССР.

Так, общественные отношения в области использования и охраны вод также регулируют “Положение об охране рыбных заносов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР” (1958) “Положение о водоохраных полосах (зонах) водоемов” (1989). “Положение о государственном учете вод и их использования” (1975), “Положение о водоохраных полосах (зонах) рек” (1983) и т.д.

Большое число Постановлений Правительства Республики Беларусь относится к вопросам управления природопользования, охраной окружающей среды: “Положение о Министерских природных ресурсов и охраны окружающей среды” (1993), “Положение о порядке ведения государственного кадастра атмосферного воздуха и кадастра животного мира” (1995), “О порядке ведения государственного земельного кадастра и мониторинга земель” (1991), “О создании Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь” (1993) и др.

Порядок и условия предоставления природных ресурсов в пользование и их изъятие регламентированы в Постановлении Правительства “О перечне видов деятельности, на осуществление которых требуется специальное разрешение (лицензия), и органов, выдающих эти разрешения (лицензии)” (1995). Условия и порядок возмещения ущерба, причиненного экологическими правонарушениями, конкретизированы в Постановлениях “О материальной ответственности за ущерб, причиненный лесному хозяйству” (1993), “Таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, нанесенный гражданами и лицами без гражданства незаконным выловом или уничтожением рыб и других водных животных в рыбохозяйственных водоемах Республики Беларусь” (1995).

**Нормативные акты в виде постановлений, положений, приказов, правил, инструкций** и т.д., издаваемые министерствами и зарегистрированные в Национальном реестре правовых актов, также являются источниками экологического права. К ним относятся, напри-

мер, “Положение о порядке выдачи субъектам хозяйствования разрешений (лицензий) на осуществление отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов” (1996), “Правила любительского рыболовства Республики Беларусь” (1998), утвержденные приказами Минприроды Республики Беларусь. В нашей стране в настоящее время действуют ГОСТы СССР группы 17 “Охрана природы и улучшение использования природных ресурсов”, являющиеся вспомогательными нормативно-правовыми актами в области экологии.

В Беларуси проводится разработка собственных стандартов (СТБ) в этой области. К примеру:

СТБ I 1058-98 “Радиационный контроль. Отбор проб атмосферного воздуха. Общие требования” является первым национальным стандартом по вопросам экологии.

СТБ ИСО 14001 “Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению”

СТБ 17.13.05-04-2008 “Охрана окружающей среды и природопользование”.

СТБ 17.00.00-01-2008 “Охрана окружающей среды и природопользование. Система стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования. Основные положения”

СТБ 17.01.00-01-2012 “Охрана окружающей среды и природопользование. Экологический паспорт предприятия. Основные положения”

СТБ 17.01.01-01-2012 “Охрана окружающей среды и природопользование. Основные термины и определения”

В республике действует “Инструкция о порядке проведения государственной экологической экспертизы проектной документации в Республике Беларусь”, утвержденная Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды.

### **Технические кодексы**

ТКП 5.1.07-2007 “Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Экологическая сертификация. Порядок экологической сертификации услуг в области охраны окружающей среды”

ТКП 17.01-01-2007 “Охрана окружающей среды и природопользование. Технические нормативные правовые акты и пособия в области

охраны окружающей среды и природопользования. Порядок разработки, правила изложения, оформления и издания”

ТКП 17.02-08-2012 (02120) “Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета”

ТКП 17.11-01-2009 (02120) “Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила использования углеводородсодержащих отходов в качестве топлива”

ТКП 17.11-03-2009 (02120/02030) “Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Обращение с коммунальными отходами. Правила эксплуатации объектов обезвреживания коммунальных отходов”.

## **1.8 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

### **1.8.1 Закон “Об охране окружающей среды”**

В ноябре 1992 г. Верховный Совет Республики Беларусь принял **Закон “Об охране окружающей среды”**, который заложил основы прогрессивного развития экологического права на современном этапе развития страны. Данный закон является главенствующим в системе экологического законодательства и *определяет основные задачи природоохранной деятельности*:

- регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения и восстановления природных ресурсов и естественной среды обитания человека;
- предотвращение вредного антропогенного воздействия;
- обеспечение экологической безопасности общества;
- определение правовых и экономических основ охраны окружающей среды.

В законе к **объектам охраны** отнесены:

- климатические ресурсы;
- атмосфера (в т.ч. и озоновый слой);
- земля (недра и почвы);
- поверхностные и подземные воды и почвенная влага;
- растительный и животный мир;

- типовые и редкие ландшафты;
- другие природные объекты как компоненты экосистем и биосферы в целом.

Изложены права и обязанности граждан в области охраны окружающей среды. Указана возможность возмещения в судебном порядке ущерба, причиненного здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц из-за нарушений природоохранного законодательства или в результате экологических катастроф.

Устанавливаются лимиты на использование природных ресурсов, размещение отходов, допустимых выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Определены основные принципы платности природных ресурсов в виде налогов, которые конкретизированы в **Законе “О налоге за использование природных ресурсов (экологический налог)”** (1991), а с 01.01.2010 г. – в Особенной части и Общей частях Налогового кодекса Республики Беларусь.

Достаточно большое внимание в данных ТНПА уделено вопросам мониторинга, нормативно-технического и метрологического обеспечения охраны окружающей среды.

Определены порядок объявления зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия и деятельности в этих зонах.

### **Кодексы, определяющие порядок и условия использования и охраны объектов природной среды**

Наряду с Законом “Об охране окружающей среды” в нашей стране действуют **четыре кодекса**, определяющие порядок и условия использования и охраны объектов природной среды:

- *Лесной кодекс* (от 14 июля 2000 г. № 420-3);
- *Кодекс Республики Беларусь о земле* (от 23 июля 2008, с изменениями и дополнениями от 06.01.2015 г.);
- *Кодекс Республики Беларусь о недрах* (от 14 июля 2008 г., с изменениями и дополнениями от 06.05.2013 г.);
- *Водный кодекс* (от 30 апреля 2014 г).

#### **1.8.2 Лесной кодекс**

**Лесной кодекс** предусматривает, что *леса являются государственной собственностью и предоставляются только в пользование*. Действия в прямой или скрытой форме, нарушающие это право, запрещаются.

В Кодексе понятие леса связано с понятием лесного фонда. В его включены леса, находящиеся в ведении государственных органов лесного хозяйства, городские леса, закрепленные леса; заповедников и колхозные леса. Земли, занятые лесами, считаются землями государственного лесного фонда. К ним в первую очередь относятся земли, покрытые лесами. Кроме того, сюда относятся земли, не покрытые лесом, но предназначенные для нужд лесного хозяйства (вырубки, гари, болота, дороги, сенокосы и т.д.). К лесам не относятся отдельные деревья, группы деревьев и кустарников на землях сельскохозяйственного назначения, защитные насаждения на полосах отвода железных, автомобильных дорог и каналов, озеленительные насаждения в городах и других населенных пунктах, деревья и группы деревьев и кустарников на приусадебных, дачных и садовых участках.

В основу построения лесного законодательства положен *принцип неистощительного использования лесов*. Обеспечение этого принципа осуществляется путем выполнения двух условий: соблюдения категоричности лесов и нормативов расчетной лесосеки. В соответствии с хозяйственным значением лесов, их месторасположением и выполняемыми экологическими функциями все леса подразделяются на две группы. К первой группе относятся леса, выполняющие исключительно водоохраные, защитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции, леса особо охраняемых территорий и заповедного фонда. Здесь запрещается промышленная заготовка леса, и допускаются только вырубки для ухода за лесом (санитарные вырубки). Вторая группа – это леса районов с высокой плотностью населения и ограниченными эксплуатационными возможностями, а также с недостаточными лесными ресурсами. Допускается заготовка древесины в пределах расчетной лесосеки.

### 1.8.3 Кодекс о земле

Основным нормативным актом, регулирующим земельные отношения в Республике Беларусь, является **Кодекс о земле**.

В правовом смысле *земля* – это поверхность, охватывающая плодородный слой почвы. В экологическом понимании земля обеспечивает взаимосвязь живой и неживой природы путем круговорота веществ в литосфере.

Оценка земли в денежном исчислении не соответствует ее действительной стоимости, т.к., являясь общечеловеческим достоянием, земля бесценна.

В соответствии с данным Кодексом все земли, образующие государственный земельный фонд, подразделяются на семь категорий:

- *сельскохозяйственного назначения;*
- *населенных пунктов;*
- *промышленности, транспорта, связи, обороны и иного назначения;*
- *природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения;*
- *лесного фонда;*
- *водного фонда;*
- *земли запаса.*

Особую категорию составляют особо охраняемые земли. К ним относятся земли природоохранного, рекреационного и историко-культурного назначения. Они призваны поддерживать необходимый для жизнедеятельности человека уровень и качество природной среды. На данных землях запрещена деятельность, противоречащая их целевому назначению.

В Кодексе о земле предусмотрена система правовых, организационных, экономических и других мероприятий, направленных на обеспечение охраны земель.

#### **1.8.4 Кодекс о недрах**

Одной из первооснов существования цивилизации является использование полезных ископаемых. Без этого невозможно развитие энергетики, транспорта, строительства, промышленности. Использование недр неизбежно приводит к изменениям верхней части литосферы. Эти изменения оказывают существенное влияние на экологическую обстановку не только в районах добычи, но и на биосферу в целом, т.к. через верхние слои литосферы происходит круговорот веществ и обмен энергией с тропосферой и гидросферой. Поэтому вопросы правовой охраны литосферы играют в настоящее время важнейшую роль. Основным законодательным актом, регулирующим отношения, возникающие в связи с геологическим изучением, использованием и охраной недр Беларуси, является **Кодекс о недрах**.

В соответствии с данным Кодексом, **недрами** называется часть земной коры, расположенная ниже почвенного слоя, а при его отсут-

*ствии – ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающаяся до глубин, допустимых для геологического изучения и освоения.*

Основным богатством недр являются полезные ископаемые – твердые, жидкие и газообразные образования земной коры, используемые или пригодные для использования во всех сферах человеческой деятельности. В соответствии со ст. 3 Кодекса недра являются исключительной собственностью государства и предоставляются в пользование для геологического изучения; добычи полезных ископаемых, строительства и (или) эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых; образования особо охраняемых природных территорий и объектов, имеющих научную, историческую, культурно-эстетическую, санитарно-оздоровительную или иную ценность; сбора минералогических, палеонтологических и других уникальных геологических материалов.

В Кодексе подробно изложен порядок предоставления пользователям недр. Кодексом определены права и обязанности пользователей: пользователь обязан обеспечивать безопасное ведение работ, разрабатывать и выполнять мероприятия по охране окружающей среды и месторождений полезных ископаемых, обеспечивать безопасное хранение и захоронение производственных, бытовых и иных отходов, очистку сточных вод и контроль за содержанием мест хранения и захоронения и т.д.

Кодекс о недрах устанавливает порядок ограничения, приостановления и прекращения права пользования недрами. В Кодексе установлено, что пользование недрами является платным.

В Кодексе о недрах приведен перечень нарушений, за которые предусмотрена административная, уголовная и иная ответственность.

### **1.8.5 Водный кодекс**

Вода – самый распространенный на земле минерал, играющий исключительно важную роль в функционировании биосферы. Без воды невозможна жизнь на земле.

Общественные отношения в области использования и охраны вод в Республике Беларусь регулирует водное законодательство, основу которого составляет **Водный кодекс**. В соответствии со ст. 3 Водного кодекса все воды (водные объекты) составляют единый государ-

ственный водный фонд, который включает в себя, реки, озера, водохранилища, водные источники, воды каналов и прудов, а также подземные воды.

Водный кодекс определяет **виды водопользования**:

- *общее* – осуществляется юридическими лицами, гражданами, в том числе индивидуальными предпринимателями, безвозмездно и без правоустанавливающих документов;

- *специальное*, например изъятие поверхностных вод с применением водозаборных сооружений, добыча подземных вод с применением водозаборных сооружений, в том числе самоизливающихся буровых скважин, сброс сточных вод в окружающую среду с применением гидротехнических сооружений и устройств, в том числе через систему дождевой канализации; водопользование, связанное с регулированием водных потоков с применением гидроузлов, плотин и других водоподпорных сооружений; водопользование, связанное с добычей подземных вод попутно с добычей других полезных ископаемых; водопользование, связанное с проведением мероприятий по защите водоносных горизонтов;

- *обособленное* – обособленное водопользование поверхностными водными объектами (их частями) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны; обособленное водопользование прудами-копанями, расположенными в границах земельных участков, предоставленных в установленном порядке юридическим лицам, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям, и технологическими водными объектами.

Общее водопользование осуществляется без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод, специальное – с применением таких сооружений и устройств или без их применения, но оказывающих влияние на состояние вод. Общее водопользование осуществляется без каких-либо разрешений, а специальное – только в разрешенном порядке.

В Водном кодексе (глава 10) изложены основы правовой охраны вод. Все водные объекты подлежат охране от загрязнения, засорения и истощения, которые могут причинить вред здоровью населения, а также повлечь уменьшение рыбных запасов, ухудшение условий водоснабжения и другие неблагоприятные явления вследствие изменения физических, химических и биологических свойств вод, снижение их способности к естественному очищению, нарушения гидрологического и гидрогеологического режима вод.

За нарушение водного законодательства предусмотрена административная, уголовная и гражданско-правовая ответственность. Кроме юридической ответственности к нарушителям применяются меры экономического воздействия.

### 1.8.6 Закон “Об охране атмосферного воздуха”

Правовые основы охраны атмосферного воздуха предусмотрены **Законом “Об охране атмосферного воздуха”** от 16 декабря 2008 г. № 2-З (с изм. и. доп.: текст по состоянию на 12 декабря 2012 г.). В качестве объекта охраны и использования выделен *атмосферный воздух, представляющий собой газовую оболочку Земли и выполняющий экологическую, социальную и экономическую функции.*

Необходимость правового регулирования в данном вопросе основана на том, что атмосферный воздух *исчерпаем*, как и другие природные ресурсы. Для охраны атмосферного воздуха от вредного антропогенного воздействия на него служит нормирование содержания вредных веществ и нормирование вредных воздействий на воздух. С этой целью устанавливаются:

- нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и уровней вредных физических и иных воздействий на него;
- нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- нормативы предельных объемов образования загрязняющих веществ при эксплуатации технологического и другого оборудования, сооружение объектов;
- нормативы потребления атмосферного воздуха для производственных нужд;
- нормативы содержания загрязняющих веществ в отработанных газах и вредных физических и иных действий передвижных источников на атмосферный воздух;
- нормативы удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Закон также устанавливает требования по охране атмосферного воздуха при размещении и развитии городов и других промышленных пунктов. Сущность этих требований в том, что проектирование, застройка и реконструкция городов должны проводиться в соответствии с санитарными и другими нормами и правилами. При этом необходимо

учитывать состояние атмосферного воздуха, прогноз его изменения и задачи охраны от вредных воздействий. На территории населенных пунктов запрещается размещение терриконов, отвалов, складирование промышленных отходов, производственного, бытового мусора и других отходов, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха, пылью, вредными газообразными и дурно пахнущими веществами, а также сжигание указанных отходов на территории населенного пункта, включая территорию предприятий, учреждений и организаций.

Данный Закон предусматривает требование по охране атмосферного воздуха от вредного воздействия промышленного производства и другой производственной деятельности. Запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, не удовлетворяющих требованиям по охране атмосферного воздуха. Не допускается также производство и эксплуатация транспортных и иных передвижных средств и установок, в выбросах которых содержание загрязняющих веществ превышает установленные нормы.

При определении мест на территории населенных пунктов для размещения новых объектов и реконструкции действующих, являющихся источниками выбросов загрязняющих веществ, устраиваются санитарно-защитные зоны.

Любая производственная деятельность, связанная с отрицательным воздействием на атмосферный воздух, осуществляется только по согласованию с соответствующими контролирующими государственными органами. Разрешение на выброс загрязняющих веществ и вредные физические воздействия выдают органы Минприроды Беларуси.

В Законе приведен перечень правонарушений в области охраны атмосферного воздуха. Виновные несут уголовную, административную и иную ответственность в соответствии с Законодательством Республики Беларусь.

Платежи за потребление воздуха не предусмотрены. Закон предусматривает регулирование потребления атмосферного воздуха для производственных нужд.

### **1.8.7 Закон “Об особо охраняемых природных территориях и объектах”**

Правовой режим заповедников, заказников, национальных парков, памятников природы регулирует Закон “Об особо охраняемых

**природных территориях и объектах”** (от 20 октября 1994 г., с изменениями и дополнениями от от 23 мая 2000 г). В соответствии с Законом под *особо охраняемыми природными территориями* понимают участки земли и части водного пространства, в том числе природные комплексы, имеющие особое экологическое, научное, культурное, эстетическое, историческое значение, в отношении которых установлен особый режим охраны и использования. Особо охраняемые природные объекты – это уникальные либо типичные, денные в научных, культурно-познавательных и оздоровительных отношениях природные объекты естественного либо искусственного происхождения, в отношении которых также установлен особый режим охраны и использования.

К особо охраняемым территориям и объектам относятся территории заповедников, национальных парков, заказников, памятников природы и сами эти памятники.

Закон “Об охране окружающей среды” к *особо охраняемым объектам* относит также животных и растения, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь. Данный Закон устанавливает, что особой охране также подлежат курортные зоны, зоны санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, леса зеленых зон городов и других населенных пунктов, запретные полосы лесов.

Земли особо охраняемых природных территорий и объектов являются землями природоохранного назначения. Эти территории и объекты могут использоваться в природоохранных и научно-исследовательских целях, для мониторинга окружающей среды, в оздоровительных целях. Другие виды деятельности могут осуществляться только в том случае, если они не противоречат целевому назначению данных территорий и объектов и установленным требованиям по их охране, восстановлению и использованию.

В соответствии с действующим законодательством за нарушение Закона “Об особо охраняемых природных территории объектах” предусмотрена административная и уголовная ответственность. Ущерб возмещается в полном объеме в пользу государства. В счет причиненных потерь включается стоимость уничтоженных или поврежденных объектов природы, а также экологическая ценность упомянутых природных территорий и объектов.

### 1.8.8 Закон “О животном мире”

Правовой основой для охраны животного мира и его пользования является Закон “О животном мире” (от 10 июля 2007 г., с изменениями и дополнениями от 22 января 2013 г.). В соответствии с Законом *животный мир* – это охраняемый компонент природной среды, возобновляемый природный ресурс, представляющий собой совокупность всех диких животных, постоянно обитающих на территории Республики Беларусь или временно ее населяющих, в том числе диких животных в неволе.

Объекты животного мира, обитающие в состоянии естественной свободы на территории Республики Беларусь, находятся в собственности государства.

В Беларуси разрешены следующие виды пользования животным миром: охота; рыболовство; добывание животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства; пользование животным миром в научных, культурно-просветительных, воспитательных и эстетических целях, использование полезных свойств жизнедеятельности животных-почвообразователей, естественных санитаров среды, опылителей растений и других; использование животных в целях получения продуктов их жизнедеятельности. Данные виды пользования допускаются, как правило, при наличии разрешения соответствующих органов и без причинения вреда животному миру и среды его обитания, что достигается соответствующими ограничениями.

Закон определяет, что общее пользование объектами животного мира осуществляется физическими лицами бесплатно. Добыча диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства, может осуществляться гражданами бесплатно в порядке общего пользования в пределах норм изъятия диких животных. Заготовка диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства, может осуществляться юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями за плату на основании решения соответствующего местного Совета депутатов в соответствии с правилами добычи, заготовки и (или) закупки диких животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства.

Добыча диких зверей и птиц, занесенных в Красную книгу Беларуси, не допускается. Исключением является добыча их для последующего расселения, а также в научно-исследовательских и иных целях с разрешения Минприроды при наличии заключения Национальной академии наук Беларуси.

Пользование животным миром в научных, культурно-просветительских, воспитательных и эстетических целях посредством разных форм наблюдения, лечения, фотографирования в т.д. без изъятия из природной среды допускается в том случае, если оно не наносит вреда животным или среде их обитания и не нарушает прав других пользователей животного мира. Допускается пользование животным миром в упомянутых целях с изъятием животных из природной среды для живых коллекций зоопарков, зоосадов, океанариумов, собраний чучел животных в музеях.

За нарушение Закона “О животном мире” предусмотрена административная, уголовная и материальная ответственность в соответствии с действующим законодательством Беларуси.

### **1.8.9 Закон “О государственной экологической экспертизе”**

В соответствии с Законом “Об охране окружающей среды” предусмотрено проведение **экологической экспертизы**. Целью данной экспертизы является: определение уровня экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления хозяйственной или иной деятельности в настоящем и будущем и оказать отрицательное воздействие на состояние окружающей среды и здоровье населения; оценка соответствия планируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям природоохранного законодательства; определение достаточности и обоснованности предусматриваемых мер по охране окружающей среды.

Экологическая экспертиза подразделяется на государственную, отраслевую, внутрихозяйственную и общественную.

Правовую основу государственной экологической экспертизы составляет **Закон “О государственной экологической экспертизе”** (от 9 ноября 2009 г., с изменениями и дополнениями от 14 июля 2011 г.).

**Государственная экологическая экспертиза** – установление соответствия или несоответствия проектной или иной документации по планируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов.

Целью государственной экспертизы является предупреждение вредных воздействий на окружающую среду, природные ресурсы, здоровье населения, которые могли бы иметь место в процессе реализации

планов, реализации проектных решений введения в действие нормативно-технической документации.

Закон определяет основные принципы государственной экологической экспертизы:

- предотвращения вредного воздействия на окружающую среду;
- обязательности проведения государственной экологической экспертизы до утверждения проектной или иной документации по объектам государственной экологической экспертизы;
- учета суммарного вредного воздействия на окружающую среду осуществляемой и планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- достоверности и полноты информации, содержащейся в проектной или иной документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу;
- законности и объективности заключений государственной экологической экспертизы;
- гласности и учета общественного мнения.

Основанием для проведения экспертизы является прямое указание обязательности экспертизы в соответствующем законе; решение компетентного органа; требование общественности или населения и т.п. Экспертные комиссии и отдельные эксперты проводят исследования и оценку представленной документации или объекта на соответствие действующим экологическим нормам, правилам и нормативам. Затем на основании заключений экспертов и экспертных комиссий формируется сводное заключение, которое содержит оценку уровня экологической опасности планируемой хозяйственной или иной деятельности и выводы о целесообразности (нецелесообразности) ее реализации.

При проведении государственной экологической экспертизы учитываются заключения общественной экологической экспертизы.

#### **1.8.10 Законом “Об обращении с отходами”**

*Проблема размещения, повторного использования и переработки отходов регулируется Законом “Об обращении с отходами” (от 20 июля 2007 г., с изменениями и дополнениями от 4 января 2014 г.). Закон призван содействовать предотвращению отрицательного воздействия на окружающую среду и человека при обращении с отходами и максимальному включению их в хозяйственный оборот как дополнительному источнику сырья.*

В Законе определено, что *отходы* – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства.

*Отходы потребления* – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности, отходы, образующиеся в гаражных кооперативах, садоводческих товариществах и иных потребительских кооперативах, а также уличный и дворовый смет, образующийся на территориях общего пользования населенных пунктов.

*Отходы производства* – отходы, образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями экономической деятельности (производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг), побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых.

Данный Закон регулирует отношения, возникающие при: разработке месторождений полезных ископаемых и переработке минерального сырья; производстве, транспортировке и хранении продукции производственно-технического назначения, товаров народного потребления, энергии и энергоносителей; производстве строительных, сельскохозяйственных, горных и других физическом и моральном износе основных и оборотных средств; потреблении населением промышленных и продовольственных товаров.

В Законе определен порядок учета образования и использования, хранения, переработки и захоронения отходов. Установлены способы экономического стимулирования использования отходов, обязанности субъектов хозяйствования в области обращения с отходами, порядок трансграничной перевозки отходов.

### **1.8.11 Указ Президента Республики Беларусь “О некоторых вопросах обращения с отходами потребления”**

С 1 августа 2012 г. вступил в силу **Указ Президента Республики Беларусь от 11.07.2012 № 313 “О некоторых вопросах обращения с отходами потребления”**, который является своеобразным итогом более чем десятилетнего формирования в Беларуси законодательства, устанавливающего так называемую *расширенную ответственность производителя*.

Для реализации Указа № 313 принято постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2012 № 708 “О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 11 июля 2012 г. № 313”.

Сущность *концепции “расширенная ответственность производителя”*, впервые принятой в Швеции и далее закрепленной в актах Европейского сообщества (ЕС) и других странах мира, заключается в том, что производители товаров (импортеры товаров, если осуществляется их ввоз в страну) обязаны нести ответственность за произведенные товары по окончании их жизненного цикла, то есть за отходы, которыми являются сами товары после их потребления.

**Виды ответственности производителей товаров** различны:

- *физическая* – обязаны обеспечить сбор отходов;
- *экономическая* – обязаны платить кому-либо за сбор и переработку отходов и др.

В европейских странах расширенная ответственность производителя началась с возложения ответственности на производителей пластмассовой упаковки. Теперь такая ответственность установлена в отношении производителей бытовой техники, элементов питания и других товаров.

В Беларуси формирование этого специфического законодательства начато с принятия постановления Совета Министров Республики Беларусь от 26.04.2002 № 536 “О совершенствовании оборота стеклянной тары для пищевых продуктов и организации сбора стеклянных отходов” (в настоящее время отменен, вместо него действует Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 6 июля 2009 г. № 896 “О некоторых вопросах обращения с отходами стекла и организации приема возвратной стеклянной тары от населения”). Далее были приняты: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.02.2003 № 269 “О совершенствовании системы сбора (заготовок) и использования некоторых видов вторичного сырья” (в настоящее время отменен) и постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.02.2003 № 261 “О некоторых вопросах обращения с отходами пластмасс” (в настоящее время отменен), Указ Президента Республики Беларусь от 10.07.2006 № 437 “О некоторых мерах по совершенствованию организации сбора (заготовки) и использования отходов в качестве вторичного сырья” (в настоящее время отменен, вместо него действует Указ Президента Республики Беларусь от 11 июля 2012

г. № 313 “О некоторых вопросах обращения с отходами потребления” (с изм. и доп. от 28 июля 2014 г. № 381).

Впоследствии ответственность производителя товаров стала предметом регулирования налогового законодательства (сначала Закон Республики Беларусь от 23.12.1991 № 1335-ХІІ “О налоге за использование природных ресурсов (экологический налог)”, затем Налоговый кодекс Республики Беларусь (Особенная часть)). Параллельно ответственность производителей и импортеров товаров была установлена Законом Республики Беларусь от 20.07.2007 № 271-З “Об обращении с отходами” и актами, которые были приняты в его развитие: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.12.2007 № 1789 “Об утверждении перечня производимых и импортируемых товаров, производители и импортеры которых обязаны осуществлять сбор отходов, образующихся после утраты потребительских свойств этих товаров”, “Инструкция об организации сбора, разделения по видам, обезвреживания и (или) использования отходов, образующихся после утраты потребительских свойств товаров, включенных в перечень производимых и импортируемых товаров”, производители и импортеры которых обязаны осуществлять сбор отходов, образующихся после утраты потребительских свойств этих товаров, утвержденная постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 21.01.2008 № 5.

Все эти акты отменены полностью или частично в части ответственности производителей (импортеров) товаров.

Из текста Указа № 313 видно, что практика применения названных актов легла в основу требований Указа № 313. Отдельные его элементы сходны с элементами, действовавшими ранее, а некоторые являются новацией.

Декларируемые природоохранные цели согласно преамбуле Указа № 313:

- сокращение объемов захоронения отходов потребления;
- предотвращение вредного воздействия отходов потребления на окружающую среду;
- повышение уровня вовлечения в хозяйственный оборот вторичных материальных ресурсов.

Согласно концепции Указа № 313 данные цели должны быть достигнуты путем привлечения к системе обращения с отходами потребления (отходы, образующиеся у населения) производителей (поставщиков) отдельных товаров и тары.

При толковании смысла Указа № 313 необходимо помнить о значении специальных понятий и терминов, установленных в ст. 1 Закона “Об обращении с отходами”, применяемых в Указе № 313, в частности:

- **отходы** – вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определенного предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично свои потребительские свойства;

- **отходы потребления** – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности, отходы, образующиеся в гаражных кооперативах, садоводческих товариществах и иных потребительских кооперативах, а также уличный и дворовый смет, образующийся на территориях общего пользования населенных пунктов;

- **отходы производства** – отходы, образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями экономической деятельности (производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг), побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых;

- **вторичные материальные ресурсы** – отходы, которые после их сбора могут быть вовлечены в гражданский оборот в качестве вторичного сырья и для использования которых в Республике Беларусь имеются объекты по использованию отходов;

- **использование отходов** – применение отходов для производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг;

- **обезвреживание отходов** – деятельность, направленная на обработку, сжигание или уничтожение отходов иным способом, в том числе приводящая к уменьшению объема отходов и (или) ликвидации их опасных свойств (за исключением деятельности по захоронению отходов), не связанная с их использованием.

Особенно необходимо обратить внимание на различие терминов “отходы потребления” и “отходы производства”.

## 1.9 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ ГРАЖДАН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ГАРАНТИИ ПРАВ

Экологические права и обязанности граждан Республики Беларусь регламентированы конституцией Республики Беларусь, Законами, Указами Президента Республики Беларусь и Кодексами, определяющие порядок и условия использования и охраны объектов природной среды, которые рассмотрены ранее.

## 1.10 МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО

Биосфера Земли едина для всех государств, ее законы носят всеобщий характер. Поэтому усилия отдельных стран могут нести положительные результаты только тогда, когда они непрерывно связаны и являются частью общепланетарных мер по охране природной среды.

Осознание необходимости объединения усилий всех стран для решения глобальных экологических задач приходило постепенно, по мере нарастания угрозы общепланетарного экологического кризиса. Таким образом, возникла одна из важнейших отраслей международного права – **международное экологическое право**, которое регулирует межгосударственные общественные отношения по сохранению, рациональному использованию и восстановлению окружающей природной среды, а также защите прав человека на благоприятную окружающую среду.

Международное экологическое право – это достаточно молодая отрасль права и имеет сравнительно недолгую историю. На начальном этапе развития регулирование международных отношений по использованию и охране природных ресурсов происходило на основе двусторонних межгосударственных договоров. К одному из первых следует отнести договор между Великобританией и Францией – это Конвенция о ловле устриц и рыболовстве у берегов Великобритании и Франции (1839).

В настоящее время насчитывается более 3 тысяч двусторонних договоров в этой области.

С развитием промышленности, транспорта, связи, сельского хозяйства и появлением признаков глобального экологического кризиса

была осознана необходимость заключения многосторонних международных договоров, соглашений и конвенций. В настоящее время их насчитывается более тысячи.

Среди **многосторонних нормативных актов** наиболее известны:

- *Конвенция об охране фауны и флоры в природном состоянии (1933);*
- *Конвенция об охране природы в Западном полушарии (1940);*
- *Международная конвенция по китобойному промыслу (1946);*
- *Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (1973);*
- *Соглашение об охране полярных (белых) медведей (1973);*
- *Конвенция об охране Средиземного моря от загрязнения (1976);*
- *Конвенция о трансграничном загрязнении атмосферного воздуха на большие расстояния (1979);*
- *Конвенция ООН по морскому праву (1982);*
- *Конвенция об охране озонового слоя (1985);*
- *Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (1989);*
- *Конвенция об оценке экологических воздействий в трансграничном контексте (1991);*
- *Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (1992);*
- *Конвенция по биологическому разнообразию (1992) и др.*

Данные Конвенции являются обязательными к выполнению странами, их подписавшими.

Кроме того, к международному экологическому праву относятся **источники, содержащие необязательные или рекомендательные правила:**

- *Стокгольмская декларация по окружающей человека среде (1972);*
- *Всемирная стратегия охраны природы (1980);*
- *Всемирная хартия природы (1989);*
- *резолуции международных организаций и конвенций.*

Эти документы не являются обязательными к исполнению, но обладают огромным авторитетом, побуждая тем самым государства и

международные организации к активной экологической деятельности и сотрудничеству.

**Объектами международно-правовой охраны** являются объекты, находящиеся вне национальной юрисдикции и контроля:

- *Мировой океан со всеми его богатствами за пределами территориальных вод, континентального шельфа и экологических зон;*
- *материки, на которых расположено несколько государств;*
- *атмосфера Земли;*
- *космос.*

Международное экологическое право преследует две **основные задачи**:

- ***Сохранение среды обитания человечества.*** Жизнь на Земле существует в небольшом слое, именуемом биосферой. Все известные во Вселенной другие условия для жизни не пригодны. Значит, в первую очередь надо позаботиться о сохранении земной природы. Для этого необходимо привести в соответствие величины отходов нашей цивилизации с возможностями самоочищения, поглощения или усвоения их биосферой Земли.

- ***Использование ресурсов планеты.*** Необходимо, чтобы скорость ежегодного потребления возобновляемых ресурсов не превышала скорости их восстановления. Кроме того, невозобновляемые ресурсы должны расходоваться экономно, расчетливо и дальновидно. Неосторожная, хищническая трата невозобновляемых ресурсов может поставить в тяжелое положение последующие поколения. Истощение полезных ископаемых раньше, чем найдется им равноценная замена, лишит мировое хозяйство необходимого сырья, что приведет к упадку всех его отраслей и деградации цивилизации.

В системе мер ответственности по международному экологическому праву имеет место политическая и экономическая ответственность. Причем самой распространенной мерой является компенсация причиненного экологическим правонарушением вреда.

## 1.11 ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Экологизация промышленности развивается в двух направлениях:

- Совершенствование технологий производства, в том числе улавливание выбросов, стоков и отходов не в форме загрязнителей, а в виде полезных материалов, т.е. использование отходов в качестве вторичного сырья для промышленности. К этому не относится переработка мусора в компост, получение биогаза, сжигание органических отходов различного происхождения, с получением полезной энергии, весь цикл Реутилизации вторичного сырья.

- Перемещение вредных начал в пространстве. Самый распространенный путь – очистка выбросов и стоков от загрязнения. Более открытый характер носит складирование на полигонах и хранилищах, а также демпинг (“Утопление” в морях) твердых или отвержденных вредных химических или радиоактивных отходов в специальных емкостях или “навалом”, а также экспорт опасных веществ.

Воздействие на окружающую среду во многом определяется уровнем экономического развития, организацией хозяйственной деятельности на уровне государства, региона, предприятия, распространённостью экологически ориентированных методов управления (экологического менеджмента).

Под **экологическим менеджментом** понимаются методы управления, в обязательном порядке учитывающие при принятии решений возможные изменения качества окружающей среды.

Применение этих методов в последнее время имеет приоритетное значение.

Международной организацией стандартизации (ISO) проведена работа по созданию комплекса **международных стандартов ISO 14000 по направлению “Экологическое управление”** (“Управление качеством окружающей среды”). Стандарты этой серии разработаны по следующим направлениям.

1. Создание и обеспечение функционирования систем экологического управления (СЭУ) для предприятий разного профиля.
2. Экологическая маркировка продукции.
3. Экологический аудит и контроль в масштабе предприятия.

4. Экологическая сертификация.

5. Выбор и определение показателей (индикаторов) алогичности для производственных объектов и окружающей среды

6. Оценка воздействия на окружающую среду.

Наиболее общие экологические требования, предъявляемые к действующим предприятиям и иным хозяйственным объектам, изложены в статьях 29...37 Закона Республики Беларусь “Об охране окружающей среды”. В целом они объединяются в один институт экологической правоспособности хозяйствующего субъекта по поводу охраны окружающей среды и экологической безопасности.

**Основные элементы экологической правоспособности хозяйствующего субъекта:**

- *экологическая паспортизация;*
- *нормирование и лимитирование;*
- *внесение платежей за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды;*
- *экологический контроль;*
- *выпуск готовой продукции;*
- *размещение отходов.*

**Экологические требования по обеспечению экологической безопасности в процессе хозяйственной деятельности**, предъявляемые к хозяйствующим субъектам, дифференцируются по стадиями хозяйственного процесса:

- *доэксплуатационной,*
- *эксплуатационной*
- *послеэксплуатационной.*

**Доэксплуатационная** стадия включает в себя:

• *Планирование* – составление проектов планов, включающих перечень природоохранных мероприятий.

• *Размещение объекта* – определение конкретного месторасположения объекта в окружающей среде (выбор земельного участка, согласование порядка его изъятия, предоставление земельного участка для размещения объекта – отвод участка в натуре и выдача документов, осуществление контрольно-надзорной деятельности органами санитарно-эпидемиологического надзора, экологического контроля и местных органов управления и самоуправления).

Размещение производственно-хозяйственных объектов происходит с учётом схем развития отраслей народного хозяйства и промыш-

ленности. Осуществляется прогноз показателей воздействия деятельности объекта хозяйствования на окружающую среду.

- *Проектирование* – на данной стадии проектные и изыскательские организации при разработке проектов должны руководствоваться разработанными нормативами предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ и вредных физических воздействий, строительными, санитарными нормами и правилами.

Министерство природы утверждает перечень видов и объектов хозяйственной деятельности, для которых в обязательном порядке при проектировании проводится государственная экологическая экспертиза. При этом Заключение государственной экологической экспертизы является обязательным для исполнения заказчиком (инициатором планируемой хозяйственной и иной деятельности). При положительном заключении государственной экологической экспертизы открывается финансирование и начинается строительство объекта, а при отрицательном – заказчик должен доработать проектную документацию и предоставить её на повторную экспертизу.

- *Строительство* – на данной стадии необходимо выполнить запроектированную природоохранную часть проекта. Контроль за этим осуществляется посредством:

- авторского и технического надзора, проводимого проектной организацией;
- государственного санитарного надзора, осуществляемого санитарно-эпидемиологическими органами и учреждениями Минздрава;
- государственного строительного надзора – органы Министерства архитектуры и строительства;
- государственный пожарный надзор – органы МЧС;
- государственный экологический контроль – органы Минприроды.

Все виды контроля и надзора осуществляются за всеми субъектами хозяйственной деятельности независимо от форм собственности.

- *Приемку его в эксплуатацию*. Приемка объекта осуществляется государственной комиссией, с обязательным участием органов экологического контроля. По итогам работы комиссий составляется и подписывается акт Государственной приемки объекта. Акт считается действительным при наличии как минимум четырех подписей: директора законченного строительного объекта, трех представителей, эколо-

гического контроля, санитарно-эпидемиологического надзора, государственного пожарного надзора, при наличии перечисленных подписей открывается производственно-хозяйственная деятельность объекта. Пуск объекта без акта приемки рассматривается как экологическое правонарушение и в зависимости от наличия последствий применяются санкции административного или уголовного преследования.

**Эксплуатационная стадия** предусматривает важнейшие параметры экологической деятельности объекта:

- *разрешение на выброс;*
- *установление нормативов выбросов;*
- *контроль за их выполнением.*

Основным документом, который вмещает полную информацию обо всех аспектах, связанных с воздействием объекта на окружающую среду, и природоохранных мероприятиях, сейчас является **экологический паспорт промышленного предприятия**. Экологический паспорт пересматривается один раз в пять лет или при существенных изменениях технологических процессов и систем очистки на предприятии. Стандарт на экологический паспорт был утверждён 1 июля 1980 года. В экологическом паспорте содержится информация об утвержденных для этого предприятия нормативов ГТДВ и ПДС, размещения отходов, на основе которых предприятие платит экологический налог.

**В нём отражено:**

- сведения об объёме и характере производства, технологии, природоохранительном оборудовании, расходах на сырьё и выпуск продукции
- информация об объёмах и видах потребляемых природных ресурсах и видах веществ, загрязняющих окружающую среду
- сведения о разрешении на выброс (изъятие) природного ресурса, лимитах изъятия и нормативах выбросов по отдельным загрязнителям
- технология очистки и обезвреживания отходов, система технического контроля
- сведения о размещении отходов.

**Послеэксплуатационная стадия** характеризуется двумя направлениями:

- *выпуском продукции, которая должна быть экологически безопасной;*
- *размещением отходов.*

## 2 СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА: ОКРУЖАЮЩАЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ, БЫТОВАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ

### 2.1 ПОНЯТИЕ, СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Человек существует в процессе жизнедеятельности, непрерывном взаимодействии со средой обитания в целях удовлетворения своих потребностей.

**Жизнедеятельность** – это повседневная деятельность и время отдыха человека. Она протекает в условиях, создающих угрозу для жизни и здоровья человека.

Жизнедеятельность характеризуется качеством жизни и безопасностью.

**Деятельность** – это активное сознательное взаимодействие человека со средой обитания.

Формы деятельности разнообразны. Результатом любой деятельности должна быть её полезность для существования человека, но одновременно с этим любая деятельность потенциально опасна. Она может быть источником негативных воздействий или вреда, приводит к заболеваниям, травматизму и обычно заканчивается потерей трудоспособности или смертью.

Человек осуществляет деятельность в условиях техносферы или окружающей природной среды, то есть в условиях среды обитания.

**Среда обитания** – окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство.

Если происхождение природных явлений не связано с жизнедеятельностью ныне живущих организмов, такая **среда обитания** называется **абиотической**, т.е. неживой.

В противном случае, когда силы и явления природы обязаны своим происхождением жизнедеятельности организмов, **среда обитания** носит название **биотической** – это живая среда обитания.

Действуя в этой системе, человек непрерывно решает, как минимум, две основные задачи: обеспечивает свои потребности в пище,

воде и воздухе; создает и использует защиту от негативных воздействий как со стороны среды обитания, так и себе подобных, реализуя таким образом свои физиологические и социальные потребности. Поэтому человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему “человек – окружающая среда”.

### **Компоненты природной (окружающей) среды**

В жизненном процессе человек неразрывно связан с окружающей его средой обитания, при этом во все времена он был и остается зависимым от окружающей среды. За счет неё он удовлетворяет потребности в пище, воздухе, воде, материальных ресурсах, в отдыхе и т.д.

**Структура окружающей среды** условно может быть разделена на:

- природные элементы среды (механические, физические, химические и биологические);
- социальные элементы среды (труд, быт, социально-экономический уклад, информация).

Условность такого деления объясняется тем, что природные факторы действуют на человека в определенных социальных условиях и нередко существенно изменены в результате производственной и хозяйственной деятельности людей. Свойства факторов окружающей среды обуславливают специфику влияния на человека. Изменение в уровнях воздействия любого из перечисленных факторов может привести к нарушениям в состоянии здоровья. Каждая среда может представлять опасность для человека.

**В составе окружающей среды** выделяют:

- *природную;*
- *техногенную;*
- *производственную;*
- *бытовую среду.*

**Природная среда (Биосфера)** – область распространения жизни на Земле, не испытывавшая техногенного воздействия (атмосфера, гидросфера, верхняя часть литосферы). Она обладает как защитными свойствами (защита человека от негативных факторов – разность температур, осадки), так и рядом негативных факторов. Поэтому для защиты от них человек вынужден был создать техносферу.

**Техногенная среда (Техносфера)** – среда обитания, созданная с помощью воздействия людей и технических средств на природную среду с целью наилучшего соответствия среды социальным и экономическим потребностям.

**Производственная среда** – пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека.

Природная среда самодостаточна и может существовать и развиваться без участия человека, а все иные среды обитания, созданные человеком, самостоятельно развиваться не могут и после их возникновения обречены на старение и разрушение.

Благоприятные или неблагоприятные природные факторы (климат, пища, враги, конкуренты) образуют среду, к которой должна приспособляться не только единичная особь в борьбе за жизнь, но и вид в целом. Приспособление организма к среде обитания называется **адаптацией**. С позиции экологии можно считать, что многообразие организмов, их изменчивость и сохранение в природе, их становление и существование являются результатом воздействия окружающей среды и адаптации. Совокупность адаптаций придает строению и жизнедеятельности организмов черты целесообразности. Приспособленность вида к какой-либо постоянной среде является предпосылкой его длительного стабильного существования.

**Способность к адаптации** – одно из основных свойств жизни на нашей планете. Адаптации обеспечивают возможность существования, выживания, размножения организмов.

Жизнь полностью зависит от физической среды, жизнедеятельность организмов, в свою очередь, оказывает влияние на физическую среду, и нередко это влияние очень существенно.

Хотя главным объектом экологии являются организмы, однако, пытаясь проникнуть в самую сущность вещей, нельзя отделить организмы от их среды обитания, в сочетании с которой они образуют некую физическую среду.

В условиях нашей планеты существует **четыре среды обитания для живых организмов:**

- водная;
- наземно-воздушная;
- почвенная;
- живые организмы.

Первые три образуют абиотическую, сами живые организмы – биотическую среду.

## 2.2 БИОСФЕРА, ЕЕ СТРУКТУРА И ГРАНИЦЫ

**Биосфера** (от греческого *bios* – жизнь + *sphaira* – шар) – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов.

Первые обобщения и представления о биосфере предпринял Ж.Б. Ламарк в XVIII в. Затем термин “биосфера” был предложен австралийским ученым Э. Зюссом (1831-1914 г.г.), который понимал под биосферой совокупность живых организмов Земли.

В начале XX века академиком В.И. Вернадским (1863-1945 г.г.) была разработана теория, названная биогеохимией, связывающая химию Земли с химией жизни и установившая роль живого вещества в преобразовании земной поверхности, которая и стала основой современного учения о биосфере.

Биосферу В.И. Вернадский определяет как наружную область Земного шара, граничащую с Космосом, сосредоточившую в себе жизнь в различных формах ее проявления (латентном и активном), пронизывающую всю гидросферу, верхние слои литосферы и нижние слои атмосферы, в которой происходит аккумуляция, трансформация световой энергии и совершается геохимическая работа [3, 9].

В.И. Вернадский, подчеркивая роль живого вещества, писал: “Жизнь захватывает значительную часть атомов, составляющих материю земной поверхности. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет. На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом” [3, 9].

**В структуре биосферы** В.И. Вернадский выделяет следующие группы веществ:

- **живое вещество** – совокупность всех живых организмов Земли, существующих или когда-либо существовавших. Является химически и геологически чрезвычайно активным, контролирует все основные химические превращения в биосфере;
- **косное вещество** – вещество неживой природы, т.е. магматические горные породы, не связанные по своему происхождению с жи-

выми организмами (песок, глина, гранит, базальт). Может быть твердым, жидким и газообразным;

- **биокожное вещество** – результат взаимодействия живых организмов с неживой природой (вода, почва, ил). В его образовании принимают участие живые организмы и косное вещество, но живые организмы играют ведущую роль;

- **биогеенное вещество** – вещества, создаваемые в результате жизнедеятельности организмов (осадочные породы, каменный уголь, нефть). Оно наделено мощной потенциальной энергией, но биологически не активно;

- **вещество радиоактивного распада**;

- **рассеянные атомы земного вещества и космических излучений**;

- **вещество космического происхождения** в форме метеоритов, космической пыли и т.д.

**В неживой природе биосферы** (косное вещество биосферы) В.И. Вернадский различал **три геологические оболочки**:

- **литосферу** (верхнюю ее часть);

- **атмосферу** (нижнюю ее часть);

- **гидросферу**.

Эти геологические оболочки в результате воздействия живых организмов стали биокожным веществом. Они также связаны круговоротом веществ и потоками энергии, которые протекают в биогеоценозах.

Масса биосферы составляет приблизительно 0,05 % массы Земли, а ее объем – 0,4 % объема планеты.

Биогеоценоз является элементарной структурной единицей биосферы, а сама биосфера представляет собой глобальную экологическую систему – экосферу.

**Границы биосферы** (рисунок 3) совпадают с границами распространения живых организмов в оболочках Земли, что определяется наличием условий существования жизни (благоприятный температурный режим, уровень радиации, достаточное количество воды, минеральных веществ, кислорода, углекислого газа). Несмотря на различную концентрацию и разнообразие живого вещества в разных районах земного шара, считается, что горизонтальных границ биосфера не имеет. Верхняя же вертикальная граница существования жизни обусловлена не столько низкими температурами, сколько губительным

действием ультрафиолетовой радиации и космического излучения солнечного и галактического происхождения, от которого живое вещество планеты защищено озоновым экраном.

Биосфера охватывает всю поверхность суши, океаны, моря и ту часть недр Земли, где находятся породы, созданные в процессе жизнедеятельности живых организмов.

**Биосфера** – это часть литосферы, атмосферы, гидросферы, заселенная живым веществом.

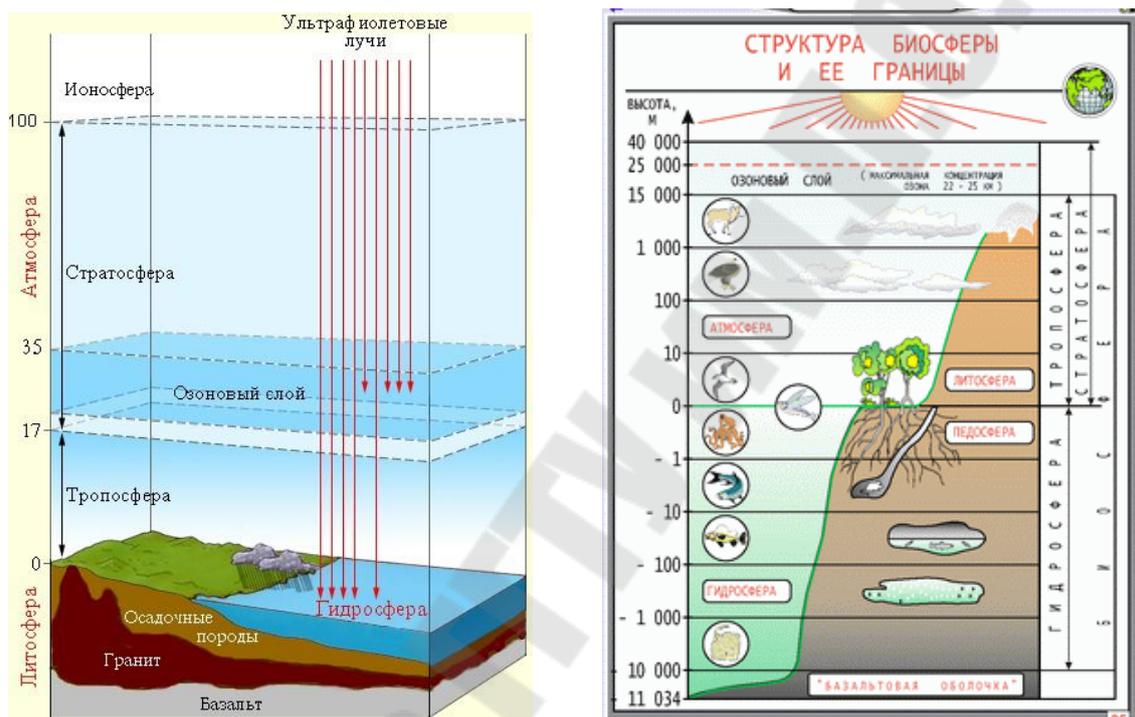


Рисунок 3 – Структура и границы биосферы

**Литосфера**, “каменная оболочка” Земли, представляет собой верхнюю часть земной коры, измененной в результате физического, химического и биологического воздействия. Ее называют почвой. Она состоит из двух слоев: верхнего – осадочных пород с гранитом и нижнего – базальта. Слои расположены неравномерно. Гранит местами выходит на поверхность.

Нижняя граница жизни в литосфере проходит на уровне 4...7 км. Ниже проникновение жизни ограничено воздействием высоких температур, отсутствием воды. Наиболее заселены поверхность Земли и верхний слой почвы. Нижняя граница биосферы в пределах литосферы лежит на глубине 3 км от поверхности суши и 0,5 км ниже дна океана. О более глубоком проникновении жизни в толщи литосферы сведений нет.

**Гидросфера**, “водная оболочка”, образована Мировым океаном, который занимает около 71 % поверхности земного шара, и водоемами суши – реками, озерами – около 5 %. Много воды находится в подземных водах и ледниках.

Гидросфера заселена по всей толщине, живые организмы представлены бентосом, планктоном и nekтоном.

Наибольшая концентрация жизни в гидросфере сосредоточена до глубины 200 м, в так называемой *эвфотической зоне*, куда проникает солнечный свет и где возможен фотосинтез. Именно здесь сконцентрированы все фотосинтезирующие растения и продуцируется первичная биологическая продукция. Глубже начинается *дисфотическая зона*, где царит темнота и отсутствуют фотосинтезирующие растения, но активно перемещаются представители животного мира, непрерывным потоком опускаются на дно отмершие растения и останки животных.

Над поверхностью литосферы и гидросферы вверх до 100 км простирается **атмосфера**. Нижний слой атмосферы в среднем высотой 15...20 км называют *тропосферой*, которая включает взвешенные в воздухе водяные пары, перемещающиеся при неравномерном нагреве поверхности Земли. Над тропосферой находится *стратосфера* – слой высотой до 100 км. У границы ее возникают северные сияния. В стратосфере на высоте 15...35 км свободный кислород  $O_2$  под влиянием солнечной радиации превращается в озон  $O_3$ , который образует экран и отражает губительные для живых организмов космические излучения и частично ультрафиолетовые лучи Солнца. Выше стратосферы находится *ионосфера*.

Заселена только тропосфера, верхняя граница жизни проходит на высоте около 20 км, куда восходящие потоки воздуха заносят споры микроорганизмов. Однако в тропосфере происходит лишь перемещение живых организмов, а весь цикл своего развития, включая размножение, они осуществляют в литосфере, гидросфере и на границе этих сред с атмосферой. На границе атмо-, гидро- и литосферы сконцентрирована наибольшая масса живого вещества планеты, и эта земная оболочка названа *биогеосферой* или *пленкой жизни*. Только в ее пределах возможна жизнедеятельность и существование человека.

В биосфере проявляется деятельность живого вещества: растений, животных, микроорганизмов и человечества. Верхний предел жизни биосферы ограничен интенсивной концентрацией ультрафиолетовых лучей (озоновым слоем); нижний – высокой температурой зем-

ных недр (свыше 100 °С). Крайних пределов ее достигают только низшие организмы – бактерии. Споры бактерий и грибов залетают на высоту 20 км, а анаэробных бактерий находят в земной коре на глубине свыше 3 км, в водах месторождений нефти.

Наибольшая концентрация живой массы в биосфере наблюдается у поверхности суши и океана, у границ соприкосновения литосферы и атмосферы, гидросферы и атмосферы, гидросферы и литосферы. В этих местах наиболее благоприятные условия жизни – температура, влажность, содержание кислорода и химических элементов, нужных для питания организмов. К верхним слоям атмосферы, вглубь океана и недр литосферы концентрация жизни уменьшается. Накопление биомассы обуславливается жизнедеятельностью зеленых растений.

## **2.3 РЕСУРСЫ БИОСФЕРЫ**

### **2.3.1 Оборот веществ и превращение энергии в биосфере**

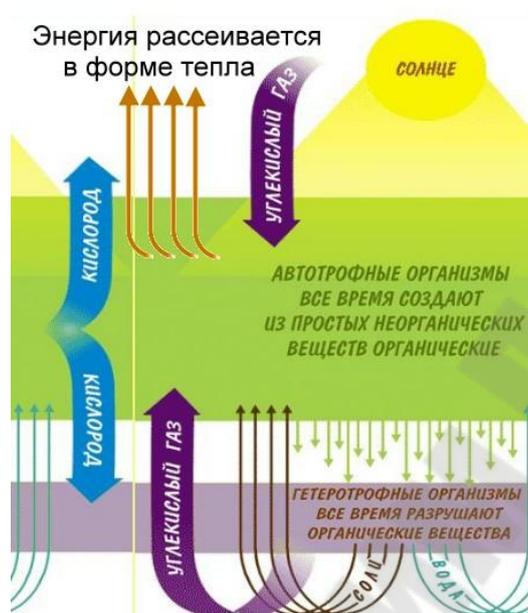
Биосфера – открытая система, источником энергии для ее существования является солнечный свет.

Энергия солнечного света в процессе фотосинтеза преобразуется в энергию химических связей образованного органического вещества растений, которое во время дыхания частично используется самими растениями. Другая часть образованной органики является строительным материалом и источником энергии для многочисленных гетеротрофов. При разрушении неживой органики остатки энергии теряются в виде теплового излучения (рисунок 4).

Живое вещество Земли не только зависит от условий жизни, но и само охватывает и перестраивает все химические процессы биосферы, в которой одновременно происходят поступление и потеря энергии. Энергетический баланс Земли складывается из различных источников. Основные из них – солнечная и радиоактивная энергия. Тепло лучей Солнца, падающее на Землю, теперь значительно превосходит внутреннюю теплоту от радиоактивного распада.

Главную роль в жизни на Земле играет непрерывно поступающий поток энергии Солнца. Падающая на Землю солнечная энергия аккумулируется зелеными растениями и поступает с ними в другие организмы. Наряду с фотосинтезом, в растениях на Земле происходит почти равное ему по масштабу окисление органических веществ в про-

цессе дыхания, брожения и гниения с выделением теплоты, воды и углекислого газа. Частично энергия Солнца консервировалась в земной коре в остатках организмов: каменном угле, нефти, сапропеле и торфе.



**Рисунок 4 – Схема превращения энергии в биосфере**

Энергия излучения Солнца возбуждает на Земле грандиозные по своим масштабам климатические, геологические и биологические процессы. Под влиянием биосферы она преобразуется в различные формы энергии, вызывающие огромные по размерам и скорости превращения, миграции и круговороты веществ, увеличение и распространение биомассы. В биосфере в течение более 2 млрд. лет идут изменения. Границы биосферы расширяются, проникая в новые, ранее безжизненные области планеты. Биосфера охватывает весь земной шар. В нее входят все различные экосистемы (биогеоценозы).

Биосфера – грандиозная система всего живого вещества и круговоротов химических элементов на Земле, но система открытая, так как в нее извне постоянно вливается поток солнечной энергии.

### **Оборот веществ в биосфере**

Для существования живых организмов, кроме потока энергии высокого качества, необходимы следующие условия: достаточное количество воды, минеральных веществ,  $O_2$ ,  $CO_2$ , оптимальный температурный режим, уровень радиации и др. Это необходимый набор химических элементов числом более 30...40 (углерод, водород, азот, фосфор, сера, железо и др.). Одни элементы нужны в большом объеме, а

другие – в минимальных количествах. Отсутствие любого элемента, вне зависимости от требуемого количества, невосполнимо и носит для организма катастрофический характер.

Химические элементы содержатся в окружающей среде в ограниченных количествах. В процессе жизнедеятельности они могут “связываться” органическими веществами и стать недоступными для живых организмов. Непрерывность существования жизни требует непрерывного высвобождения необходимых химических элементов из органических веществ и непрерывного их транспорта к продуцентам.

Безостановочный планетарный процесс закономерного циклического, неравномерного во времени и пространстве, перераспределения вещества называется **круговоротом веществ**.

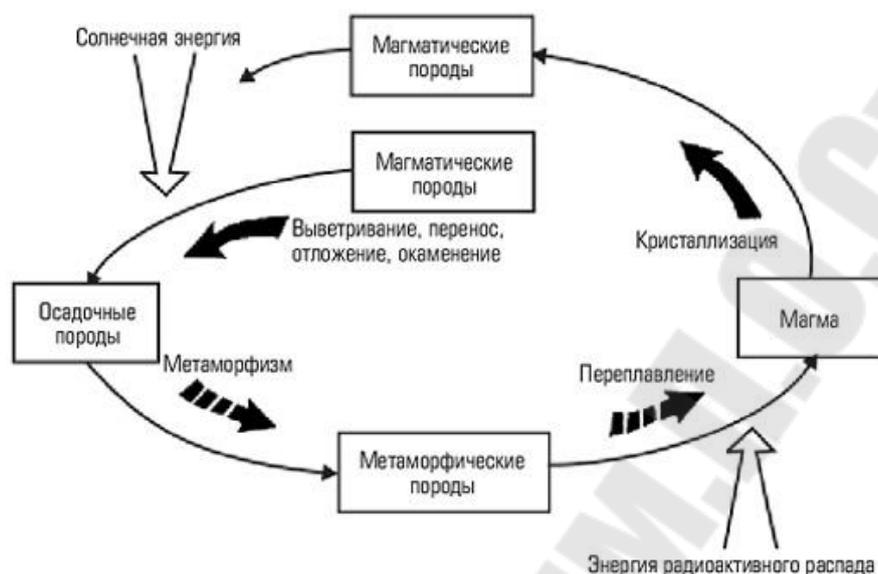
В биосфере совершается постоянный круговорот активных элементов, переходящих из организма в организм, в неживую природу и снова в организм – **биогенная миграция**. Элементы, освобожденные микроорганизмами при гниении, поступая в почву и атмосферу, снова включаются в круговорот веществ биосферы, захватываются живыми организмами.

В круговороте веществ биосферы в состав живых организмов входят одни и те же элементы (углерод, азот, водород, кислород, сера). Из неживой природы они переходят в состав растений, из растений – в животных и человека. Атомы переходят из организма в организм и удерживаются в круге жизни сотни миллионов лет. В состав органических соединений входят определенные изотопы элементов. Из трех изотопов водорода  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$  активным будет первый, вступающий в реакцию в 6 раз быстрее, чем второй. В природе существуют три изотопа кислорода:  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ . Кислород  $^{16}\text{O}$ , наиболее легкий, входит в состав воды и участвует в фотосинтезе. В состав органических веществ входит  $^{12}\text{C}$ , тогда как в неорганических процессах участвует  $^{13}\text{C}$ .

Для биогенной миграции характерно накопление химических элементов в живых организмах, а также их освобождение в результате разложения мертвых организмов. В каждом биогеоценозе можно наблюдать биологический круговорот элементов – аккумуляцию и минерализацию их. Образование живого вещества преобладает над минерализацией на поверхности суши и в верхних горизонтах моря при наличии зеленых растений. Растительный покров земного шара извлекает углерод из углекислого газа атмосферы и гидросферы. Минерализация преобладает в почве и в глубинах моря. Расселение, передвижение организмов (бактерий, спор, семян, насекомых, птиц, рыб и др.)



ложений, извержение вулканов, деформация земной коры – все это элементы большого круговорота в геологических масштабах времени.



**Рисунок 6 – Большой (геологический) круговорот веществ (тонкие стрелки) и изменение разнообразия в земной коре (сплошные широкие стрелки – рост, прерывистые – уменьшение разнообразия)**

Атмосферные осадки, проникающие в обломочную породу, обуславливают растворение и передвижение растворимых продуктов выветривания. Быстрее всего и на большие расстояния переносятся наиболее подвижные соединения. Соединения хлора и серы, отнесенные к наиболее подвижным, вымываются в форме солей с эквивалентным количеством оснований из следующего ряда. Неподвижность  $\text{SiO}_2$  (кварца) относительна. Некоторая часть элементов, преимущественно наиболее подвижных, выносятся в речную сеть и поступает в моря и океаны. Кроме того, реки несут взмученные частицы, полученные в результате размывания русел и смывания их с поверхности. Весь этот материал откладывается на дне океанов (морей) частью непосредственно, частью после его переработки морскими организмами. В течение тысячелетий на дне океанов образуется мощная толща осадочных пород. По мере погребения новыми осадками ранее отложенные претерпевают глубокие изменения под влиянием возрастающего давления и температуры. В зависимости от степени изменения они переходят в различные метаморфические породы и затем кристаллические сланцы. В последующем, под влиянием тектонических процессов и морских регрессий, отложенные на дне океанов (морей) породы могут выходить

на поверхность, подвергаться новому континентальному выветриванию. Так наступает новый цикл большого геологического круговорота. Геологический круговорот длится сотни тысяч или миллионы лет.

Таким образом, *большой геологический круговорот элементов складывается из процессов:*

- континентального выветривания горных пород, в результате которого образуются подвижные соединения;
- переноса этих соединений с континентов в моря и океаны;
- отложения на дне морей и океанов с последующим метаморфозом;
- нового выхода морских осадочных и метаморфических пород на дневную поверхность.

Большой круговорот обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли. Он перераспределяет вещества между биосферой и более глубокими горизонтами нашей планеты.

### **Биологический (биотический) круговорот**

Основной биологический круговорот веществ, создавший биосферу и определяющий ее устойчивость и целостность, связан с жизнедеятельностью всей биомассы планеты в целом.

Его основу составили процессы фотохимического синтеза органических веществ из неорганической природы и последующее разложение этих веществ, их минерализация.

Зеленые растения, поглощая световую энергию Солнца, создают из неорганических веществ органические вещества – первичную продукцию для животных, грибов, бактерий всей планеты. Животные превращают первичную растительную продукцию во вторичную – животную. Бактерии и грибы разрушают первичную растительную и вторичную животную продукцию до минеральных веществ.

Основу биологического круговорота, обеспечивающего жизнь на Земле, составляют энергия Солнца и хлорофилл зеленых растений. Все остальные круговороты связаны с биологическим и способствуют ему.

Биологический круговорот, являясь частью геологического, происходит на уровне биогеоценоза и заключается в аккумуляции веществ (углерода, фосфора, кальция, азота и др.) в растениях, которые расходуются на построение и жизненные процессы, как их самих, так и организмов. Продукты разложения органики почвенной микрофлорой и мезофауной (бактерии, грибы, черви, насекомые, простейшие) до минеральных компонентов вновь вовлекают в круговорот вещества.

Во всяком биогеоценозе взаимоотношения между популяциями разных видов очень сложны и противоречивы. Животные и растения связаны цепями питания друг с другом и постоянным обменом веществ с окружающей неживой природой (свет, вода, тепло, воздух, химические элементы). Тем самым они включаются в круговороты веществ, происходящие в каждом биогеоценозе и во всей биосфере.

***Биологический круговорот протекает следующим образом:***

- в зеленых растениях при участии лучистой энергии Солнца происходит процесс фотосинтеза; в результате биохимической реакции в листьях растений вода разлагается на составляющие: водород Н участвует в создании органических веществ, а кислород О выделяется в атмосферу;
- после окончания жизненного цикла остатки растений и животных под действием микроорганизмов разлагаются до простейших химических соединений – углекислого газа  $\text{CO}_2$ , воды  $\text{H}_2\text{O}$ , аммиака  $\text{NH}_3$  и др.;
- минеральные вещества, газы и вода, образующиеся после полного разложения органических веществ, готовы к следующему циклу биологического круговорота – растения опять захватывают их, процесс продолжается.

Иначе говоря, некоторые группы химических элементов многократно участвуют в этом процессе.

Малый (биологический) круговорот начинается с возникновения органического вещества в результате фотосинтеза зеленых растений, т.е. образования живого вещества из углекислого газа, воды и простых минеральных соединений с использованием лучистой энергии Солнца. Растения (продуценты) извлекают из почвы в растворенном виде серу, фосфор, медь, цинк и другие элементы. Растительноядные животные (консументы первого порядка) поглощают соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники (консументы второго порядка) питаются растительноядными животными, потребляя пищу более сложного состава, включая белки, жиры, аминокислоты и т.д. Останки животных и отмершие растения перерабатываются насекомыми, грибами, бактериями (редуцентами), превращаясь в минеральные и простейшие органические соединения, поступающие в почву и вновь потребляемые растениями. Так начинается новый виток биологического круговорота. В отличие от большого круговорота, малый имеет разную продолжительность: различают сезонные, годовые, многолетние и вековые малые круговороты.

Источником энергии, обеспечивающим процесс биологического круговорота, служат солнечные лучи. Накопленная в процессе фотосинтеза в органических веществах энергия переходит по трофической цепи в другие организмы, обеспечивая их жизнедеятельность. А когда организмы отмирают и разлагаются, освобожденная энергия рассеивается в окружающей среде. Интенсивностью биологического круговорота определяются важные особенности миграции: перемещения химических элементов в географической оболочке, характер взаимосвязей между атмосферой, гидросферой и литосферой, богатство и разнообразие живых организмов и биомассы – продукции биосферы.

Движение веществ в малом круговороте строго сбалансированно. Приход органических веществ за счет фотосинтеза компенсируется их расходом в процессе минерализации.

*Биологический круговорот веществ включает в себя круговороты отдельных элементов: углерода, кислорода, азота, фосфора, серы и многих других.*

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы и обратно в неорганическую среду с поглощением солнечной энергии носит название **биогеохимического цикла**.

Каждый из круговоротов отдельных элементов имеет “узкие места”, то есть затормаживание процесса превращений. Причиной торможения может быть низкая численность вида, участвующего в преобразованиях, или его низкая эффективность. Как правило, число видов, узко специализированных к использованию того или иного элемента, мало, и при их исчезновении есть большая вероятность разрыва круговорота, что может рассматриваться как экологическая катастрофа.

Обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ осуществляет почва, которая здесь выступает как важное связующее звено, так как на нее замыкаются круговороты биогенных элементов (углерода, азота, фосфора, калия, кальция и др.).

Степень обращения веществ в биологическом круговороте составляет примерно 98 %. Это означает, что циклы превращений различных химических веществ в круговороте носят почти круговой, замкнутый характер. Выпадающие из круговорота 2 % веществ приводят к постепенному концентрированию или, наоборот, рассеянию тех либо иных химических элементов. Как следствие этих процессов, можно

рассматривать биогенное накопление в атмосфере Земли азота и кислорода, накопление соединений углерода в земной коре (нефть, уголь, известняки) и постепенное уменьшение содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе.

С другой стороны, хотя степень замкнутости глобальных биогеохимических круговоротов высока, она тем не менее не абсолютна. И этот факт формулируется в виде **правила незамкнутости биотических круговоротов**. В условиях полной замкнутости биотических круговоротов была бы принципиально невозможна эволюция биосферы.

В биосфере все время совершаются круговороты воды и всех элементов, входящих в состав живых организмов. Процесс этот длится десятки миллионов лет. Особое место занимает функция человеческой деятельности и созданный ею круговорот выделяемых и поглощаемых промышленностью химических элементов.

**Отличия** биологического и геологического круговоротов: в биологическом круговороте участвуют живые организмы, создается и разрушается органическое вещество, используется ничтожно малое количество энергии.

**Сходства** биологического и геологического круговоротов: происходит превращение и перемещение химических веществ; оба круговорота осуществляются за счет солнечной энергии.

Таким образом, биосфера представляет собой большую систему, которая состоит из разнородных компонентов, связанных между собой процессами превращения энергии и вещества. Миграция веществ замкнута в циклы, компонентами которых являются тела живой и неживой природы. Цикличность процессов обеспечивает непрерывное существование биосферы.

### 2.3.2 Фотосинтез и его роль в биосфере

**Фотосинтез** – процесс образования органического вещества из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий).

В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция – совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндэргонических реакциях, в том числе превращения углекислого газа в органические вещества.

Слово “фотосинтез” означает буквально создание или сборку чего-то под действием света. Обычно, говоря о фотосинтезе, имеют в виду процесс, посредством которого растения на солнечном свете синтезируют органические соединения из неорганического сырья.

**Важнейший путь химических реакций при фотосинтезе** – это превращение углекислоты и воды в углеводы и кислород (рисунок 7).



Рисунок 7 – Схема процесса фотосинтеза

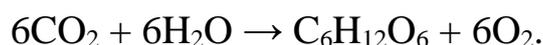
Суммарную реакцию можно описать уравнением:



В фотосинтезе выделяют две стадии: *световую* и *темновую*.

В *световой стадии* энергия солнечного света, поглощенная хлорофиллом, используется для разложения воды на водород и кислород. Кислород выделяется в атмосферу. Водород идет на восстановление НАДФ – сложной органической молекулы, которая служит переносчиком активированного водорода в форме НАДФ·Н. Энергия света запасается в НАДФ·Н и молекуле АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты).

В *темновой стадии* образовавшиеся соединения АТФ и НАДФ·Н и запасенная в них энергия используются в основном для синтеза углеводов ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) из углекислого газа и воды:



В хлоропластах синтезируются также аминокислоты, белки, липиды и другие соединения.

Углеводы, образующиеся в этой реакции, содержат больше энергии, чем исходные вещества. Таким образом, за счет энергии Солнца энергетические вещества ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) превращаются в богатые энергией продукты – углеводы и кислород. Энергетические уровни различных реакций, описанных суммарным уравнением, можно охарактеризовать величинами окислительно-восстановительных потенциалов, измеряемых в вольтах. Значения потенциалов показывают, сколько энергии запасается или растрачивается в каждой реакции.

Итак, фотосинтез можно рассматривать как процесс преобразования лучистой энергии Солнца в химическую энергию растительных тканей. **Фотосинтез – основной источник энергии в биосфере.**

Все формы жизни во Вселенной нуждаются в энергии для роста и поддержания жизни. Водоросли, высшие растения и некоторые типы бактерий улавливают непосредственно энергию солнечного излучения и используют ее для синтеза основных пищевых веществ. Животные не умеют использовать солнечный свет непосредственно в качестве источника энергии, они получают энергию, поедая растения или других животных, питающихся растениями.

Фотосинтез является основным источником биологической энергии. Фотосинтезирующие автотрофы используют её для синтеза органических веществ из неорганических, гетеротрофы существуют за счёт энергии, запасённой автотрофами в виде химических связей, высвобождая её в процессах дыхания и брожения.

Мы пользуемся ископаемым топливом – углем, природным газом, нефтью и т.д. Все эти виды топлива – не что иное, как продукты разложения наземных и морских растений или животных. Запасенная в них энергия была миллионы лет назад получена из солнечного света. Поэтому энергия, получаемая человечеством при сжигании ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ, торф), также является запасённой в процессе фотосинтеза.

Ветер и дождь тоже обязаны своим возникновением солнечной энергии, следовательно, энергия ветряных мельниц и гидроэлектростанций в конечном счете также обусловлена солнечным излучением.

Таким образом, *источником энергии для всех метаболических процессов на нашей планете служит Солнце, а процесс фотосинтеза необходим для поддержания всех форм жизни на Земле.*

**Фотосинтез** – уникальный физико-химический процесс, осуществляемый на Земле всеми зелеными растениями и некоторыми бак-

териями и обеспечивающий преобразование электромагнитной энергии солнечных лучей в энергию химических связей различных органических соединений.

**Основа фотосинтеза** – последовательная цепь окислительно-восстановительных реакций, в ходе которых осуществляется перенос электронов от донора – восстановителя (вода, водород) к акцептору – окислителю ( $\text{CO}_2$ , ацетат) с образованием восстановленных соединений (углеводов) и выделением  $\text{O}_2$ , если окисляется вода.

Фотосинтез является главным входом неорганического углерода в биологический цикл. Весь свободный кислород атмосферы – биогенного происхождения и является побочным продуктом фотосинтеза. Формирование окислительной атмосферы (кислородная катастрофа) полностью изменило состояние земной поверхности, сделало возможным появление дыхания, а в дальнейшем, после образования озонового слоя, позволило жизни выйти на сушу.

Фотосинтез играет ведущую роль в биосферных процессах, приводя в глобальных масштабах к образованию органического вещества из неорганического. Фотосинтезирующие организмы, используя солнечную энергию в реакциях фотосинтеза, осуществляют связь жизни на Земле со Вселенной и определяют в конечном итоге всю ее сложность и разнообразие. Гетеротрофные организмы – животные, грибы, большинство бактерий, а также бесхлорофилльные растения и водоросли – обязаны своим существованием автотрофным организмам – растениям-фотосинтетикам, создающим на Земле органическое вещество и восполняющим убыль кислорода в атмосфере. Человечество все более осознает очевидную истину, впервые научно обоснованную К.А. Тимирязевым и В.И. Вернадским: экологическое благополучие биосферы и существование самого человечества зависит от состояния растительного покрова нашей планеты.

Содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере остается почти полным, несмотря на то, что углекислый газ расходуется в процессе фотосинтеза. Дело в том, что все растения и животные дышат. В процессе дыхания в митохондриях кислород, поглощаемый из атмосферы живыми тканями, используется для окисления углеводов и других компонентов тканей с образованием в конечном счете двуокиси углерода и воды и с сопутствующим выделением энергии. Высвобождающаяся энергия запасается в высокоэнергетических соединениях – аденозинтрифосфат, которые и используются организмом для выполнения всех жизненных

функций. Таким образом дыхание приводит к расходованию органических веществ и кислорода и увеличивает содержание  $\text{CO}_2$  на планете. На процессы дыхания во всех живых организмах и на сжигание всех видов топлива, содержащих углерод, в совокупности расходуется в масштабах Земли в среднем около 10000 тонн  $\text{O}_2$  в секунду. При такой скорости потребления весь кислород в атмосфере должен бы иссякнуть примерно через 3000 лет. К счастью для нас, расход органических веществ и атомного кислорода уравнивается созданием углеводов и кислорода в результате фотосинтеза. В идеальных условиях скорость фотосинтеза в зеленых тканях растений примерно в 30 раз превышает скорость дыхания в тех же тканях. Таким образом, фотосинтез служит важным фактором, регулирующим содержание кислорода на Земле.

### 2.3.3 Пища как источник энергии

Все организмы нуждаются в пище как в источнике энергии для поддержания жизни и осуществления своих функций и как в материале для построения и обновления своих клеточных структур, для продукции и размножения.

Количество пищи на Земле определяется чистой первичной продукцией растений. Это приблизительно 140 млрд. т в год сухого вещества фитомассы, в которой заключено  $2,3 \cdot 10^{21}$  Дж энергии. Все это количество за год используют гетеротрофы, чья биомасса на 2 порядка меньше. Непищевое использование биомассы и биогенных продуктов в природе относительно невелико, но оно весьма значительно в человеческом хозяйстве.

Эффективность использования энергии питательных веществ пищи для роста и размножения в среднем близка к 0,1 (правило 10 %), но колеблется у различных организмов в широких пределах. По углероду она рекордна у быстро растущих однолетних растений (до 0,9). У животных она намного меньше. Энергетическая оплата корма приростом массы тела и образованием половых продуктов (потомства) относительно велика у крупных рыб и рептилий (до 0,4) и мала у теплокровных животных, птиц и млекопитающих (в среднем меньше 0,1). Только у высокопродуктивных сельскохозяйственных животных – молочных коров, растущих свиней и птиц она может достигать до 0,25...0,30 [1].

Избирательность потребления питательных веществ в разной степени выражена и у растений, и у животных. Плохая избирательность свойственна многим беспозвоночным животным (почвоедам, водным фильтраторам, паразитам), но встречается также у акул. Избирательное

питание, доходящее до стенофагии, свойственно более развитым беспозвоночным и большинству позвоночных животных. Пищевая специализация животных очень разнообразна. Можно составить большие перечни видов птиц, которые питаются исключительно или преимущественно семенами растений, нектаром цветов, плодами, насекомыми, моллюсками, рыбой, земноводными, рептилиями, мелкими млекопитающими, падалью и т.д. Любая пища представляет собой набор различных элементов питания, среди которых всегда есть обязательные, незаменимые. При отсутствии какого-нибудь из этих элементов (лимитирующего фактора) возникают нарушения жизнедеятельности вплоть до гибели организма. Для нормального развития большинства животных в состав их пищи должны входить 8...10 незаменимых аминокислот, витамины и микроэлементы. Воздействуя на физиологическое состояние отдельных особей, качественный состав пищи наряду с ее количеством может влиять и на состояние популяции в целом, на ее структуру и динамические характеристики – рождаемость, смертность, темпы развития и качество потомства.

#### **2.3.4 Климатические факторы**

Вызываемые потоком солнечной энергии теплофизические процессы в атмосфере реализуются в виде различных проявлений климата. Климатом обусловлены главные географические особенности экологической энергетики. Зональные различия в распределении солнечной энергии определяются не только географической широтой, но и прозрачностью атмосферы, облачностью, отражающими свойствами земной поверхности, характером растительного покрова.

**В эколого-климатическую характеристику местности** входят: среднегодовые величины и сезонные (помесячные) колебания температуры, ее суточный ход, абсолютные минимумы и максимумы; сроки перехода температуры через 0°; количество осадков, испаряемость влаги; сила и направление ветров; влажность воздуха; число дней солнечного сияния, суммарная солнечная радиация, радиационный баланс и др.

Макроклимат в большой степени определяет распространение организмов, положение и размеры их ареалов, формирование ландшафтной структуры территорий, облик глобальных природных зон – биомов. Однако климат не следует считать самодовлеющей геофизической данностью. Подобно тому, как обитатель норы сам в значительной мере определяет ее микроклимат, так и экосистемы, и вся биота

Земли оказывают заметное влияние на макроклимат, участвуя в преобразованиях энергии и круговоротах веществ в атмосфере.

Из всех климатических факторов, связанных с энергетикой биосферы, наибольшее экологическое значение имеет **температура**. Она оказывает существенное влияние на энергетику биоты.

Температура воздуха на Земле занимает диапазон от  $-88,3$  (ст. “Восток”, Антарктида) до  $+58,7$  °С (Гарьян, Ливия). Средняя годовая температура слоя воздуха над континентами и океаном (исключая Антарктиду)  $+15,7$  °С. Большие колебания относятся к отдельным поясам и сезонам. Средняя температура массы гидросферы  $+3,3$  °С. [1]

Максимальный температурный диапазон активной жизни чуть меньше диапазона жидкого состояния воды; для большинства многоклеточных организмов - от  $0$  до  $50$  °С. Некоторые микроорганизмы, обитающие в горячих поверхностных и глубинных источниках, могут сохранять способность к размножению при температуре до  $85$  °С. [1]

Диапазон температур, в котором клетки и многие организмы способны длительное время находиться в неактивном состоянии, существенно больше: от  $0$  до  $400$  К.

### 2.3.5 Почва

В отличие от рассмотренных выше ресурсов биосферы – энергии, климатических факторов, пищи, кислорода и воды – почва значительно менее динамична. Согласно классификации В.И. Вернадского, она представляет собой биокосное вещество. Биотические и биогенные компоненты составляют относительно небольшую, хотя и очень важную, часть почвы. Поэтому, оставаясь возобновляемым ресурсом, почва неустойчива, очень сильно зависит от связанного с ней сообщества и восстанавливается после нарушений намного медленнее, чем другие биотические ресурсы.

**Почва** – самый наружный слой земной коры, разрыхленный физическим и химическим выветриванием и сформированный при участии живых организмов.

Свойства почвы определяют само существование высших и низших растений, многих животных, образование и распространение сообществ. Жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром происходит именно в почве.

**Основные свойства почвы как экологической среды** – это ее

физическая структура, механический и химический состав, рН и окислительно-восстановительные условия, содержание органических веществ, аэрация, влагоемкость и увлажненность.

Различные сочетания этих свойств образуют множество разновидностей почв и разнообразие почвенных условий.

Сейчас на Земле по распространенности ведущее положение занимают четыре **типологические группы почв** [1]:

1. *почвы влажных тропиков и субтропиков*, преимущественно красноземы и желтоземы, для которых характерны богатство минерального состава и большая подвижность органики (более 32 млн. км<sup>2</sup>);

2. *плодородные почвы саванн и степей* – черноземы, каштановые и коричневые почвы с мощным гумусовым слоем (более 32 млн. км<sup>2</sup>);

3. *скудные и неустойчивые почвы пустынь и полупустынь*, относящиеся к разным климатическим зонам (более 30 млн. км<sup>2</sup>);

4. *относительно бедные почвы лесов умеренного пояса* – подзолистые, бурые и серые лесные почвы (более 20 млн. км<sup>2</sup>).

В экосистеме почвы осуществляются разнообразные биотические взаимодействия. Среди них особенно важны мутуалистические связи между корнями растений, микрогрибами и бактериями, которые снабжают друг друга необходимыми элементами питания и обеспечивают такие важные процессы, как фиксация азота и перевод связанных биогенов в усвояемые растениями формы. Установлено, что во многих почвенных ценозах главенствующая роль принадлежит некоторым микелиальным грибам, образующим сплошные тонкие, но значительные по массе и протяженности, сети, как бы управляющие многими бактериальными и ионообменными процессами в почве.

Все рассмотренные выше ресурсы необходимы, в первую очередь, самой биоте, которая неустанно формирует и воспроизводит условия, необходимые для жизни на Земле, в том числе и для жизни человека.

## 2.4 ЭКОСИСТЕМЫ

Термин “**экосистема**” был предложен в 1935 г. английским ботаником Артуром Тенсли, который считал, что экосистемы представляют собой основные природные единицы на поверхности земли. Это не только комплекс живых организмов, но и все сочетание физических

факторов. Всюду, где мы наблюдаем отчетливое единство растений, животных и микроорганизмов, объединенных отдельным участком окружающей среды, мы имеем пример экосистемы.

**Экологическая система (экосистема)** – основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов (животные, растения, грибы, микроорганизмы) и среды их обитания (климат, почва, водная среда), организованное потоками энергии и биологическим круговоротом веществ.

**Экосистема** – это фундаментальная общность живого и среды его обитания.

Любая совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования (среда обитания) является экосистемой.

**Экологическая система** – совокупность популяций различных видов растений, животных и микробов, взаимодействующих между собой и окружающей их средой таким образом, что эта совокупность сохраняется неопределенно долгое время.

Примеры экологических систем: луг, лес, озеро, океан.

Экосистемы существуют везде: в воде и на земле, в сухих и влажных районах, в холодных и жарких местностях. Они по-разному выглядят, включают различные виды растений и животных. Однако в поведении всех экосистем имеются и общие аспекты, связанные с принципиальным сходством энергетических процессов, протекающих в них.

Одним из фундаментальных правил, которым подчиняются все экологические системы, является **принцип Ле Шателье-Брауна**: при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

## 2.4.1 Структура и функционирование экосистем

### Структура экосистем

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот веществ в экосистеме возможны только за счет постоянного притока высокоорганизованной энергии. Основным первичным источником энергии на Земле является солнечная энергия.

В экосистемах наблюдается постоянный поток энергии, которая переходит из одной формы в другую. Фотосинтезирующие организмы переводят энергию солнечного света в энергию химических связей органических веществ. Эти организмы являются **производителями**, или **продуцентами**, органического вещества. В большинстве случаев

функции продуцентов в экосистемах выполняют растения.

Гетеротрофные организмы получают энергию при поглощении органических веществ и называются **потребителями** или **консументами**.

Существуют **консументы первого порядка** (растительоядные организмы или фитофаги), **второго порядка** (организмы, питающиеся фитофагами, или зоофаги) и **высших порядков** (хищники и сверххищники, паразиты и сверхпаразиты). В большинстве случаев функции консументов в экосистемах выполняют животные.

Организмы, которые специализируются на добывании строго определенной пищи, называются **монофаги**.

Организмы, которые могут питаться различной пищей, называются **полифаги**. Для полифагов характерен широкий спектр питания, включающий основную, второстепенную и случайную пищу.

Погибшие организмы и отходы жизнедеятельности в любой форме потребляются организмами, разрушающими мертвое органическое вещество до неорганических веществ, – **редуцентами** или **деструкторами**. К редуцентам относятся различные животные (как правило, беспозвоночные), грибы.

Продуценты и редуценты обеспечивают круговорот веществ в экосистеме: окисленные формы углерода и минеральных веществ превращаются в восстановленные, и наоборот – происходит превращение неорганических веществ в органические, а органических – в неорганические.

При последовательной передаче энергии от одних организмов к другим образуются **пищевые (трофические) цепи**.

Трофические цепи, которые начинаются с продуцентов, называются **пастбищные цепи** или **цепи выедания**.

Отдельные звенья пищевых цепей называются **трофические уровни**.

*В пастбищных цепях выделяют следующие уровни:*

- 1-й – продуценты (растения);
- 2-й – консументы первого порядка (фитофаги);
- 3-й – консументы второго порядка (зоофаги);
- 4-й – консументы третьего порядка (хищники);
- 5-й – консументы высших порядков (сверххищники, паразиты и сверхпаразиты).

Погибшие организмы и отходы жизнедеятельности каждого уровня разрушаются редуцентами.

Трофические цепи, которые начинаются с редуцентов, называются *детритные цепи*. Они являются основой существования зависимых экосистем, в которых органического вещества, произведенного продуцентами, недостаточно для обеспечения энергией консументов (например, глубоководные экосистемы, экосистемы пещер, экосистемы почвы). В этом случае существование экосистемы возможно за счет энергии, содержащейся в мертвом органическом веществе.

Органическое вещество, находящееся на каждом трофическом уровне, может потребляться различными организмами и различными способами. Один и тот же организм может относиться к разным трофическим уровням. Таким образом, в реальных экосистемах пищевые цепи превращаются в пищевые сети.

Количество энергии, проходящее через трофический уровень на единице площади за единицу времени, называется **продуктивностью трофического уровня**. Измеряется в ккал/га·год или в тоннах сухого вещества на 1 га за год, или в миллиграммах углерода на 1 м<sup>2</sup> или на 1 м<sup>3</sup> за сутки и т.д.

Энергия, поступившая на трофический уровень, называется **валовой первичной продуктивностью** (для продуцентов) или **рационом** (для консументов). Часть этой энергии расходуется на поддержание процессов жизнедеятельности (метаболические затраты или затраты на дыхание), часть – на образование отходов жизнедеятельности (опад у растений, экскременты, личинные шкурки и иные отходы у животных), часть – на прирост биомассы. Часть энергии, затраченная на прирост биомассы, может быть потреблена консументами следующего трофического уровня.

**Энергетический баланс трофического уровня** может быть записан в виде следующих уравнений:

1. *валовая первичная продуктивность* = *дыхание* + *опад* + *прирост биомассы*;

2. *рацион* = *дыхание* + *отходы жизнедеятельности* + *прирост биомассы*.

Первое уравнение применяется по отношению к продуцентам, второе – по отношению к консументам и редуцентам.

Разность между валовой первичной продуктивностью (рационам) и затратами на дыхание называется **чистой первичной продуктивностью** трофического уровня.

Энергия, которая может быть потреблена консументами следующего трофического уровня, называется **вторичной продуктивностью** рассматриваемого трофического уровня.

При переходе энергии с одного уровня на другой часть ее безвозвратно теряется: в виде теплового излучения (затраты на дыхание), в виде отходов жизнедеятельности. Поэтому количество высокоорганизованной энергии постоянно уменьшается при переходе с одного трофического уровня на последующий. В среднем на данный трофический уровень поступает  $\approx 10\%$  энергии, поступившей на предыдущий трофический уровень. Эта закономерность называется **правилом “десяти процентов”** или **правилом экологической пирамиды**.

Поэтому количество трофических уровней всегда ограничено (4...5 звеньев). Например, уже на четвертый уровень поступает только 1/1000 часть энергии от поступившей на первый уровень.

При изучении экосистем анализируют, прежде всего, поток энергии и круговорот веществ между соответствующими биотопом и биоценозом. Экосистемный подход учитывает общность организации всех сообществ независимо от местообитания. Это подтверждает сходство структуры и функционирования наземной и водной экосистем.

Самая крупная природная экосистема на Земле – биосфера. Граница между крупной экосистемой и биосферой столь же условна, как и между многими другими понятиями в экологии. Различие преимущественно состоит в такой характеристике биосферы, как глобальность и большая условная замкнутость (при термодинамической открытости). Прочие же экосистемы Земли преимущественно практически не замкнуты.

**Биомы** – наиболее крупные наземные экосистемы, соответствующие основным климатическим зонам Земли (пустынные, травянистые и лесные).

**Водные экосистемы** – основные экосистемы, существующие в водной сфере (гидросфере).

Каждый биом включает в себя ряд меньших по размеру связанных между собой экосистем. Одни из них могут быть очень крупными, площадью в миллионы квадратных километров, другие – мелкими, например небольшой лесок. Важно то, что любую экосистему можно определить как более или менее специфическую группировку растений и животных, взаимодействующих друг с другом и со средой. Так, легко

выделить множество типов водных экосистем (ручьи, реки, озера, пруды, болота и др.) или подразделить океаны на отдельные экосистемы (коралловые рифы, континентальный шельф, абиссаль и т.д.).

Таким образом, каждая конкретная экосистема может характеризоваться определенными границами (экосистема елового леса, экосистема низинного болота). Однако само понятие “экосистема” является безразмерным, обладает признаком безразмерности, ей не свойственны территориальные ограничения. Четкие границы между экосистемами встречаются редко, обычно между ними находится переходная зона со своими особенностями. Экосистемы могут разграничиваться элементами абиотической среды, например: рельефом, видовым разнообразием, физико-химическими и трофическими условиями и т.п.

Размер экосистем не может быть выражен в физических единицах измерения. Он выражается системной мерой, учитывающей процессы обмена веществ и энергии. Поэтому под экосистемой обычно понимается совокупность биотической (живые организмы) и абиотической среды, при взаимодействии которых происходит более или менее полный биотический круговорот, в котором участвуют продуценты, консументы и редуценты.

Термин “экосистема” применяется и по отношению к искусственным образованиям, например: экосистема парка, сельскохозяйственная экосистема (агроэкосистема).

**Экосистемы по их размерности** можно разделить на:

- **микрэкосистемы** (экосистема гниющего пня или дерева в лесу, прибрежные заросли водных растений);
- **мезоэкосистема** (болото, сосновый лес, ржаное поле);
- **макроэкосистема** (океан, море, пустыня).

**Функционирование (динамика) экосистем**

На стадии зарождения жизни на Земле бурно шли разнообразные химические реакции. Синтезировались и вступали в последующие реакции одни вещества, другие разлагались, преобразовывались в иные соединения, причем весь процесс был мало упорядочен и хаотичен. С возникновением жизни химические процессы постепенно стали подчиняться определенным закономерностям и упорядочились. Атомы, входящие в состав органических соединений живой ткани, стали передаваться по пищевой цепи от одного звена к другому и в конце концов возвращаться в неорганическую природу.

Разнообразие организмов, существующих во всевозможных экосистемах планеты, по образному выражению В.И. Вернадского, образует **“живое вещество” Земли**. Главной геохимической особенностью живого вещества является его способность пропускать через себя атомы химических элементов, осуществляя в процессе жизнедеятельности их закономерную сортировку и дифференциацию. Завершив свой жизненный цикл, организмы возвращают природе все, что взяли от нее в течение жизни.

Академик В.И. Вернадский установил закономерность, сформулированную как **закон биогенной миграции атомов** [3, 9]: “...миграция химических элементов во всех экосистемах, включая биосферу в целом, либо осуществляется при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), либо протекает в среде, геохимические особенности которой ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$  и т.д.) обусловлены живым веществом, как населяющим планету в настоящее время, так и действовавшим на Земле в течение всей геологической истории”.

Экосистемы непрерывно подвержены изменениям. Нескончаемый поток энергии и питательных веществ постоянно влияет на состояние экосистем. Одни виды постепенно отмирают или вытесняются и уступают место другим. Внутри экосистем постоянно протекают процессы разрушения и новообразования. Например, старые деревья отмирают, падают и перегнивают, а рядом покоящиеся до поры до времени в почве семена прорастают, давая новый цикл развития жизни.

Если биоценоз разрушается, например при воздействии урагана, пожара или рубки леса, то восстановление исходного биоценоза происходит медленно.

Сложные межвидовые взаимоотношения, определяющие функциональную целостность экосистем, отличаются относительной “свободой” структурных связей между отдельными компонентами. Виды в составе конкретных биоценозов могут замещаться биологически сходными видами. Нестабильность абиотических факторов экосистем является причиной колебаний состава и функциональных связей в биоценозах.

**Динамичность** – одно из фундаментальных свойств экосистем, которое отражает не только зависимость последних от комплекса факторов, но и адаптивную (приспособительную) реакцию всей системы на эти факторы.

Изменение экосистемы во времени в результате внешних и внутренних воздействий носит название **динамики экосистемы**.

Масштабы времени, в которых выражается динамика экосистем, различны. Изменения могут иметь суточную или сезонную ритмичность, продолжаться несколько лет или охватывать целые геологические эпохи, влияя на развитие глобальной экосистемы Земли.

Изменения сообществ отражаются *суточной, сезонной и многолетней динамикой экосистем*. Такие изменения обусловлены периодичностью внешних условий.

Составляющие любую экосистему виды не однородны по отношению к проявлению факторов внешней среды. Поэтому одни из них проявляют биологическую активность в дневное время суток, другие более активны к вечеру и ночью. **Суточная динамика** происходит в сообществах всех зон – от тундры до влажных тропических лесов.

Наиболее четко суточная динамика прослеживается в природных зонах с резким колебанием факторов среды на протяжении суток. Например, в пустыне жизнь летом в полуденные часы замирает, хотя некоторые животные и проявляют определенную активность.

**Сезонная динамика** экосистем определяется сменой времен года. Это выражается не только в изменении состояния и активности организмов отдельных видов, но и их соотношений. В первую очередь сезонная динамика затрагивает видовой состав. Неблагоприятные сезонные погодные условия заставляют многие виды мигрировать в районы с лучшими условиями существования. Такое явление хорошо известно для перелетных птиц, у видов же, остающихся зимовать в экосистеме, значительно изменяется их жизненная активность. Большинство видов деревьев и кустарников на зиму сбрасывает листву. Приостанавливается активное деление клеток образовательной ткани. Некоторые виды оседлых животных впадают в спячку, предварительно накопив запасы энергетического сырья – жира, другие ведут зимой активный образ жизни и способны обеспечить себя кормом.

Со сменой сезонов года связано изменение флористического состава экосистем. К смене сезонов года приспособились и животные. Весной у них появляется потомство. Активизация жизненных процессов приходится на летний период, а осенью они уже начинают готовиться к предстоящей зимовке.

Наряду с сезонной и суточной динамикой экосистем экологов интересуют и более длительные их изменения. Такие изменения происходят в экосистемах благодаря жизнедеятельности живых организмов, которые изменяют среду своего обитания, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами своего метаболизма (обмена веществ).

Относительно длительное существование биоценоза на одном месте (сосновый или еловый лес, низинное болото) изменяет биотоп (место, на котором существует биоценоз) так, что он становится мало-пригодным для существования одних видов, но пригодным для внедрения или развития других. В результате в данном биотопе постепенно развивается другой биоценоз, более приспособленный к новым условиям среды. Такая многократная смена одних биоценозов другими называется сукцессией.

#### 2.4.2 Устойчивость экосистем

**Устойчивость экосистемы** – способность экосистемы и ее отдельных частей противостоять колебаниям внешних факторов и сохранять свою структуру и функциональные особенности.

Степень неспособности экосистемы противостоять вредным внешним воздействиям означает ее **уязвимость**. Например, в некоторой экосистеме количество осадков понижается на 50 % по сравнению со среднегодовыми значениями, но продукция растений уменьшается при этом только на 25 %, а численность популяции растительоядных организмов – всего лишь на 10 %.

Относительное затухание колебаний в среде по мере их прохождения по пищевым цепям служит мерой внутренней устойчивости экосистемы – ее способности противостоять изменениям. При этом устойчивость экосистемы может быть обусловлена наличием запасов влаги в почве, а в случае достаточно длительной засухи – частичным замещением чувствительных к засухе травянистых растений засухоустойчивыми видами. Эта способность экосистем важна при изучении последствий воздействия на них антропогенных факторов. В частности, наиболее уязвимыми являются экосистемы, где доминируют мхи и лишайники, наиболее чувствительные к загрязнению воздуха.

В экологии **понятие устойчивости** рассматривается как **синоним стабильности**. Более целесообразно, однако, разграничивать эти термины, понимая под **стабильностью** данное выше определение, а под **устойчивостью** – способность экосистемы возвращаться в исходное (или близкое к нему) состояние после воздействия факторов, выводящих ее из равновесия.

В связи с этим выделяют **два типа устойчивости экосистем**:

- **Резистентная устойчивость** – способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменной свою структуру и функцию.

- **Упругая устойчивость** – способность системы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены.

Оба типа исключают друг друга, т.е. системе трудно одновременно развить оба типа устойчивости. Например, калифорнийский лес из секвойи довольно устойчив к пожарам (для этих деревьев характерна толстая кора и другие адаптации), но если он все же сгорит, то восстанавливается очень медленно или вовсе не восстанавливается. Напротив, калифорнийские заросли чапаралья очень легко выгорают (низкая резистентная устойчивость), но быстро восстанавливаются, буквально за несколько лет (отличная упругая устойчивость).

Как правило, при благоприятных физических условиях среды экосистемы в большей степени проявляют резистентную устойчивость, а не упругую, но в изменчивых физических условиях наблюдается прямо противоположное.

Экосистема не эквивалентна организму, т.к. обладает собственными качественно новыми свойствами. Не похожа она и на промышленный комплекс, например атомную электростанцию. И все же у нее есть одна общая с этими системами черта: кибернетическое поведение.

При рассмотрении стабильности и устойчивости как синонимов считается, что эти качества тем значительнее, чем разнообразнее экосистемы. Данное положение формулируется как закон: **разнообразие – синоним устойчивости** (автор Эшби).

С этой точки зрения тундровые и пустынные экосистемы рассматриваются как малоустойчивые (нестабильные), а тропические леса, максимально богатые по видовому составу, – как самые устойчивые (стабильные).

Для экосистем с низкой устойчивостью характерны вспышки численности отдельных видов. Это связано с тем, что в маловидовых экосистемах слабо проявляются силы, уравнивающие численность различных видов (конкуренция, хищничество, паразитизм). Так, для тундровых экосистем типичны периодические резкие увеличения численности мелких грызунов-леммингов. В качестве результата низкой устойчивости этих экосистем рассматривается легкое разрушение их под влиянием внешних воздействий (перевыпаса, технических нагрузок и т.п.). Колеи, образующиеся после прохода тяжелой техники (тракторов, вездеходов), сохраняются десятилетиями.

С этих же позиций к неустойчивым и низкостабильным относят агросистемы, создаваемые человеком и представленные обычно одним

преобладающим видом растений, интересующим человека. Как неустойчивые и нестабильные следует рассматривать сосновые леса на бедных песчаных или щебнистых почвах. Их древесный ярус представлен в таких условиях одним видом (сосной), беден в них и напочвенный (травяной, моховой) покров.

Однако если экосистемы, приведенные выше в качестве примеров, рассматривать с позиций названных выше различий устойчивости и стабильности, то они попадают в разные категории.

Устойчивость, стабильность и другие параметры экосистем зависят не столько от структуры самих сообществ (например, их разнообразия), сколько от биолого-экологических свойств видов-эдификаторов и доминантов, слагающих эти сообщества. Высокая стабильность и значительная устойчивость присущи сосновым лесам на бедных песчаных почвах, несмотря на малое видовое разнообразие этих экосистем. Это связано, во-первых, с тем, что сосна довольно пластична, и поэтому на изменение условий, например уплотнение почв, она реагирует снижением продуктивности и редко – распадом экосистемы. Однако и в последнем случае, в силу бедности субстрата питательными веществами и влагой, ее молодое поколение не встречает серьезной конкуренции со стороны других видов, и экосистема довольно быстро вновь восстанавливается в том же виде.

Иные параметры устойчивости и стабильности характерны для сосняков на богатых почвах, где они могут сменяться еловыми лесами, обладающими более сильными эдификаторными свойствами. Здесь, несмотря на значительное разнообразие (по видовому составу, ярусности, трофической структуре и т.п.), экосистемы сосновых лесов характеризуются низкой стабильностью и низкой устойчивостью. Сосна в данном случае выступает как промежуточная стадия сукцессионного ряда. Ей удается занимать и удерживать какое-то время такие местообитания только в силу каких-то необычных обстоятельств, например после пожаров, когда уничтожаются более сильные конкуренты (ель, лиственные древесные породы).

Равновесные экосистемы подчиняются принципу устойчивости Ле Шателье. Следовательно, эти экосистемы обладают гомеостазом, т.е. способны минимизировать внешнее воздействие при сохранении внутреннего равновесия.

Устойчивость экосистем достигается не смещением химических равновесий, а изменением скоростей синтеза и разложения биогенов.

Особый интерес представляет **способ поддержания устойчивости экосистем**, основанный на вовлечении в биологический круговорот органического вещества, ранее произведенного экосистемой и отложенного “про запас” – древесины и мортмассы (торф, гумус, подстилка). В этом случае древесина служит как бы индивидуальным материальным богатством, а мортмасса – коллективным, принадлежащим экосистеме в целом. Это материальное богатство увеличивает запас устойчивости экосистем, обеспечивая их выживание при неблагоприятных изменениях климата, стихийных бедствиях и др.

Устойчивость экосистемы тем больше, чем больше она по размеру и чем богаче и разнообразнее ее видовой и популяционный состав. Экосистемы разного типа используют различные варианты индивидуальных и коллективных способов запасания устойчивости при различном соотношении индивидуального и коллективного материального богатства.

Таким образом, **основная функция совокупности живых существ** (сообщества), входящих в экосистему, – обеспечить равновесное (устойчивое) состояние экосистемы на основе замкнутого круговорота веществ.

### **2.4.3 Основные экосистемы: естественные, искусственные, охраняемые**

Различают **естественные (природные)** и **антропогенные (искусственные)** экосистемы.

Например, луг, сформировавшийся под влиянием естественных факторов, представляет природную экосистему. Луг, который создан в результате уничтожения естественного сообщества (например, осушения болота) и замены его травосмесью, – антропогенная экосистема.

К основным типам антропогенных экосистем относятся:

- **Агробиоценозы** – экосистемы, созданные человеком для получения сельскохозяйственной продукции.

В результате севооборотов в агробиоценозах обычно происходит смена видовой состав растений. Поэтому при описании агробиоценоза дается его характеристика на протяжении нескольких лет.

*Особенности агробиоценозов:*

- обедненный видовой состав продуцентов (монокультура);
- систематический вынос элементов минерального питания с урожаем и необходимость внесения удобрений;

- благоприятные условия для размножения вредителей в связи с монокультурой и необходимость применения средств защиты растений;
- необходимость уничтожения сорняков – конкурентов культурных растений;
- сокращение числа трофических уровней в связи с обедненностью видового разнообразия;
- упрощение цепей (сетей) питания;
- невозможность самовоспроизведения и саморегуляции.

Для поддержания устойчивости агробиоценозов необходимы дополнительные затраты энергии. Например, в экономически развитых странах для производства одной пищевой калории затрачивается 5...7 калорий энергии ископаемого топлива.

• **Промышленные экосистемы** – экосистемы, формирующиеся на территории промышленных предприятий.

*Особенности промышленных экосистем:*

- высокий уровень загрязненности;
- высокая зависимость от внешних источников энергии;
- исключительная обедненность видового разнообразия;
- неблагоприятное влияние на смежные экосистемы.

Для контроля за состоянием антропогенных экосистем используются экологические знания.

Самый надежный способ сохранения биоразнообразия видов – их охрана как частей целых экосистем. Для этого создают **особо охраняемые природные территории (ООПТ)** – специальные участки на суше (территории) или в море (акватории), которые выделяются и функционируют в целях сохранения природного и культурного наследия.

Мировая сеть ООПТ играет огромную роль в сохранении биологического разнообразия на Земле.

К **ООПТ** относятся:

- *заповедники;*
- *заказники;*
- *национальные парки;*
- *памятники природы.*

В настоящее время в Беларуси функционирует 2 заповедника (Березинский биосферный заповедник, Полесский радиационно-экологический заповедник), 4 национальных парка (Беловежская пуца, Припятский, Браславские озера и Нарочанский), 433 заказника и 861 памятников природы. В 2008 г. общая площадь ООПТ составила 1577,8 тыс. га (7,6 % от общей площади страны).

Особенно важны для биоразнообразия природные территории, имеющие международный природоохранный статус. Березинский биосферный заповедник и Национальный парк «Беловежская пуца» имеют Европейский диплом для охраняемых территорий и статус биосферных резерватов Европы. Национальный парк «Беловежская Пуца» включен в список объектов всемирного природного наследия. Республиканские ландшафтные заказники «Ольманские болота», «Средняя Припять», «Простырь», «Котра», «Освейский», «Ельня» и биологические заказники «Споровский» и «Званец» включены в список водно-болотных угодий международного значения (рамсарских угодий), при этом заказнику «Простырь» впервые в Восточной Европе присвоен статус трансграничного (Беларусь-Украина) рамсарского угодья.

Формирование системы ООПТ республиканского значения осуществляется в соответствии со Схемой рационального размещения ООПТ республиканского значения до 1 января 2015 г., утвержденной Правительством Республики Беларусь в декабре 2007 г.

При планировании развития системы ООПТ применялся ряд международных критериев: критерии Международного союза охраны природы, ключевых орнитологических и ботанических территорий, критерии Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местообитаний водоплавающих птиц.

В качестве перспективных ООПТ рассматривались природные территории, в пределах которых распространены уникальные и редкие ландшафты, ценные растительные сообщества, расположены места произрастания и обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, места концентрации диких животных птиц в период размножения, зимовки, миграции, а также территории, которые играют важную роль в формируемой экологической сети, имеют важное значение для научных исследований.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 декабря 2007 г. № 1920 утверждена Национальная стратегия развития

и управления системой природоохранных территорий до 1 января 2015 г., а в 2008 г. – Государственная программа развития системы особо охраняемых природных территорий на 2008...2014 г.г.

В соответствии с данными документами и Схемой рационального размещения ООПТ республиканского значения, к 2015 г. площадь особо охраняемых природных территорий должна будет составлять не менее 8,3 % от площади Беларуси.

Сохранение естественных экосистем, биологического и ландшафтного разнообразия страны призвана обеспечивать национальная экологическая сеть, которая формируется в Республике Беларусь. Размещение основных элементов экологической сети определено “Схемой экологической сети Республики Беларусь”, разработанной Национальной академией наук Беларуси в 2005 г.

В рамках программы ЮНЕСКО “Человек и биосфера” разработана региональная экологическая сеть Полесья (Беларусь-Польша-Украина), а также концепция и схема формирования системы трансграничных экологических коридоров Беларусь-Россия.

На территории РБ создан биосферный резерват “Прибужское Полесье”. Осуществляется деятельность по созданию трансграничного биосферного резервата ЮНЕСКО “Западное Полесье” (Беларусь-Польша-Украина). К 2015 г. предусматривается создание ряда трансграничных ООПТ: “Котра-Чапкеляй”, “Вилейты-Адутишкис”, “Простырь-Припять-Стоход”, “Освейский-Красный Бор-Себежский” и трансграничного биосферного резервата “Гродненская Августовская пуща” (Беларусь-Польша-Литва).

## **2.5 РОЛЬ АТМОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ**

Атмосфера Земли состоит, главным образом, из азота и кислорода, количество которых в сухом воздухе составляет соответственно 78 и 21 % об. Из малых по массе постоянных составляющих атмосферного воздуха следует выделить углекислый газ и озон, которые оказывают существенное влияние на физическое состояние атмосферы и биологические процессы Земли.

Нижний слой атмосферы – тропосфера – простирается до высоты 8...10 км в полярных широтах и до 16...18 км в тропиках. В тропосфере температура воздуха понижается с высотой в среднем на 6 °С/км. Выше тропосферы расположена стратосфера, где примерно до уровня

50 км температура воздуха увеличивается с высотой. Свыше двух третей массы атмосферы сосредоточено в тропосфере.

Атмосферный воздух более или менее прозрачен для коротковолновой радиации, в связи с чем большая часть получаемого Землей излучения Солнца поглощается земной поверхностью, которая является основным источником тепла для атмосферы. От земной поверхности тепловая энергия передается в атмосферу путем длинноволнового излучения, посредством турбулентного теплообмена и в результате затраты тепла на испарение с поверхности суши и водоемов (это тепло затем поступает в атмосферу при конденсации водяного пара, образованного в ходе испарения). Из-за шарообразной формы Земли наибольшее количество солнечной энергии поглощается в низких широтах, где температура воздуха у земной поверхности обычно выше, чем в средних и высоких широтах. Эта разность температур является основным источником энергии для движения воздушных масс в атмосфере и водных масс в океанах. Атмосферная циркуляция представляет собой сложную систему горизонтальных и вертикальных направлений движения воздуха.

Атмосфера оказывает огромное влияние на биологические процессы, которые развиваются на суше и в водоемах. Наибольшее значение для биологических процессов имеют: кислород, содержащийся в атмосфере и используемый в процессе дыхания организмов; углекислый газ, расходуемый в ходе фотосинтеза автотрофных растений; озон, задерживающий вредную для организмов ультрафиолетовую радиацию Солнца. В то же время атмосфера пропускает достаточное количество солнечной энергии, необходимой для осуществления реакции синтеза, освещения поверхности Земли. Без атмосферы невозможно существование живых организмов, что видно на примере лишенной жизни Луны. Атмосфера является жизненной средой и выполняет функцию защиты жизни от воздействия открытого космоса.

**Озоновый слой** – часть стратосферы на высоте от 12 до 50 км (в тропических широтах 25...30 км, в умеренных – 20...25 км, в полярных – 15...20 км), в которой под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца молекулярный кислород  $O_2$  диссоциирует на атомы, которые затем соединяются с другими молекулами  $O_2$ , образуя озон  $O_3$  – трехатомную форму молекулярного кислорода.

Наибольшая плотность озона встречается на высоте около 20...25

км, наибольшая часть в общем объёме – на высоте 40 км. Озона в атмосфере Земли не так уж и много. Если бы можно было извлечь весь озон, находящийся в атмосфере, и сжать под нормальным давлением, то в результате вышел бы слой, покрывающий поверхность Земли толщиной всего в 3 мм. Вся сжатая под нормальным давлением атмосфера составляла бы слой в 8 км.

Озон играет исключительную роль в жизни нашей планеты. Если кислороду мы обязаны тем, что без него невозможно существование жизни, то озон обеспечивает земной жизни дальнейшее ее существование.

Благодаря нагреванию воздуха вследствие поглощения озоном солнечных лучей, возникает температурная инверсия, т.е. повышение температуры с высотой. Таким образом тропосфера и стратосфера разделяются тропопаузой, и смешивание воздуха между этими слоями атмосферы затруднено. Более того, если бы не озоновый слой, то жизнь не смогла бы вообще выбраться из океанов, и высокоразвитые формы жизни типа млекопитающих, включая человека, не возникли бы.

Относительно высокая концентрация озона (около 8 мл/м<sup>3</sup>) поглощает опасные ультрафиолетовые лучи и защищает всё живущее на суше от губительного излучения. Образуя в верхних слоях атмосферы (стратосфере) тончайший слой – так называемый озоновый экран, молекулы озона защищают все живое на Земле от ультрафиолетового излучения. Тонкий слой озона отфильтровывает вредный компонент солнечного излучения – ультрафиолетовые лучи, прямое влияние которых губительно для всего живого. Не будь озонового экрана, такое излучение могло бы уничтожить жизнь на Земле.

**Озоновый экран** – слой атмосферы в пределах стратосферы на высоте от 10 до 50 км, с максимальной концентрацией озона на высоте 20...25 км, поглощающий губительное для всех живых организмов ультрафиолетовое излучение.

При свободном попадании на Землю ультрафиолетовые лучи способны вызывать у человека рак кожи, а также наносить вред животным и растениям. Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул, что может вызвать быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность. Естественно, жесткий ультрафиолет способен вызывать и обычные ожоги кожи и роговицы. Уже сейчас во всем мире заметно увеличение числа заболеваний раком кожи, однако зна-

чительно количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом получая большую дозу ультрафиолетового облучения) не позволяет однозначно утверждать, что основной причиной этого является уменьшение содержания озона. Жесткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем. Растения менее чувствительны к нему, но при увеличении дозы могут пострадать и они.

Те же самые молекулы озона в тропосфере представляют собой опасные элементы, разрушающие живую ткань, включая легкие человека. Концентрация озона у поверхности Земли в 10 раз меньше, чем в стратосфере.

К сожалению, в 80...90-е годы XX в. наблюдалась **негативная тенденция разрушения озонового экрана**.

Интенсивными *разрушителями озона* являются хлорфторорганические соединения. Хлорфторуглероды (фреоны) уже более 60 лет используются как хладагенты в холодильниках и кондиционерах, пропелленты для аэрозольных смесей, пенообразующие агенты в огнетушителях, очистители для электронных приборов, при химической чистке одежды, при производстве пенопластов. Когда-то они рассматривались как идеальные для практического применения химические вещества, поскольку они очень стабильны и неактивны, а значит, нетоксичны. Хлорфторуглероды не распадаются быстро в тропосфере, как это происходит, например, с большей частью оксидов азота, и, в конце концов, проникают в стратосферу. Когда молекулы хлорфторуглеродов поднимаются до высоты примерно 25 км, где концентрация озона максимальна, они подвергаются интенсивному воздействию ультрафиолетового излучения, которое не проникает на меньшие высоты из-за экранирующего действия озона. Ультрафиолет разрушает устойчивые в обычных условиях молекулы хлорфторуглерода, которые распадаются на компоненты, обладающие высокой реакционной способностью, в частности атомный хлор. Таким образом хлорфторуглерод переносит хлор с поверхности земли через тропосферу и нижние слои атмосферы, где менее инертные соединения хлора разрушаются, в стратосферу, к слою с наибольшей концентрацией озона. Хлор при разрушении озона действует подобно катализатору: в ходе химического процесса его количество не уменьшается. Вследствие этого один атом хлора может разрушить до 100000 молекул озона, прежде чем будет

дезактивирован или вернется в тропосферу.

Кроме фреонов, озоновый экран может разрушаться под действием и других, не менее вредных для озона, газов. Большую тревогу со стороны экологов вызывает влияние оксидов азота, которые выбрасываются реактивными двигателями сверхзвуковых самолетов. Такие опасения основаны на свойстве оксида азота разрушать озон.

В настоящее время отмечено образование так называемых “озоновых дыр” над Антарктикой, Европой, азиатским континентом.

## 2.6 РОЛЬ ГИДРОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ

**Гидросфэра** (от др.-греч. ὕδωρ – вода и σφαῖρα – шар) – водная оболочка Земли.

Её принято делить на:

- **Мировой океан;**
- **континентальные поверхностные воды;**
- **подземные воды.**

Общий объём воды на планете – около  $1533000000 \text{ км}^3$  (по измерению в 2013 г.). Масса гидросферы – примерно  $1,46 \cdot 10^{21}$  кг. Это в 275 раз больше массы атмосферы, но лишь  $1/4000$  от массы всей планеты.

Большая часть воды сосредоточена в океане, намного меньше – в ледниках, континентальных водоёмах и подземных водах. Большую её часть составляет солёная вода морей и океанов (96...97 %), а меньшую (2...3 %) – пресная вода озёр, рек, ледников, грунтовые воды и водяной пар. Вода ледников – около 2 %, подземные воды – примерно столько же, а поверхностные воды суши – 0,02 %. Причем 70 % пресной воды находится в твёрдом состоянии в ледниках (2,24 %). На грунтовые воды приходится 0,61 % пресной воды, а на воды озёр, рек и атмосферной влаги, соответственно, – 0,016 %, 0,0001 % и 0,001 %.

Основная часть воды заключена в Мировом океане, который занимает около 71 % поверхности земного шара. Средняя его глубина составляет 3800 м, а максимальная (Марианская впадина в Тихом океане) – 11 022 м. Океаническую кору слагают осадочный и базальтовый слои. Океанические воды содержат значительное количество солей (в среднем 3,5 %) и ряд газов. В частности, верхний слой океана содержит 140 трлн. тонн углекислого газа и 8 трлн. тонн кислорода. Солёность несколько повышается в субтропическом поясе высокого давления, где

испарение с океанов превышает осадки, и уменьшается вблизи экватора, а также в средних и высоких широтах, где количество осадков больше испарений.

Поверхностные континентальные воды занимают лишь малую долю в общей массе гидросферы, но тем не менее играют важнейшую роль в жизни наземной биосферы, являясь основным источником водоснабжения, орошения и обводнения. Эта часть гидросферы находится в постоянном взаимодействии с атмосферой и земной корой.

Воду, которая находится в твёрдом состоянии (в виде ледников, снежного покрова и в вечной мерзлоте), объединяют под названием **криосферы**.

Переходы воды из одних частей гидросферы в другие составляют сложный круговорот воды на Земле.

Гидросфера перекрывается с биосферой по всей своей толще, но наибольшая плотность живого вещества приходится на поверхностные прогреваемые и освещаемые Солнцем слои, а также прибрежные зоны.

Именно в гидросфере зародилась жизнь на Земле. Лишь в начале палеозойской эры начался постепенный выход животных и растений на сушу.

### **Роль и оборот воды в биосфере**

Вода в ее различных фазовых состояниях является важной частью всех компонентов биосферы и одним из главных факторов существования живых организмов. В любом организме вода является средой, в которой происходят химические реакции, без которых не могут жить живые организмы. Вода является самым ценным и необходимым веществом для жизнедеятельности живых организмов – единственным источником кислорода в главном движущем процессе на Земле – фотосинтезе. Вода присутствует во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и в почве, и во всех живых существах.

Из газов, растворенных в водах океанов, наибольшее значение для организмов имеют кислород и углекислый газ. Количество кислорода в океанических водах изменяется в широких пределах в зависимости от температуры, а также от деятельности живых организмов и некоторых других факторов. Концентрация углекислого газа в океане также изменчива, но общая масса примерно в 60 раз превосходит количество углекислого газа в атмосфере.

Воды океана находятся в постоянном движении, главный источ-

ник энергии которого – различия в нагреве поверхности океана на разных широтах и динамическое взаимодействие движущегося воздуха с поверхностью океана. Большая часть поверхностных вод суши сосредоточена в озерах, из которых самое крупное – Каспийское море. Примерно половина озерной воды приходится на пресные озера, другая половина заключена в соленых озерах. Важнейший гидрологический процесс суши – формирование речного стока, который компенсирует перенос водяного пара с водоемов на континенты.

Физические и химические процессы в гидросфере тесно связаны с аналогичными процессами в атмосфере. Преобразование энергии, круговорот воды, углекислого газа и других составляющих воздуха и воды осуществляется в гидросфере и атмосфере как в единой системе.

### **Круговорот воды в природе**

Под действием солнечного тепла огромные массы воды ежеминутно испаряются с поверхности океана, водяной пар поднимается в атмосферу, где из него образуются облака. Далее “эстафету” подхватывает воздух нижних слоёв атмосферы и разносит водяной пар в виде дождевых облаков по всему земному шару. В конце концов вода вернется на поверхность в виде осадков. Одна часть водяного конденсата из облаков выливается в виде дождей или выпадает в виде снегов на континенты. Другая часть снова выливается в океан, так и не успев покинуть его просторов. Так начинается ее долгий путь обратно в море или озеро. Атмосферные осадки частично испаряются, частично наполняют ручьи, реки и озёра, образуя временные и постоянные водоемы, частично просачиваются в землю и образуют подземные (грунтовые) воды, которые пробиваются наружу в виде родничков, часто дающих начало малым и большим рекам, а также наполняющих колодцы или скважины для питьевой воды. Оттуда воду могут добыть люди для собственных нужд. В некоторых местах грунтовые воды, растворив в себе различные минеральные соли из верхних слоёв земной коры, образуют целебные источники. Если осадки в виде снега выпадают вблизи полюсов или в высоких горах, вода может оказаться в составе ледника или многолетнего льда и оставаться в таком виде до начала таяния льдов. Но в конце концов судьба этой воды будет всё та же: она попадет обратно в море, где, дождавшись солнечного тепла, вновь поднимется в атмосферу и начнется новый цикл (рисунок 8).

Из-за непрерывной циркуляции воды на земном шаре ее общее количество остается постоянным.



Рисунок 8 – Круговорот воды в природе

Постоянный обмен влагой между гидросферой, атмосферой и земной поверхностью, состоящий из процессов *испарения, передвижения водяного пара в атмосфере, его конденсации в атмосфере, выпадения осадков и стока*, получил название **круговорота воды в природе**.

**Круговорот воды в природе (гидрологический цикл)** – процесс циклического перемещения воды в земной биосфере. Это непрерывный замкнутый процесс перемещения воды между гидросферой, атмосферой и литосферой на Земле.

Круговорот воды становится возможным, благодаря ее способности изменять свое состояние.

В природе различают несколько **видов круговоротов воды** в зависимости от места, где влага испарилась, и где выпали осадки:

- **Большой, или мировой, круговорот** – водяной пар, образовавшийся над поверхностью океанов, переносится ветрами на материки, выпадает там в виде атмосферных осадков и возвращается в океан в виде стока. В этом процессе изменяется качество воды: при испарении соленая морская вода превращается в пресную, а загрязненная очищается.

- **Малый океанический круговорот** – водяной пар, образовавшийся над поверхностью океана, конденсируется и выпадает в виде осадков снова в океан.

- **Малый континентальный круговорот** – вода, которая испарилась над поверхностью суши, опять выпадает на сушу в виде атмосферных осадков.

Круговорот воды осуществляется благодаря испарению, передвижению водяного пара в атмосфере, конденсации его, выпадению осадков и наличию стоков.

Начинается круговорот с испарения воды с подстилающей поверхности водоемов. С воздушными течениями водяные пары перемещаются из одной области в другую. Большая часть воды испаряется с поверхности Мирового океана и при конденсации в виде осадков возвращается обратно. Меньшая доля испарившейся воды переносится на сушу воздушными течениями. Объем воды, которая испаряется над сушей и выносится воздушными течениями в океан, незначителен. Таким образом, при испарении моря и океаны теряют значительно больше воды, чем получают влаги при выпадении осадков, на суше все наоборот – количество осадков превышает количество испаряемой воды. Но в моря и океаны с материков постоянно поступает сток речной воды, т.е. все осадки, выпавшие на суше, рано или поздно возвращаются в Мировой океан. Вода циркулирует в земной биосфере, испаряясь с поверхности Мирового океана, превращаясь в облака, выпадая в виде осадков на землю и опять возвращаясь в Мировой океан. Это обеспечивает постоянство объема воды на планете.

### **Значение круговорота воды в природе**

От природного круговорота воды зависит существование жизни на планете. Жизнь без воды не может существовать в принципе, так как без участия воды не могут протекать химические реакции органического характера. Когда человек потребляет воду, можно сказать, что он также участвует в круговороте воды. Это значит, что всему живому нужна чистая, в том числе питьевая, вода. В результате многих реакций вода загрязняется. Несмотря на это, природа способна обеспечить живые организмы практически нескончаемыми запасами чистой воды – это обеспечивается круговоротом воды в природе.

Скорость природного круговорота воды в разных местах не одинакова. Скорость переноса воды изменяется в широких пределах. Периоды расходов и периоды обновления (очищения) воды также разные. Они изменяются от нескольких часов до нескольких десятков тысячелетий. Скорость движения воды, а, следовательно, и ее круговорота в

природе зависит от агрегатного состояния воды.

Воды, входящие в состав живых организмов, восстанавливаются в течение нескольких часов. Для оперативного выполнения этой задачи предназначены почки и печень. Таким образом, самым быстрым круговоротом воды в природе является тот, который происходит в живых организмах. Это наиболее активная форма водообмена.

Атмосферная влага, которая образуется при испарении воды из океанов, морей и суши и существует в виде облаков, обновляется в среднем через восемь дней.

Очищение воды, содержащейся в почве, происходит ежегодно.

Период обновления запасов воды в горных ледниках составляет около 1 600 лет, в ледниках полярных стран значительно больше – около 9 700 лет.

Полное обновление вод Мирового океана происходит примерно раз в 2 700 лет.

За 10 миллионов лет фотосинтез перерабатывает массу воды, равную всей гидросфере.

Из закономерностей влагооборота в атмосфере наиболее важное для живой природы следствие выпадения осадков на суше – более или менее значительное увлажнение верхних слоев почвы. Без почвенной влаги было бы невозможно существование автотрофного растительного покрова. В зависимости от степени увлажнения почвы изменяется характер растительности. Так, например, при крайне избыточном увлажнении, когда количество воздуха в почве незначительно, преобладает болотная растительность, при умеренно избыточном и оптимальном увлажнении развиваются леса, при умеренно недостаточном – саванны и степи, при крайне недостаточном – пустыни. В соответствии с типом растительного покрова формируются и многие другие свойства природных зон.

### **Значение Мирового океана в жизни человека**

Мировой океан – огромный аккумулятор солнечной энергии и преобразователь лучистой энергии в тепловую, богатейший источник продуктов питания. На протяжении многих тысячелетий человек ловит рыбу и морепродукты. Многие народы используют в пищу не только морских обитателей, но и морские растения, например морскую капусту, которая содержит много йода.

Ценнейший ресурс океана – сама вода. Установлено, что в морской воде содержится почти вся периодическая система элементов

Д.И. Менделеева.

На различных участках океанического дна обнаружены запасы нефти, природного газа, железистых и марганцевых руд.

Морские перевозки являются самыми дешевыми.

В последнее время возникает проблема загрязнения Мирового океана: аварии нефтяных танкеров, мусор с проходящих судов и близи портовых городов, бесконтрольный лов и добыча обитателей морей и океанов. Основными источниками загрязнения океана служат бытовые и промышленные сточные воды (в прибрежных районах находится 60 % крупных городов), нефть и нефтепродукты, радиоактивные вещества. Загрязнение воды является причиной гибели морских животных, ракообразных и рыб, водоплавающих птиц и тюленей.

Человечество на свои нужды использует, главным образом, пресную воду. Пресные воды сохранились полно в районах с малой плотностью населения и слаборазвитой маловодоемкой промышленностью. Здесь сосредоточено более 80 % мировых ресурсов пресных вод.

Недостаток в пресной чистой воде испытывает более четверти населения земного шара, и почти 500 миллионов человек страдают от болезней, вызванных ее дефицитом и плохим качеством.

***Проблема недостатка пресной воды возникла по трем основным причинам:***

1. Вследствие интенсивного водопотребления в связи с быстрым ростом населения планеты и развитием водоемких производств. Потребление воды удваивается каждые 10...12 лет.

2. В результате загрязнения воды. Например, в США по этой причине 1/7 населения испытывают недостаток воды.

3. В связи с уменьшением водоносности рек. Чтобы река не стала мертвой, нельзя брать больше 1/10 ее части.

Одним из резервов водоснабжения является использование опресненных вод Мирового океана, подземных вод и вод ледников.

## **2.7 РОЛЬ ЛИТОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ**

### **2.7.1 Почва как верхняя оболочка литосферы и как важнейший компонент экосистемы и биосферы в целом**

Верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в другие области, составляет **литосферу**.

Она имеет слоистую структуру и включает:

- **Земную кору**

Различают *материковую кору* (толщина от 35...45 км под равнинами, до 70 км в области гор) и *океаническую* (5...10 км). В строении первой имеются три слоя: верхний – осадочный, средний – гранитный и нижний – базальтовый; в океанической коре гранитный слой отсутствует.

Земная кора подвержена постоянным тектоническим движениям.

- **Мантию.** Находится ниже земной коры. Верхняя мантия – до глубины около 1000, нижняя – около 2900 км.

Внутреннюю часть Земли составляет **ядро планеты**: верхнее – до глубины около 5000 км, нижнее (субъядро) – до 6371 км от центра земного шара. В ядре, где температура может достигать 5700 °С, а давление 350 МПа, предполагают наличие вещества в металлическом (пластично-вязком и твердом) состоянии. Точный характер внутреннего строения Земли до сих пор остается невыясненным.

Жизнедеятельность человека связана, главным образом, с литосферой, которая является источником минеральных ресурсов. Верхняя часть литосферы – среда для строительства зданий, сооружений, искусственных водоемов и т.д. От литосферы зависят стихийные бедствия: землетрясения, вулканические извержения, сели, оползни.

Важную часть литосферы составляет почва.

**Почва** – это поверхностный слой земной коры (коры выветривания), который образуется и развивается в результате взаимодействия растительности, животных, микроорганизмов, материнской породы и является самостоятельным природным образованием.

Современный почвенный покров и его наиболее активная оболочка – гумусовый горизонт – является особым природным образованием, возникшим в результате сложнейших и длительных процессов воздействия живых и мертвых организмов на поверхностные горизонты литосферы в различных условиях климата, рельефа местности, земной гравитации и других факторов.

Представление о почве как о самостоятельном природном теле с особыми свойствами было создано в конце XIX в. основателем современного почвоведения В.В. Докучаевым. В дальнейшем учение о почве развили В.Р. Вильямс, К.Д. Глинка, Г.Н. Высоцкий и др.

*По современным представлениям почва* – гигантская экологическая система, оказывающая наряду с Мировым океаном решающее влияние на всю биосферу Земли. Она активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы.

Почва – основной компонент любых наземных экологических систем, в ней протекают разнообразные и многочисленные физические, химические и биологические процессы.

*Почва характеризуется плодородием*, т.е. способностью обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Это свойство резко отличает почву от любой горной породы и является наиболее важным в хозяйственной деятельности человека. Плодородие почвы определяется наличием в верхней части почвенного профиля темноокрашенного гумусового горизонта, обогащенного органическим веществом и элементами питания растений. Толщина почвенного слоя в среднем составляет 18...20 см, в отдельных случаях несколько миллиметров или достигает 2 м.

*Почвенный покров* – один из важнейших природных ресурсов, ценнейшее богатство нашей планеты. Это главное средство производства в сельском и лесном хозяйствах и пространственный базис размещения и развития всех отраслей народного хозяйства. Почва обеспечивает воспроизводство всех возобновляемых ресурсов растительного и животного мира, она – основа материальных благ человечества. Почва представляет собой ресурс, который при правильном использовании не убавляется, а сохраняется и улучшается путем повышения плодородия. Поэтому правильное использование и охрана земельных ресурсов – первостепенная задача каждого государства.

**Почвообразование** как процесс формирования почв из горных пород начинается с выветривания, дробления породы и поселения на продуктах выветривания микроорганизмов и растений.

Образование почвы – длительный, многовековой процесс. По подсчетам ученых, для создания слоя почвы толщиной 2...3 см в современных условиях необходимо от 200 до 1000 лет.

Почвы образованы из смеси минеральных веществ, возникающих в результате разрушения горных пород, с органическими веществами – продуктами жизнедеятельности и разрушения организмов, главным образом растений. Эти продукты частично создаются на поверхности почвы (из листьев, сухих веток и т.д.), частично на некоторых глубинах

(например, из отмерших корней). Основную роль в процессе разложения органического вещества, поступающего в почву, играют различные микроорганизмы (бактерии, одноклеточные водоросли, вирусы), включая почвенные грибы. Азотфиксирующие бактерии способны поглощать молекулярный азот из воздуха и обогащать им почву. Свободноживущие азотфиксирующие бактерии связывают за год несколько десятков килограммов азота на 1 га почвы, клубеньковые бактерии способны за один сезон накопить до 200...300 кг/га азота. Почвенные микроорганизмы принимают участие в синтезе многих витаминов и ростовых веществ, необходимых для растений и животных. В почвообразовании принимают участие млекопитающие землерои: кроты, слепыши, цокоры, которые всю жизнь проводят в почве, а также мыши-полевки и другие млекопитающие, использующие почву в качестве убежища.

В результате действия указанных факторов в почве создаются запасы углерода, азота, фосфора, калия, магния и других элементов в форме, доступной для использования высшими растениями. Вследствие этого почвы оказывают большое влияние на продуктивность растительного покрова.

К числу *важнейших факторов почвообразования* относятся *климат, рельеф и хозяйственная деятельность человека*.

В.Р. Вильямс обосновал ведущую роль растений в процессе почвообразования. Зеленые растения – единственные источники органического вещества, создаваемого в процессе фотосинтеза. Наибольшее количество растительной биомассы создают лесные сообщества, особенно в условиях влажных тропиков, меньше – в условиях тундры, пустынь, в болотистой местности. Почва обогащается органическим веществом в процессе периодического опада или отмирания растений; при содействии животных, бактерий, грибов на поверхности почвы образуется почвенный гумус.

Особенно велика роль в процессе почвообразования беспозвоночных и простейших животных. Большая часть их (сапрофаги) потребляет и перерабатывает мертвое органическое вещество, другие (некрофаги) питаются живыми организмами. Благодаря своей многочисленности, почвенные животные в общей массе могут достигать 3,5 т живой массы на 1 га. Здесь они рождаются, питаются, экскретируют, размножаются и умирают. При этом происходит разложение и гумификация растительных остатков, усиливается аэрация почвы и стимулируется

деятельность микроорганизмов. За счет постоянного отмирания почвенных животных в почву непрерывно поступают белки, углеводы и прочие органические вещества, которые затем минерализуются микроорганизмами.

Если в атмосфере и гидросфере организмы распространены в слоях значительной толщины, измеряемой километрами, то основная масса организмов, существующих в литосфере, сосредоточена в пределах слоя почв, глубина которого в большинстве случаев не превосходит нескольких метров.

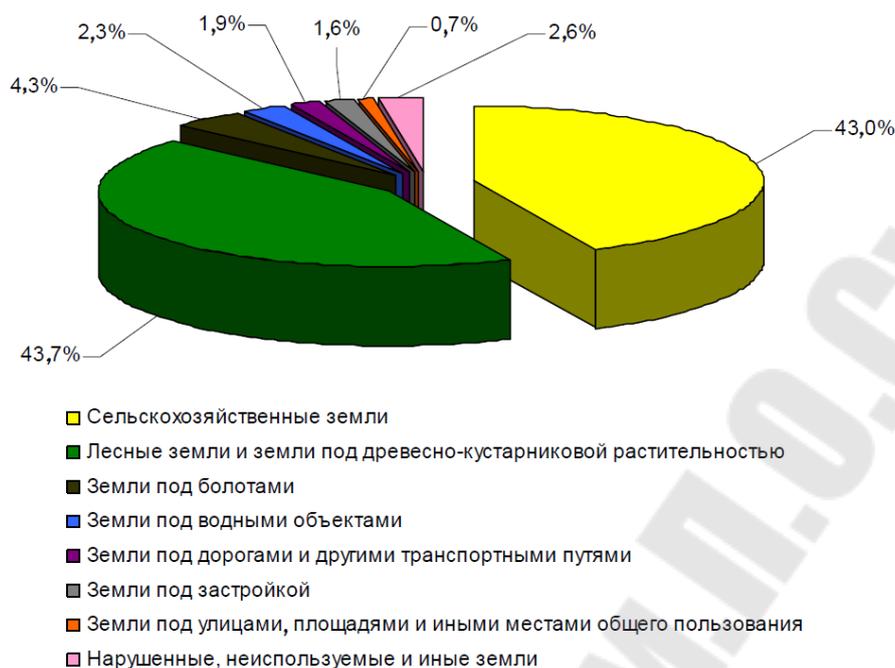
### **2.7.2 Земельный фонд планеты**

Совокупная площадь мирового земельного фонда составляет 134 млн км<sup>2</sup> или 13,4 млрд га. Если общую площадь суши принять за 100 %, то на долю обрабатываемых (пахотных) земель приходится примерно 10 %, лесов – 28 %, лугов и пастбищ – 20 %, ледниковых покровов – 10 %, пустынь, бедлендов, застроенных земель – 32 %. Таким образом, в сфере сельскохозяйственного производства используется около 30 % земельного фонда мира.

Из отдельных крупных регионов наибольшим земельным фондом обладают Азия, Африка, Северная и Южная Америка. Однако из расчета на душу населения очередность регионов иная: на первом месте Австралия, а другие регионы (особенно Европейский) значительно отстают. На рубеже 80...90-х годов в мире в среднем на 1 человека приходилось около 0,3 га пашни, в то время как в США – 0,79 га, в Канаде – 1,84 га, во Франции – 0,32 га, в Китае – 0,09 га, в Японии – 0,04 га.

Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель. Из общей площади суши земного шара около 20 % расположено в слишком холодном климате, 20 % – на очень крутых склонах, 10 % – покрыты маломощными почвами, около 20 % заняты пастбищами, лугами, лесами.

По данным Государственного земельного кадастра по состоянию на 1 января 2010 г., общая площадь земельных ресурсов Беларуси оценивается в 20,76 млн га. На долю продуктивных земель приходится примерно 86 % этой площади, немногим более 6 % составляют земли, отведенные под дороги, постройки, торфоразработки и прочее, и около 8 % – так называемые неиспользуемые земли (болота, кустарники, пески). Структура земельного фонда Беларуси по видам земель представлена на рисунке 9.



**Рисунок 9 – Структура земельного фонда Беларуси по видам земель [35]**

Природной особенностью Беларуси является высокая доля торфяных болот. Если в мире они составляют около 3 % территории, то в Беларуси – 14,2 %. Однако более 40 % этого природного наследия в 60...80-е годы XX века было мелиорировано (фактически осушено). Непродуманное и недостаточно экологически обоснованное осушение болот и крупномасштабная добыча торфа вызвали целый ряд отрицательных последствий: привели к прогрессирующей деградации земель, сопровождаемой изменением климата и потерями биоразнообразия на данных территориях. На сегодняшний день осушено более 16 % территории республики, из которых треть – это торфяные почвы. За последние годы антропогенному воздействию с последующей деградацией подвергнуто около 223 тыс. га болот.

### 2.7.3 Природные ресурсы литосферы

**Ресурсы** – это вещества, материалы, силы и потоки вещества, энергии и информации, которые:

- образуют входные звенья природных или хозяйственных циклов, являются их необходимыми участниками и, в связи с этим, носителями функции полезности;
- имеют измеряемое количественное выражение: массу, объем, плотность, концентрацию, интенсивность, мощность, стоимость;

- при изменениях во времени подчиняются фундаментальным законам сохранения.

**Ресурсы естественные** (природные) – важнейшие компоненты окружающей человека естественной среды, используемые для удовлетворения материальных, энергетических и культурных потребностей общества (ресурсы животного мира, земельные, лесные, водные, рекреационные, эстетические и др.).

**Природные ресурсы** – это объекты и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности используются или могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности или для обеспечения духовных потребностей общества.

По своей материальной сущности природные ресурсы – часть географической среды, совокупность природных условий существования и деятельности человека.

Они весьма разнообразны, в том числе и по возможностям их применения в быту. Большинство ресурсов – это, прежде всего, ресурсы для живой природы, а не только для человека. Кроме того, с экологической точки зрения по отношению к живой природе значительная часть ресурсов недр, используемых человеком (уголь, нефть, ртуть, уран и др.), не может считаться ресурсами, так как при этом искажается функция их биологической полезности.

**Ресурсы литосферы** – это полезные ископаемые, земельные и почвенные ресурсы.

### **Классификация ресурсов литосферы**

#### • **Почвенно-земельные**

- *почва* – естественное образование, возникшее в результате взаимодействия организмов, атмосферного воздуха, природных вод, геологических пород в условиях различной широты местности, климата, рельефа, характера растительности;
- *подпочва (грунты) и горные (материнские) породы* – слои литосферы, лежащие ниже горизонта почвообразования или выходящие на поверхность, но лишенные явных признаков жизни. Служат субстратом для почвообразования на суше и ареной жизни на дне океана;

- *криогенные субстраты* – ледники и многолетняя мерзлота северных широт и высокогорий.
- **Геоморфологические**
  - *геоморфологические структурные ресурсы* – условия ведения хозяйства, связанные с геоморфологическим положением местности;
  - *геоморфологические пространственные ресурсы* – условия ведения хозяйства, возникающие в связи с особым географическим положением.
- **Минеральные ресурсы**
  - *металлические руды*;
  - *неметаллические руды*;
  - *нерудные ископаемые* – полезные включения, не сосредоточенные в определенной горной породе или очень рассредоточенные в ней.

#### **2.7.4 Почвенные минеральные ресурсы и недра Беларуси, их использование**

**Минеральные ресурсы** – это полезные ископаемые, которые извлекаются из недр земли.

Под *полезными ископаемыми* понимают природные минеральные вещества земной коры, которые могут быть применены в хозяйстве в натуральном виде и после предварительной переработки.

**Минеральные ресурсы** – это учтенные запасы месторождений полезных ископаемых (рудных и нерудных), отложенные поверхностно и в водах озер, морей (соль, россыпи), используемые народным хозяйством.

Использование минеральных ресурсов в настоящее время постоянно растет, практически используется около 200 видов минерального сырья.

**Минеральное сырье** – это основная база для производства промышленной продукции.

В мире каждый год из недр извлекают свыше 100 млрд. т различного минерального сырья и топлива.

**Недра** – верхняя часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

Из недр добывают энергетические ресурсы (нефть, газ, уголь), сырье для химической промышленности, калийную и каменную соль, строительные материалы, минеральные и термальные воды.

Кодексом Республики Беларусь о недрах установлена следующая **классификация ресурсов недр:**

**1. Полезные ископаемые, исходя из их физических и технологических свойств,** подразделяются на:

- *рудные* – самородные металлы; руды черных, цветных, редких, радиоактивных металлов, редкоземельных элементов;
- *нерудные:*
  - каменная и калийные соли, гипс, фосфориты, давсонит;
  - природные строительные материалы (песок, гравий, глинистые породы, мел, мергель, известняк, доломит, строительный и облицовочный камень);
  - драгоценные, поделочные и технические камни;
  - иные полезные ископаемые, не отнесенные к рудным или горючим полезным ископаемым, подземным водам;
- *горючие:*
  - твердые – бурый уголь, горючие сланцы, торф;
  - жидкие – нефть и газовый конденсат;
  - газообразные – природный газ, нефтяной попутный газ.
- *подземные воды.*

**2. Полезные ископаемые, исходя из их экономического значения,** подразделяются на:

- *стратегические полезные ископаемые:*
  - горючие полезные ископаемые: нефть и газовый конденсат, природный газ, бурый уголь, горючие сланцы;
  - рудные полезные ископаемые: железные руды, бокситы, урановые руды, титан, медь, молибден, цирконий, тантал, ниобий, бериллий, литий; руды редкоземельных элементов (гадолиний, гольмий, диспрозий, европий, иттербий, лантан, лютеций, неодим, празеодим, прометий, самарий, тербий, тулий, церий, эрбий); драгоценные металлы (золото, серебро, платина, палладий);
  - нерудные полезные ископаемые: калийные соли; драгоценные и поделочные камни (алмазы, рубины, уникальные янтарные образования); особо чистый жильный кварц и горный хрусталь; давсонит; мел, мергель, трепел, глина, используемые для производства цемента.

К стратегическим полезным ископаемым могут быть отне-

сены и иные полезные ископаемые в соответствии с законодательными актами.

- *общераспространенные полезные ископаемые:*
  - песок (кроме песка, используемого в качестве формовочного, для производства стекла, фарфоро-фаянсовых изделий, огнеупорных материалов, цемента);
  - песчано-гравийно-валунный материал;
  - глина, суглинок, супесь (кроме огнеупорных, тугоплавких, формовочных, красочных, бентонитовых, кислотоупорных и каолина, а также используемых для производства фарфоро-фаянсовых изделий, цемента);
  - мел (кроме мела, используемого для производства цемента, стекла, резины, в химической промышленности);
  - доломит (кроме пильного, облицовочного, а также используемого для производства стекла, в металлургической и химической промышленности);
  - мергель (кроме мергеля, используемого для производства цемента);
  - магматические, вулканические и метаморфические породы (строительный камень), кроме облицовочного камня и пород, используемых для производства декоративных изделий, огнеупорных и кислотоупорных материалов, минеральной ваты и каменного литья;
  - торф и сапропели.

К общераспространенным полезным ископаемым могут быть отнесены и иные полезные ископаемые в соответствии с законодательными актами.

- *полезные ископаемые ограниченного распространения* – полезные ископаемые, не отнесенные в соответствии с настоящим Кодексом и иными законодательными актами к стратегическим, общераспространенным полезным ископаемым или подземным водам;
- *подземные воды.*

Подземные воды по своему составу, свойствам и целевому назначению подразделяются на:

- пресные воды;
- минеральные воды;
- минерализованные промышленные воды;
- воды месторождений полезных ископаемых.

**Геотермальные ресурсы недр** включают в себя ресурсы геотермальных вод и петрогеотермальные ресурсы, аккумулярованные в блоках нагретых, практически безводных горных пород. К ресурсам геотермальных вод относятся тепловая и иные виды ассоциированной с геотермальными водами энергии.

**Подземные пространства** включают в себя естественные или искусственно созданные полости недр, которые используются или могут быть использованы в целях:

- размещения, строительства и (или) эксплуатации:
  - тоннелей, подземных транспортных коммуникаций и иных подобных сооружений, предназначенных для осуществления транспортной деятельности, размещения и эксплуатации линейно-кабельных сооружений электросвязи и иных подземных сооружений;
  - хранилищ;
  - объектов военной инфраструктуры и гражданской обороны;
  - объектов социальной, производственной, инженерной инфраструктуры и учреждений здравоохранения;
  - объектов хранения и захоронения отходов;
- археологических и иных исследований.

**Ресурсная геоэкологическая функция литосферы** определяет роль минеральных, органических и органоминеральных ресурсов, геологического пространства литосферы для жизнедеятельности биоты и человеческого общества. Она включает в себя:

- минеральные ресурсы литосферы, необходимые для жизни биоты;
- минеральные ресурсы, необходимые для человеческого общества как социальной структуры;
- ресурсы геологического пространства – площадные и объемные ресурсы литосферы, необходимые для расселения и существования биоты, включая человека как биологический вид и человечество как социальную структуру.

Первые два аспекта связаны с изучением и оценкой минеральных, органических и органоминеральных ресурсов литосферы, в том числе и подземных вод. Последний вид ресурсов обусловлен геоэкологической емкостью геологического пространства, охватывающего приповерхностную часть литосферы в площадном и объемном измерении.

**Ресурсы литосферы, необходимые для жизни биоты, включая человека как биологический вид, представлены составляющими:**

- горными породами, включающими в себя растворимые элементы, жизненно необходимые организмам и называемые биогенными элементами (углерод, кислород, азот, водород, кальций, фосфор, сера, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, Cl, V, Ca);
- кудюритами – минеральными веществами кудюров (это глины, которые обычно выбирают животные в качестве пищевых добавок), являющихся минеральной пищей животных;
- подземными водами.

Минеральные ресурсы, необходимые для жизни и деятельности человеческого общества, относятся к категории исчерпаемых ресурсов и группе невозобновляемых, за исключением пресных подземных вод.

Особенно важную роль они играют в социально-экономическом развитии человеческого общества. По сути, минеральные ресурсы являются базисом пирамиды, отражающей социально-экономические и геоэкологические проблемы развития материальной основы современного общества. Эти проблемы взаимосвязаны между собой и в сумме определяют роль ресурсной функции литосферы (состояние ее минерально-сырьевой базы) в функционировании геосистем высокого уровня организации.

В настоящее время из недр извлекается около 200 видов полезных ископаемых, включающих все элементы таблицы Д.И. Менделеева, а годовой объем мировой добычи минерального сырья достигает порядка 17...18 млрд т. горной массы в год. По прогнозам некоторых экономистов запасы многих видов минерального сырья иссякнут к 2050 г.

**Геоэкологическое значение подземных вод** определяется объемами и направлениями их использования. Основными из них являются: хозяйственно-питьевое водоснабжение, техническое водоснабжение, орошение земель, обводнение пастбищ, лечебное (использование минеральных вод в бальнеологических целях), геотермальные (использование геотермальных вод для отопления и получения электроэнергии), промышленное (использование подземных вод для извлечения ряда полезных компонентов: йода, брома, бора, лития, стронция, поваренной соли и др.).

Рассматривая геологическое пространство как ресурс, необходимый для расселения и существования биоты, можно констатировать,

что и здесь его резервы лимитированы. В настоящее время на нашей планете освоено 56 % поверхности суши.

**Размещение минеральных ресурсов по планете** связано с различиями в тектонических процессах, условиями их образования в прежние геологические эпохи. Древние горы богаче полезными ископаемыми. В горах и древних щитах на материках находятся рудные полезные ископаемые. В осадочных породах предгорных прогибов и платформ, в межгорных впадинах находятся месторождения нефти, природного газа, угля.

К настоящему времени все ископаемые вещества (твердые, жидкие и газообразные) и геотермальная энергия сосредоточены в верхних частях земной коры.

Среднее содержание химического элемента в земной коре называется **кларком** данного **вещества**. Более 99 % массы земной коры составляют кларки восьми элементов: кислород – 47 %; кремний – 29,6 %; алюминий – 8,1 %; железо – 4,7 %; кальций – 3 %; натрий – 2,5 %; калий – 2,5 %; магний – 1,9 %.

Большие запасы железорудного сырья сконцентрированы в США, России, Индии, КНР, Латинской Америке. Крупные запасы алюминиевого сырья расположены во Франции, США, Индии, России, а свинцово-цинкового – в Канаде, Австралии, США.

Основная доля мировых угольных ресурсов сосредоточена в Северной Америке, Европе и Азии, крупнейшие угольные бассейны – в России, США, Германии.

Нефтегазоносные ресурсы в основном сосредоточены в Северной Америке, Азии, Африке.

В недрах Беларуси имеется 30 видов минерального сырья. Важнейшие из них – соль, торф, строительные материалы, нефть.

Актуальное значение имеет использование сапропелевых ресурсов. По предварительным оценкам, в Беларуси выявлено более 1900 залежей сапропелей с общими запасами около 2,6 млрд. м<sup>3</sup>.

Месторождения железных руд выявлены в пределах Белорусского кристаллического массива.

Страна богата нерудными полезными ископаемыми: гранитами, доломитами и доломитизированными известняками, мергелем и мелом, легкоплавкими и тугоплавкими глинами, песчано-гравийными материалами.

На балансе полезных ископаемых Республики Беларусь числятся

3 месторождения строительного камня с промышленными запасами свыше 560 млн. м<sup>3</sup>.

Кроме того, недра Беларуси перспективны на обнаружение фосфоритов, медной руды, титана, циркония, алмазов, ртути, янтаря, графита, гипса, силицитов, редкоземельных элементов.

В течение последних десятилетий в большинстве стран мира в связи с расширением масштабов производства имеет место рост суммарного потребления минеральных ресурсов и потребления их на душу населения, увеличиваются темпы роста добычи и использования.

Запасы довольно динамичны, их размеры меняются в процессе развития науки и техники, при разведке и разработке все новых месторождений полезных ископаемых, рациональном их использовании.

Изменения в географии добычи и потребления сырья, динамика цен на мировом рынке оказывают значительное влияние на социально-экономическую ситуацию в отдельных странах.

## 2.8 БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПЛАНЕТЫ

Важнейшей составляющей среды обитания человека являются **природные ресурсы** – растения, животные, грибы, водоросли, бактерии, а также их совокупности – сообщества и экосистемы (леса, луга, водные экосистемы, болота и др.).

**Биологические ресурсы** – это объекты природы, которые использует человечество в первоначальном виде, а также применяет для создания материальных благ.

К биологическим ресурсам относятся природные источники получения необходимых человеку материальных благ (пищи, сырья для промышленности, материала для селекции культурных растений, сельскохозяйственных животных, микроорганизмов, для рекреационного использования), без которых невозможно представить наше существование. Они представляют собой основу и залог жизнедеятельности и нормального функционирования организма человека.

К биологическим ресурсам относятся также организмы, окультуренные человеком: культурные растения, домашние животные, использующиеся в промышленности и сельском хозяйстве штаммы бактерий и грибов.

**Биологические ресурсы** являются одновременно и компонентами природных систем – они образуют среду. Неумеренное воздей-

ствии на отдельные виды и их среду приводит к дисбалансу всей системы. Тогда мы говорим о расстроенных экологических комплексах и нарушенной окружающей среде.

Таким образом, все живые организмы на планете Земля, такие как животные, растения, грибы, бактерии, водоросли, а также целые экосистемы составляют богатство биологических ресурсов.

В связи с этим **биологические ресурсы** разделяют на **виды**:

- *растительные;*
- *животные;*
- *водные.*

За счет способности всех живых организмов к размножению *все виды биологических ресурсов являются возобновляемыми*, а их количество и разнообразие на территории одной страны считаются показателем ее обеспеченности и благополучия.

Человек неразрывно связан с живой природой. Кажущаяся его самостоятельность, изолированность от природы на самом деле лишь следствие того, что человек в процессе эволюции вышел за пределы ее ресурсного цикла. Однако *природа проживет и без человека, человек же без природы погибнет*. Именно в этом значение **природных биологических ресурсов**.

Главными биологическими ресурсами являются ресурсы растительного и животного мира.

Наиболее востребованными являются запасы животного и растительного происхождения, так как они составляют основу нашего рациона питания и быта. Для поддержания их количества в норме используют сельскохозяйственные растения и домашних животных, специально выращенных человеком на фермах, т.е. потребность в пищевых ресурсах человек обеспечивает главным образом за счет того, что выращивает различные сорта культурных растений и разводит домашних животных. Этим занимаются такие отрасли сельского хозяйства, как растениеводство, включая полеводство, плодоводство, луговоеводство, овощеводство, бахчеводство, лесоводство, цветоводство, и животноводство – звероводческий, рыбный и другие виды промысла. Благодаря этим отраслям, человек обеспечивает себя пищей, а промышленность – растительным и животным сырьем.

**Растительные биологические ресурсы** часто используются в качестве сырья для промышленного производства, для изготовления мебели, стройматериалов, тканей и многого другого, но главная их роль в нашей жизни состоит в том, что они являются источником кислорода и первым звеном в природных пищевых цепочках. Растительные ресурсы представлены культурными и дикорастущими растениями.

**Ресурсы животного мира** также являются составной частью биосферы. Это жизненно важный ресурс.

Растения и бактерии служат также источником для производства лекарственных средств, необходимых человеку для поддержания здоровья в нормальном для жизни состоянии.

Большое значение имеют **водные биологические ресурсы**. Благодаря им мы имеем пищу в виде рыбы и других морепродуктов, стройматериалы, такие как мел, известь, песок, а также соль и морские минералы.

На сегодняшний день наибольшим количеством биологических ресурсов обладают Австралия и Канада, т.к. на их территории зафиксировано наибольшее количество природных экосистем. Леса, луга, болота и водные экосистемы являются местами существования самых разных видов животных и растений, необходимых для питания и промышленного производства в этих странах и во всем мире.

### **2.8.1 Флора и фауна – основные компоненты и генофонд биосферы**

**Флора** – исторически сложившаяся совокупность видов растений, распространённых на определенной территории или на территории с определёнными условиями (“флора болот”) в настоящее время или в прошедшие геологические эпохи.

На практике под выражением “Флора территории” нередко понимают не все растения данной территории, а только сосудистые растения. Растения других групп, как правило, рассматриваются отдельно в силу особенностей методики сбора и определения. Комнатные растения, растения в оранжереях и других сооружениях с искусственным климатом не входят в состав флоры.

Раздел ботаники, занимающийся изучением флоры, называется **флористикой**.

Термин “флора” (“микрорфлора”) используется и для описания совокупности микроорганизмов, характерных для определённого органа человека или животного, например “флора кишечника”.

Растительность – возобновляемый природный ресурс. На планете существует около 500 тыс. видов растений. Их разнообразие в значительной степени зависит от человека. В результате непродуманной хозяйственной деятельности уже уничтожено около 30 тыс. видов растений и 25 тыс. находится под угрозой исчезновения.

***Растения играют определяющую роль в жизни человека:***

- являются источником пищевых продуктов, лекарственного, химического сырья, строительных материалов;
- формируют состав атмосферы, обогащая ее кислородом и поглощая избыток углекислого газа;
- выполняют санитарно-гигиеническую (защитную) роль, поглощая до 72 % атмосферной пыли, загрязнителей различного происхождения и снижая уровень шума на 8...10 дБ;
- их используют в селекции новых сортов сельскохозяйственных растений в качестве доноров полезных признаков;
- определяют климат планеты и микроклимат местности;
- участвуют в образовании естественных фитоценозов (лугов, пастбищ);
- служат средой обитания для животных;
- обеспечивают защиту почв и вод от загрязнения и эрозии;
- имеют гигиеническое (оздоровительное), рекреационное, эстетическое значение.

***Естественный растительный покров Беларуси*** занимает около 70 % территории республики и представлен лесными, луговыми и болотными сообществами. Всего в современной флоре Беларуси по последним данным насчитывается около 12 тыс. видов растений и грибов. Наиболее многочисленные классы – это грибы (более 7000 видов) и водоросли (2232 вида). К наиболее изученным систематическим группам растений относятся сосудистые растения – 1680 видов, мохообразные – 442 вида и лишайники – 477 видов.

Природная флора является ценным источником пищевого, лекарственного и технического сырья. Свыше 500 видов растений обладают полезными свойствами и используются в народном хозяйстве. Общий биологический запас сырья этих растений в Республике Беларусь составляет около 1 млн. т, однако реально используется всего 1...2 % видов растений. Значительная часть полезных растений – черника, голубика, клюква, рябина красная, калина, брусника – сосредоточена в лесах, которыми покрыто около 35,5 % территории Беларуси. Лес также

является источником древесины, выполняет экологические, рекреационные и оздоровительные функции.

Развитие производительных сил, приводящее к увеличению нагрузки на окружающую среду, является основной причиной исчезновения отдельных видов растений. За последние 100 лет из состава флоры Беларуси выпало 46 видов сосудистых растений, 214 видов находятся под угрозой исчезновения, поэтому включены в Красную книгу и охраняются на национальном уровне.

Инвазийные (заносные, или виды-интервенты) и интродуцированные (акклиматизированные) виды являются объектами повышенной опасности для природной флоры. Сейчас инвазийных видов растений во флоре страны насчитывается более 300. Число их постоянно увеличивается в связи с ведущей тенденцией современного развития флоры, связанной с деятельностью человека. Наибольшее разнообразие инвазийных видов растений наблюдается в крупных промышленных городах. В настоящее время эти виды играют ограниченную роль в изменении растительных сообществ, хотя некоторые из них (например, борщевик Сосновского) доминируют в отдельных сообществах, активно вытесняя аборигенные виды природной флоры Беларуси.

**Фауна** – исторически сложившаяся совокупность видов животных, обитающих в данной области и входящих во все её биогеоценозы.

Домашние животные, животные в зоопарках и т.п. не входят в состав фауны.

В понятие фауны вкладывается как систематическое, так и географическое содержание, поэтому принцип ограничения бывает географическим (фауна острова Куба, фауна Евразии и т.д.) и систематическим (фауна птиц – орнитофауна, фауна насекомых – энтомофауна, фауна рыб – ихтиофауна и т.д.). Последнее обстоятельство связано с тем, что на практике невозможно получить полный список видов данной территории по причине как огромного их разнообразия, так и недостатка специалистов-систематиков.

Существенным признаком любой фауны является экологическая природа составляющих её видов. Например, для фауны тропических территорий характерно большое количество видов, приспособленных к обитанию на деревьях и связанных с ними трофическими отношениями; для фауны степных территорий характерно преобладание бегущих и роющих животных, впадающих в спячку, животных, питающихся жёсткой травой и злаками и пр.

Одним из основных показателей фауны является доля эндемиков. Она показывает степень изолированности и возраст фауны.

Виды, отличающиеся сходным распространением, группируются в географические элементы фауны.

**Виды (фауны):**

- *автохтонные* – элементы фауны, возникшие в пределах изучаемой территории;
- *аллохтонные* – виды, попавшие на данную территорию в результате расселения из других центров.

**Животный мир** является источником пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, племенным материалом для звероводства и **выполняет следующие экологические функции:**

- *средозащитная* (сохранение экологического равновесия);
- *участие в процессах биологического круговорота;*
- *содействие опылению, распространению растений, повышению плодородия почв;*
- *рекреационная.*

Животный мир – один из важнейших биологических ресурсов. Велико средообразующее значение диких животных, обеспечивающих плодородие почв, чистоту вод, опыление цветковых растений, трансформацию органического вещества в природных и антропогенных экосистемах. Все более значима становится роль животных как индикаторов качества и динамики окружающей среды. Неоспоримо и их значение как источника эстетического и психоэмоционального климата, необходимого для нормального существования человека.

Большее значение в биогеоценозах имеет самый разнообразный и многочисленный класс животных – насекомые (или членистоногие). Они опыляют растения, служат кормом для рыб, птиц и зверей, участвуют в формировании почв, разложении отмершего органического вещества и т.д. Комары служат кормом для рыб, птиц и даже растений.

Животный мир является неотъемлемым элементом природной среды и биологического разнообразия, важным регулирующим и стабилизирующим компонентом экосистем.

**Разнообразие животного мира Беларуси** в настоящее время представлено 467 видами позвоночных животных и более 30 тыс. видов беспозвоночных животных различных групп. Фауна млекопитаю-

щих насчитывает 76 видов, принадлежащих к 6 отрядам. Из парнокопытных самые крупные – лось, благородный олень, дикий кабан и уникальный беловежский зубр. В числе самых крупных хищников – бурые медведи и волки. К хищным также относятся: европейская рысь, лисица, барсук, европейская выдра, лесная и каменная куницы, европейская норка, горностай, ласка и акклиматизированные в XX в. уссурийская енотовидная собака, американская норка и енот-полоскун из Северной Америки. Среди позвоночных животных наибольшим разнообразием отличаются птицы, число видов которых в 2 раза превышает число видов млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных нашей страны вместе взятых. За все время исследований фауны отмечено 309 видов птиц, 3 из которых – стрепет, саджа и дрофа – считаются исчезнувшими. В то же время в последние 55 лет вновь появились на гнездовании ранее исчезнувшие большой баклан, лебедь шипун и серый гусь. Уже в текущем столетии впервые зарегистрирована желтая цапля, погоньш-крошка, полярная овсянка, более чем через 100 лет после последней встречи отмечена каравайка, через 92 года – колпица. Из пресмыкающихся встречается по три вида ящериц и змей, а также один вид черепах. По территории Беларуси проходит северная граница распространения болотной черепахи. Из амфибий обитает 2 вида тритонов и 11 видов отряда бесхвостых. Границу ареала на территории Беларуси имеют краснобрюхая жерлянка, обыкновенная квакша и камышовая жаба. В составе ихтиофауны 59 видов рыб (из которых 45 относится к аборигенным, остальные завезены для акклиматизации и разведения) и 5 видов круглоротых. В Беларуси в результате неконтролируемого расселения акклиматизировано 4 вида животных: американская норка, енотовидная собака, енот-полоскун, ондатра и 14 видов рыб.

Ряд представителей фауны республики имеют ресурсное значение и используются в хозяйственной деятельности. В настоящее время к ресурсным видам животных из позвоночных относят 19 видов млекопитающих, 30 видов птиц и 1 вид рептилий, а из беспозвоночных 2 вида – узкопалый рак и виноградная улитка. Важное хозяйственное значение имеют промыслово-охотничьи виды животных: лось, кабан, косуля, олень, волк, два вида зайцев, бобр, ондатра. Из птиц – массовые виды водоплавающих, глухарь, тетерев, в некоторых хозяйствах – серая куропатка, рябчик, вальдшнеп.

**Велико значение растительности и животного мира в жизни человека.** Они служат источником пищевых продуктов, технического

и лекарственного сырья, строительных материалов. Флора и фауна используются при выведении новых пород животных и сортов растений, для улучшения качества имеющихся домашних и культурных форм. Общеизвестно эстетическое значение растений и животных. Они служат объектом научных исследований, в том числе медицинских, в области биотехнологии.

Вместе с тем, среди растений и животных есть вредители сельскохозяйственных растений и сорняки на обрабатываемых землях и пастбищах, возбудители заболеваний. Некоторые виды животных участвуют в поддержании природно-очаговых заболеваний человека, являются прокормителями кровососущих паразитов. В отдельных местах приходится бороться с зарастанием водоемов высшей водной растительностью, массовым развитием водорослей в них, следствием чего является дефицит кислорода, заморы рыб, появление в воде токсических веществ, ухудшение качества воды, нарушение круговорота веществ. Имеются виды растений и животных, создающие биологические помехи в судоходстве, при водопользовании и водоснабжении – эксплуатации гидротехнических сооружений и водоводов вследствие жизнедеятельности обрастателей, древоточцев, камнеточцев.

Оценивая отдельные виды растений и животных, следует иметь в виду то, что значение каждого из них разностороннее и может меняться в зависимости от местообитания, времени года, численности, характера хозяйственной деятельности человека. Для определения степени вреда и пользы тех или иных видов необходим тщательный учет условий их обитания, знание конкретного значения видов в жизни природы и хозяйстве человека.

*Отношение человека к разным видам животных и растений должно основываться на принципе:* каждый вид обладает уникальным генофондом, имеет или может иметь в будущем определенное положительное значение. Поэтому уничтожение какого-либо вида животных или растений является недопустимым без особых для этого оснований.

Биологические ресурсы как совокупность живых организмов являются генофондом планеты.

**Генофонд** – совокупность генов, которые имеются у особей, составляющих данную популяцию.

**Генофонд биосферы** – вся совокупность видов ныне живущих на Земле живых организмов с их проявившимися и потенциальными затками.

Органический мир Земли образован совокупностью видов животных, растений, грибов, микроорганизмов. Каждый компонент органического мира взаимосвязан с другим, справедлив закон “все связано со всем”. Изменение, а тем более уничтожение, одного из компонентов системы влечет за собой изменение, а в предельном случае гибель, всей системы. Все это делает необходимым осуществление специальных природоохранных мероприятий, направленных на защиту всех живых организмов, сохранению биоразнообразия на планете.

*Главная задача охраны природы – охрана генофонда.*

### **2.8.2 Лес, его роль в биосфере**

**Лес** входит в состав разнообразного растительного мира и представляет особую ценность. Это природный комплекс, состоящий из древесных растений одного или многих видов, растущих близко друг от друга, образующих сравнительно сомкнутый древостой, и множества других организмов вместе с почвами, подпочвами, поверхностными водами и прилежащим слоем атмосферы.

Лес представляет собой природную систему, состоящую из взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов, которая характеризуется динамическим равновесием, устойчивостью, авторегуляцией, высокой способностью к восстановлению и обновлению, особым балансом энергии и веществ, динамичностью процессов с тенденциями к их стабильности, географической обусловленностью.

**Структуру леса**, как систему, можно представить следующим образом: *лес как часть биосферы – природнозональные подразделения леса – лесной массив – биогеоценоз (экосистема) – насаждение (лесной фитоценоз) – подразделения насаждения.*

**Одна из важнейших функций леса**, как и растительности в целом, – **продуцирование органического вещества**. Скопление биомассы в лесах достигает  $10^{17} \dots 10^{18}$  г, что в 5...6 раз превышает биомассу травянистой растительности. Леса – самые продуктивные биомы на Земле, благодаря ярусной структуре и эффективному использованию солнечного света. Хвойная тайга дает в год от 400 до 2000 г сухой массы на  $1 \text{ м}^2$ , листопадный лес – от 3000 до 6000 г/м<sup>2</sup>, влажный тропический лес – 1000...5000 г/м<sup>2</sup>.

Как экологическая система, лес выполняет различные функции и является незаменимым природным ресурсом. Лес является источником таких природных ресурсов, как древесина, техническое сырье, минеральное сырье, лекарственное сырье, пищевые продукты.

### **Экологические функции леса:**

- *средозащитная* (сохранение экологического равновесия);
- *климаторегулирующая*;
- *водоохранная и водорегулирующая*;
- *почвозащитная*;
- *санитарно-гигиеническая*;
- *рекреационная*.

Многочисленные исследования подтвердили исключительное значение лесов в сохранении экологического равновесия в природной среде. По мнению специалистов, значение средозащитной функции леса, т.е. сохранность генофонда флоры и фауны, на порядок выше их экономического значения как источника сырья и продуктов.

**Влияние лесов на окружающую природную среду** многообразно. Оно проявляется в том, что леса:

- являются основным поставщиком кислорода на планете;
- непосредственно влияют на водный режим как на занятых ими, так и на прилегающих территориях, и регулируют баланс воды;
- снижают отрицательное воздействие засух и суховеев, сдерживают движение подвижных песков;
- смягчая климат, способствуют повышению урожаев сельскохозяйственных культур;
- поглощают и преобразовывают часть атмосферных химических загрязнений;
- защищают почвы от водной и ветровой эрозии, селей, оползней, разрушения берегов и других неблагоприятных геологических процессов;
- создают нормальные санитарно-гигиенические условия, благотворно влияют на психику человека, имеют огромное рекреационное значение.

Значение леса беспредельно. Леса – важное и наиболее эффективное средство поддержания естественного состояния биосферы и незаменимый фактор культурного и социального значения. Позитивная экологическая роль леса отражена в девизе Международного конгресса лесоводов (Индия): “Лес – это вода, вода – урожай, урожай – жизнь”.

По своему значению, местоположению и выполняемым функциям все леса подразделяют на три группы:

1. *Леса, выполняющие защитные экологические функции* (водоохранные, полезащитные, санитарно-гигиенические, рекреационные). Эти леса строго охраняются, особенно лесопарки, городские леса, особо ценные лесные массивы, национальные природные парки. В лесах этой группы допускаются только рубки для ухода за лесом и санитарные рубки деревьев.

2. *Леса, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение*. Распространены они в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей. Сырьевые ресурсы лесов этой группы недостаточны, поэтому, чтобы сохранить их защитные и эксплуатационные функции, требуется строгий режим лесопользования.

3. *Эксплуатационные леса*. Распространены они в многолесных районах и являются основным поставщиком древесины. Заготовка древесины должна осуществляться без изменения естественных биотопов и нарушения естественного экологического равновесия.

Принадлежность леса к той или иной группе определяет режим лесопользования, который должен вестись на строго научной основе с соблюдением основных принципов максимального сбережения природных экосистем и рационального использования лесных ресурсов.

### **2.8.3 Роль биоресурсов в круговороте веществ, преобразовании и аккумуляции энергии**

Растения и животные играют большую роль в биосфере и для человека. Растения создают необходимую среду для жизни людей, служат неиссякаемым источником пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов и т.п. Именно растения являются первичным звеном в пищевых природных цепях, а следовательно, представляют собой первичное звено (продуценты) по отношению к животному миру (консументы).

Растения являются биоэнергетической основой для существования животных и человека. Главная функция растений заключается в способности образовывать органическое вещество из неорганических веществ, используя лучистую энергию Солнца в процессе фотосинтеза, благодаря чему человек и животные получают первичную биологическую продукцию. За один год растения океана и суши усваивают  $5 \cdot 10^{10}$

т углерода, разлагают  $1,3 \cdot 10^{11}$  т воды, выделяют  $1,2 \cdot 10^{10}$  т молекулярного кислорода, синтезируя около 18177 млрд. т органических веществ, в которых запасено  $3 \cdot 10^{10}$  кДж солнечной энергии в виде химических связей продуктов фотосинтеза.

Велика роль растений в природе, в первую очередь, благодаря их свойству осуществлять процесс фотосинтеза. Усваивая в процессе фотосинтеза двуокись углерода, воду, минеральные компоненты (азот, фосфор и др.), растения образуют органические вещества – источник пищи и энергии всех живых организмов и выделяют кислород. Кислород нашей планеты является производным жизнедеятельности автотрофных организмов. Растительность, прежде всего лес, играет климатообразующую, водоохранную, почвозащитную роль. Растения и животные играют важную роль в миграции химических элементов, в поддержании существующих в природе взаимосвязей. Большое значение они имеют в формировании ландшафтов, образовании почвы и коры выветривания. При участии растений и животных формируется химический состав вод, возникает особая приземная атмосфера.

Жизнь растений и животных тесно связана друг с другом. Одни животные являются опылителями растений (многие насекомые, некоторые птицы – колибри, нектарницы, цветочницы, отдельные виды летучих мышей), другие – переносчиками их семян. Значительное число растений совсем не могло бы существовать без животных, так как без их помощи растения не могут опыляться или расселяться. Растительные животные поедают растения, способствуя этим улучшению или, наоборот, ухудшению (при перевыпасе) растительного покрова. Есть, однако, животные (насекомые и др.), вызывающие у растений заболевания и повреждения, нередко приводящие к гибели растений.

От характера растительности и животного мира во многом зависит характер биогеоценоза, его морфологическая и функциональная структура, биогеоценотическая деятельность его компонентов. Все это определяет ту большую роль, которую они играют в природных биогеоценозах (экосистемах). Участвуя в круговороте веществ в природе, влияя на состояние и развитие ее компонентов, растения и животные играют большую роль в жизни биосферы и особенно в поддержании “системы динамического равновесия” в живой природе.

Особая роль животных в биосфере определяется их большой подвижностью и разнообразием. Известно более 2 млн. видов животных (в то время как растений около 500 тыс.), что важно для устойчивого

функционирования основного процесса биосферы – биотического круговорота веществ и распределения энергии. Животные в этом процессе выполняют функции консументов – потребителей 1-го порядка (растительноядные виды), консументы 2-го порядка – хищные виды.

В процессе эволюции каждый вид животных адаптировался к определенным экологическим факторам среды обитания, важнейшим из которых является поиск источника пищи. В результате один вид использует лишь часть растений, а остаток употребляют другие виды. Так складываются сложнейшие трофические цепи, последовательно извлекающие вещества и энергию из фотосинтезирующих растений. Утрата хотя бы одного звена из этой цепи приводит к нарушению экологического баланса.

## **2.9 БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ НЕПРЕРЫВНОСТИ БИОЦЕНОЗА**

### **2.9.1 Понятие биологического разнообразия**

**Биологическое разнообразие** – это разнообразие всего живого на Земле – от генов до экосистем.

В его основе лежит видовое разнообразие. Оно включает миллионы видов животных, растений, микроорганизмов, живущих на нашей планете. Однако биоразнообразие охватывает и всю совокупность природных экосистем, которые слагаются этими видами. Поэтому *под биоразнообразием следует понимать разнообразие организмов и их природных сочетаний.*

На основе биоразнообразия создается структурная и функциональная организация биосферы и составляющих ее экосистем, которая определяет их стабильность и устойчивость к внешним воздействиям.

Понятие биологического разнообразия относится к различным уровням организации живого – молекулярно-генетическому, популяционно-видовому, таксономическому (от “таксономия” – систематика) и ценотическому (от “ценоз” – сообщество). Каждый последующий из названных уровней включает предыдущий.

Биологическое разнообразие образует биоту Земли, представленную как самой совокупностью организмов и видов, так и структурой

их распределения по сообществам (биоценозам) и самими сообществами как основными структурными единицами биосферы.

На защиту и сохранение разнообразных видов животных и растений и их среды обитания направлена **Конвенция Организации Объединенных Наций о биологическом разнообразии** (1992 г.), к которой присоединились 190 стран.

Согласно Конвенции о биологическом разнообразии, “**Биологическое разнообразие**” означает вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются. Это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем (рисунок 10).

#### Иерархия экологических систем

**Биосфера:** глобальное разнообразие экосистем; глобальное разнообразие видов

**Комплекс территориально сопряженных экосистем:**  
разнообразие экосистем

**Экосистема:**  
разнообразие видов,  
сообществ и биотопов

**Экологическое сообщество:**  
разнообразие видов  
(ценопопуляций)  
и связи между ними



**Вид:** разнообразие популяций,  
внутривидовых форм и подвидов

**Популяция:** разнообразие особей внутри популяции, генетическое разнообразие; разнообразие компонентов структуры популяции

**Организм**

**Рисунок 10 – Основные уровни биологического разнообразия**  
(показаны иерархии экологических и популяционно-видовых систем и внутреннее разнообразие на их уровнях)

Существует три основных типа биоразнообразия:

- **генетическое**, отражающее внутривидовое разнообразие и обусловленное изменчивостью особей;
- **видовое**, отражающее разнообразие живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов);

• **разнообразие экосистем**, охватывающее различия между типами экосистем, средами обитания и экологическими процессами. Разнообразие экосистем отмечается по структурным и функциональным составляющим, а также по масштабу – от биоценоза до биосферы.

**Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны:** генетическое разнообразие обеспечивает разнообразие видов; разнообразие экосистем и ландшафтов создает условия для образования новых видов; повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический потенциал живых организмов биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие, и с этой точки зрения не существует бесполезных или вредных видов.

Биоразнообразие характеризует процесс реальной эволюции, который идет на многих уровнях организации живого. По оценкам ученых, общее число видов живых существ составляет от 5 до 30 млн. Из них в настоящее время описано не более 2 млн. Таким образом, со времен Линнея, попытавшегося создать классификацию живых организмов, количество видов животных и растений, известных науке, возросло с 11 тыс. до 2 млн.

Согласно статистике, сейчас на Земле произрастает примерно 400 тыс. видов растений. **Основные группы растений и грибов** и их численность (количество видов, тыс.) представлены следующим образом:

Бактерии	1,2
Сине-зеленые водоросли (цианобактерии)	2,0
Золотистые водоросли	1,0
Диатомовые водоросли	14...16
Желто-зеленые водоросли	0,3
Бурые водоросли	1,5
Красные водоросли	3,8
Пирофитовые водоросли	1,2
Зеленые водоросли	8,0
Прочие водоросли	1,0
Грибы	40...50
Лишайники	20
Мохообразные	25
Сосудистые споровые	11
Голосеменные	0,6
Покрытосеменные или Цветковые	260
Всего	390,6...400,6

**Животные** – один из ведущих компонентов экологических систем Земли. В настоящее время науке известно (описано) немногим более 1 млн. видов животных, что составляет приблизительно около половины всех существующих на планете.

**Основные группы организмов и их численность** (количество видов, тыс.) представлены следующим образом:

Простейшие	1,5...2,0
Губки	5,0
Кишечнополостные	9,0
Черви	20...25
Моллюски	70...105
Членистоногие	750...1050
В том числе насекомые	1000
Иглокожие	5,0
Оболочники, Полухордовые	1,5...2,0
Хордовые	500
Всего	1510,5...1703,0

Биологическое разнообразие видов максимально среди насекомых и высших растений. По оценкам специалистов, общее количество организмов всех жизненных форм колеблется между 10 и 100 млн. Эти миллионы видов животных и растений поддерживают условия, необходимые для продолжения жизни на Земле.

**Биологическое разнообразие в Беларуси** представлено рисунком 11.



**Рисунок 11 – Биологическое разнообразие в Беларуси**

## 2.9.2 Состояние и значение биологического разнообразия на планете

Биологическое разнообразие сформировалось в результате взаимодействия между биосферой и географическими оболочками Земли – гидросферой, атмосферой и литосферой, состав которых в значительной мере определяется биотой. Именно биота вызвала в свое время переход восстановительной атмосферы в окислительную, что дало импульс эволюционному процессу и появлению новых форм жизни.

По мере того как жизнь завоевывала планету, живые существа приобретали все большее значение как фактор трансформации вещества и энергии. Эффективность этих процессов определяется биологическим разнообразием – функциональной специализацией различных видов и распределением их ролей в сообществах.

Факторами устойчивости самих биологических сообществ (как и любых сложных систем) являются дублирование (в данном случае дублирование экологических ниш, занимаемых разными организмами) и избыточность структурных элементов. Эти факторы в природных условиях обеспечиваются биологическим разнообразием. Как правило, изъятие какого-либо одного вида не приводит к разрушению экосистемы, т.к. функциональные связи удерживаются за счет других видов.

Виды распределены по поверхности планеты неравномерно. Разнообразие видов в естественных средах обитания максимально в тропической зоне и уменьшается с увеличением широты. Самые богатые по видовому разнообразию экосистемы – дождевые тропические леса, которые занимают около 7 % поверхности планеты и содержат более 90 % всех видов. Коралловые рифы и средиземноморские экосистемы также отличаются видовым разнообразием.

Биологическое разнообразие является главным источником удовлетворения многих потребностей человека и служит основой его приспособления к изменяющимся условиям окружающей среды.

**Практическая ценность биоразнообразия** заключается в том, что *это неиссякаемый источник биологических ресурсов*: продукты питания, лекарства, сырье для одежды, производства строительных материалов и т.д.

Естественная растительность является основной базой для получения лекарственных препаратов. Появление синтетических аналогов растительных лекарств стало возможным только благодаря детальному изучению оригинала. Биоразнообразие имеет огромное значение для

организации отдыха человека. Помимо всего, живые организмы обеспечивают нас и духовной пищей.

Виды диких растений и животных являются исчерпаемым, невозполнимым ресурсом, хранилищем бесценного генетического фонда, о всех возможностях использования которого мы и не подозреваем. О полезных свойствах большинства организмов мы знаем очень немного. В активе человечества, например, всего около 150 видов культурных растений, которые находят широкое применение, а из 265 тыс. видов всех растительных организмов только 5 тыс. когда-либо возделывались человеком. В еще меньшей степени учитывается разнообразие микроорганизмов и грибов. В настоящее время насчитывается около 65 тыс. видов грибов. А сколько из них человек использует?

Биоразнообразие обеспечивает генетическими ресурсами сельское хозяйство, составляет биологическую базу для всемирной продовольственной безопасности и является необходимым условием существования человечества. Ряд дикорастущих растений, родственных сельскохозяйственным культурам, имеет большое значение для экономики на национальном и глобальном уровнях. Например, эфиопские сорта калифорнийского ячменя обеспечивают защиту от болезнетворных вирусов, в денежном выражении составляющую 160 млн. дол. США в год. Генетическая устойчивость к заболеваниям, достигаемая с помощью диких сортов пшеницы, в Турции оценивается в 50 млн. дол.

**Биологическое разнообразие определяет** и такое важнейшее свойство жизни, как **поддержание определенных климатических условий окружающей среды, пригодных для жизни**. В первую очередь, диапазона температур, обеспечивающего пребывание воды в жидком состоянии. По современным космогоническим представлениям, между климатическими условиями Земли и соседних планет – Марса и Венеры, где жизнь невозможна, – не существует физических барьеров. Переход климата Земли в климат любой из этих планет может осуществиться в короткий отрезок времени –  $\approx 10$  тыс. лет. Однако за почти 4 млрд. лет истории жизни на Земле этого не произошло по причине того, что альбедо, парниковый эффект и другие важные характеристики климата находятся под контролем глобальной биоты.

Подтверждением этой концепции являются примеры:

- Выбросы неорганического углерода из земных недр в атмосферу компенсируются депонированием этого элемента в составе органических соединений, в осадочных породах, так что содержание  $\text{CO}_2$

в атмосфере сохраняется на относительно постоянном уровне в течение сотен миллионов лет.

- Количественное соотношение в океане атомов углерода, азота, фосфора и кислорода, входящих в состав различных соединений, совпадает с соотношением этих элементов в живом веществе, что указывает на то, что их концентрация обусловлена деятельностью биоты.

- В круговороте воды на суше доминирующая роль также принадлежит биоте: 2/3 осадков определяется транспирацией – испарением воды с поверхности растений.

Стараясь изменить природные условия, человек вступил в конфликт с силами естественной саморегуляции, что губительно сказывается на природных системах и их обитателях. Одним из результатов такого конфликта стало стремительное сокращение биологического разнообразия природных экосистем.

В настоящее время **биологическое разнообразие планеты оскудевает вследствие следующих причин:**

- **Прямое уничтожение экологических систем** – раскорчевка, выжигание и вырубка лесов, распашка степей, осушение болот и пойменных водоемов, а также застройка естественных биотопов населенными пунктами, промышленными предприятиями, прокладка транспортных магистралей и т.д. На месте природных экосистем возникают антропогенные системы. При таком воздействии одновременно уничтожается и экосистемное, и видовое разнообразие.

- **Преобразование исходных экосистем** под влиянием антропогенных воздействий – изменения типов лесов под влиянием рубок (возникновение антропогенных лесных сукцессий) и лесокультурных работ, искусственное облесение открытых пространств, создание полуприродных агроландшафтов (агробiocенозов), увеличение истощенных под влиянием перевыпаса пастбищ и т.д. Преобразованные экосистемы обычно обеднены в видовом отношении.

Таким образом, чрезмерное использование пресной воды, энергетических ресурсов, массовая вырубка леса, современные методы ведения сельского хозяйства и другие виды деятельности человека оказывают разрушительное воздействие на окружающую среду, приводя к сокращению биологического разнообразия. Происходит массовое уничтожение природных экосистем и исчезновение многих видов живых организмов. В настоящее время число видов на Земле стремительно

уменьшается. Природные экосистемы полностью изменены или уничтожены на пятой части суши. Каждый день с лица Земли исчезает около 100 видов живых организмов. Гибель одного вида растений ведет к уничтожению примерно 30 видов мелких животных (прежде всего насекомых и круглых червей – нематод), связанных с ним в процессе питания. На сегодняшний день под угрозой исчезновения находятся более чем 7 тысяч видов животных и почти 60 тысяч видов растений. На Земле осталось немногим более 55 % первоначального лесного покрова, уничтожено почти 10 % коралловых рифов. С 1600 г. зарегистрировано исчезновение 484 видов животных и 654 видов растений. В ближайшие 20...30 лет человечество может потерять около 1 млн. видов. Это будет серьезным ударом по целостности и стабильности нашего природного окружения. Глобальные изменения в атмосфере, такие как разрушение озонового слоя и изменение климата, лишь добавляют проблеме остроты. Почти 60 % экосистем планеты уже не в состоянии выполнять в полном объеме экологические функции, от которых зависит наше существование.

Сокращение биоразнообразия занимает особое место среди основных экологических проблем современности.

### 2.9.3 Проблема численности населения планеты

Достижения в медицине, повышение комфортности деятельности и быта, интенсификация и рост продуктивности сельского хозяйства во многом способствовали увеличению продолжительности жизни человека и, как следствие, росту численности населения Земли. Одновременно с ростом продолжительности жизни в ряде регионов мира рождаемость продолжала оставаться на высоком уровне и составляла в некоторых из них до 40 человек на 1000 человек в год и более. Высокий уровень прироста населения характерен для стран Африки, Центральной Америки, Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, Индии, Китая. Вероятное изменение численности населения в некоторых регионах мира приведено ниже (млрд. чел./доля, %):

	1950 г.	2025 г.
Европа и Северная Америка	0,83/32	1,3/15,7
Азия	1,37/53	4,9/57
Африка	0,17/9	1,6/18,3
Латинская Америка	0,22/6	0,76/9
Итого, млрд. чел.	2,59	8,56

Существуют несколько прогнозов дальнейшего изменения численности населения Земли:

1. *Рост численности до 28...30 млрд. человек к 2070...2100 гг.*

По этому варианту (неустойчивое развитие) к концу XXI в. возможен рост численности до 28...30 млрд. человек. В этих условиях Земля уже не сможет (при современном состоянии технологий) обеспечивать население достаточным питанием и предметами первой необходимости. С определенного периода начнутся голод, массовые заболевания, деградация среды обитания и как следствие резкое уменьшение численности населения и разрушение человеческого сообщества. Уже в настоящее время в экологически неблагоприятных регионах наблюдается связь между ухудшением состояния среды обитания и сокращением продолжительности жизни, ростом детской смертности.

2. *Стабилизация численности на уровне 10 млрд. человек*

По данному варианту (устойчивое развитие) численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд. человек, что при существующем уровне развития технологий жизнеобеспечения будет соответствовать удовлетворению жизненных потребностей человека и нормальному развитию общества.

## 2.10 ТЕХНОСФЕРА

### 2.10.1 Техногенез. Этапы техногенеза

Современному этапу общественного развития предшествовала длительная история становления средств производства, техники и технологий – техногенез.

**Техногенез в истории цивилизации** – это рождение техники, создание человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания и потребления благ.

**Техногенез с экологической точки зрения** – это порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биотического круговорота [1].

**Этапы техногенеза:**

1. *Начало техногенезу положил первый костер*, зажженный человеком. Применение огня расширило ареал человека, дополнило

собираемость и охоту новыми приемами добывания, приготовления и запасаения пищи, зародило возможность будущих термотехнологий. Уже в неолите возникли условия для развития ремесел и профессионального разделения труда. Но человек еще не научился трансформировать энергию огня. Это была эпоха мускульной энергетики, когда в распоряжении человека были только собственная сила, а затем и сила прирученных животных, а также простые механизмы – преобразователи мускульной силы.

2. Начиная с VIII...XI в. появляются изобретения, использующие силы воды и ветра. Наступила **эпоха механоэнергетики на возобновляемых ресурсах**. Технические возможности человека расширились, и одновременно усилилось его давление на природу. Уже в эпоху Возрождения (XV...XVII вв.) рост населения, развитие ремесел и торговли, городов и дорог, географические открытия и завоевания, строительство, судостроение, военное дело ускорили освоение новых земель, сведение лесов и дали мощный толчок развитию металлургии, а затем и машин на механическом приводе. Однако наибольшее ускорение и экологическое значение техногенез приобрел после появления тепловых машин и использования ресурсов ископаемого топлива.

3. Еще в преддверии промышленной революции, когда уже стал ощущаться дефицит древесного топлива и требовалось повышение эффективности земледелия (XVIII в.), одноступенчатые механические преобразователи природных сил перестали удовлетворять человека. Он постоянно нуждался в концентрации энергии, в повышении ее качества, в увеличении силы и мощности, прилагаемой к объектам деятельности. Появились первые преобразователи тепловой энергии. Наступила **эпоха химической теплоэнергетики на невозобновляемых энергоресурсах**. Как только оказалось, что созданное и контролируемое человеком изделие – машина, состоящая из топки, котла и парового двигателя, может развивать мощность многих лошадиных сил, направление общественного прогресса и дальнейших взаимоотношений человека с природой было однозначно предрешено. Недаром эпитафия на могиле Джеймса Уатта содержит слова: "...увеличил власть человека над природой...". С тех пор эта власть проявляется главным образом в потреблении природных ресурсов и загрязнении среды.

4. Эпоха истощительной химической теплоэнергетики еще не закончилась, но уже надвинулась следующая – **эпоха ядерной теплоэнергетики на невозобновляемых ресурсах**, грозящая еще более опасным загрязнением.

5. В XX в. природопокорительская экспансия человечества постоянно нарастала. Вместе с демографическим взрывом происходит еще более мощный подъем техногенеза. Он обусловлен приростом реализуемых материалов, мощностей и материально-энергетических потоков, приходящихся в среднем на каждого жителя планеты. Общий масштаб этих потоков стал сопоставим с масштабом природных процессов.

*Наиболее характерные черты всемирного техногенеза в XX в.* можно представить следующим образом [1]:

- За 100 лет мировое потребление энергии увеличилось почти в 14 раз (удвоение в среднем каждые 27 лет). Суммарное потребление первичных энергоресурсов превысило 400 млрд. т условного топлива. С 1950 по 1985 г. среднее душевое потребление энергоресурсов удвоилось и достигло 68 ГДж/год. Это значит, что мировая энергетика росла вдвое быстрее, чем численность населения.

- В структуре топливного баланса большинства стран мира произошел переход от преобладания дров и угля к преобладанию углеводородного топлива – нефти и газа (до 65 %), а также к заметному вкладу гидроэнергетики и ядерной энергетики. Хозяйственное значение начинают приобретать альтернативные энергетические технологии. С 1950 по 1995 г. в 2 раза возросло преобразование топлива в электроэнергию. Среднее душевое потребление электроэнергии достигло 2400 кВт·ч/год. Это оказало большое влияние на структурные сдвиги в производстве и быте сотен миллионов людей.

- Многократно увеличилась добыча и переработка минеральных ресурсов – руд и нерудных материалов. Производство черных металлов возросло за столетие в 8 раз и достигло в начале 80-х годов 850 млн. т/год. Еще интенсивнее был рост производства цветных металлов, в основном за счет начала и очень быстрого наращивания выплавки алюминия. В 40-х годах началась и стремительно выросла промышленная добыча урана. Производство цемента за 90 лет выросло почти от нуля до 1 млрд. т/год.

- Значительно вырос объем и изменилась структура машиностроения в связи со станкостроением, развитием техники двигателей внутреннего сгорания, электротехники и автоматизации. Быстро увеличивались число и единичная мощность производимых машин и агрегатов. Появились и получили быстрое развитие такие отрасли, как производство средств связи, приборостроение, радиотехника, электро-

ника, вычислительная техника. Преобладание транспортного машиностроения выразилось в более чем тысячекратном росте производства самодвижущихся транспортных единиц. Выпуск легковых автомобилей в 1998 г. достиг 45 млн.

- Важной чертой современного техногенеза является интенсивная химизация всех отраслей хозяйства. За последние 50 лет было произведено и применено более 6 млрд. т минеральных удобрений. Для различных целей в обиход было введено более 400 тысяч различных синтетических соединений. Начало массового производства многих продуктов крупнотоннажной химии, в частности, нефтехимии и оргсинтеза, относится к середине столетия. За 40 лет в десятки раз возросло производство пластмасс, синтетических волокон, синтетических моющих средств, пестицидов, лекарственных препаратов.

- Научно-техническая революция в вооружении устранила географические и природные ограничения в применении военной техники. Космос и воздушное пространство, вода и подводное пространство, земная поверхность вплоть до полюсов холода и жары стали доступны для ведения боевых действий. Появление принципиально новых видов оружия массового поражения (ОМП) и их дальнейшая разработка на качественно иных физических принципах (создание кинетического, вакуумного, лазерного, биосферного, метеорологического и других видов ОМП; создание боевых космических систем направленной энергии; разработка методов очагового разрушения озонового слоя) создали непосредственную угрозу выживаемости человечества в термоядерную эпоху.

В первой половине XX в. была уверенность, что многие проблемы разрешатся с помощью техники. В течение века было зафиксировано множество открытий и изобретений, сменилось несколько поколений техники. Но убавилось ли у человека проблем?

Техногенез, как и его инициатор – человек, стремится к занятию всевозможных “экологических ниш” и поэтому оказывает сильное влияние на экологию биосферы, вытесняя природные экологические системы и процессы. Смена этапов техногенеза, основных типов технологий происходит неизмеримо быстрее, чем сменяются “технологии” биотического круговорота в эволюции биосферы. Огромный технический потенциал человечества сам по себе обладает внутренней неустойчивостью. Из-за высокой концентрации в пределах биосферы и среды человека источников риска (все виды вооружений, отравляющие

вещества и ядерное топливо) этот потенциал не только угрожает биосфере, но и включает потенциал самоуничтожения. Эта угроза не так уж легко осознается, поскольку в психологии масс она маскируется положительными результатами социального прогресса во второй половине столетия, когда возросли доходы населения, более эффективными стали системы здравоохранения и образования, улучшилось питание людей, увеличилась продолжительность жизни.

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

### **2.10.2 Понятие и состав техносферы**

Биосфера – область распространения жизни на Земле, включающая нижний слой атмосферы, гидросферу и верхний слой литосферы, не испытывавших техногенного воздействия.

В процессе эволюции среды обитания произошел переход от биосферы к техносфере. Почти 700 тыс. лет человечество пребывало в непосредственном контакте с биосферой Земли, которая всегда являлась и является экраном, защищающим его от воздействия космического излучения. В биосфере зародилась жизнь и сформировался человек, но она негативно влияла на человека и влияет сейчас в результате ряда естественных факторов (повышенная и низкая температура воздуха, атмосферные осадки, стихийные явления и т.п.). Поэтому для защиты от неблагоприятных воздействий биосферы и достижения ряда иных целей человек вынужден создать техносферу.

Мировое хозяйство можно рассматривать как видовую реализованную экологическую нишу человечества. По многим пространственным и потоковым параметрам она совпадает с биосферой, экологическая емкость которой ограничена. Поэтому неизбежны конкурентные отношения между активными элементами техногенной среды и биосферы, между общественным производством и планетарной биотой. Хотя эти отношения намного сложнее, чем межвидовые взаимоотношения в природе, многие их черты выглядят как конкурентное вытеснение биосферы.

**Техносфера** – среда обитания, возникшая с помощью прямого или косвенного воздействия людей и технических средств на природную среду (биосферу) с целью наилучшего ее соответствия социально-экономическим потребностям человека.

**Техносфера** – регион биосферы, в прошлом преобразованный

людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям (техносфера – регион города или промышленной зоны, производственная или бытовая среда).

**Регион** – территория, обладающая общими характеристиками состояния биосферы или техносферы.

По определению к техносфере относится все, что создано человеком: производственная, городская, бытовая среды, лечебно-профилактическая, культурно-просветительная зоны и т.п..

Создание техносферы – длительный процесс, обусловленный эволюционным развитием человека и среды его обитания. Начало активного создания техносферы приходится на середину XIX в. Современную структуру Вселенной можно представить в виде четырех взаимодействующих систем, схематически показанных на рисунке 12.



**Рисунок 12 – Современная схема взаимодействия человека со средой обитания**

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

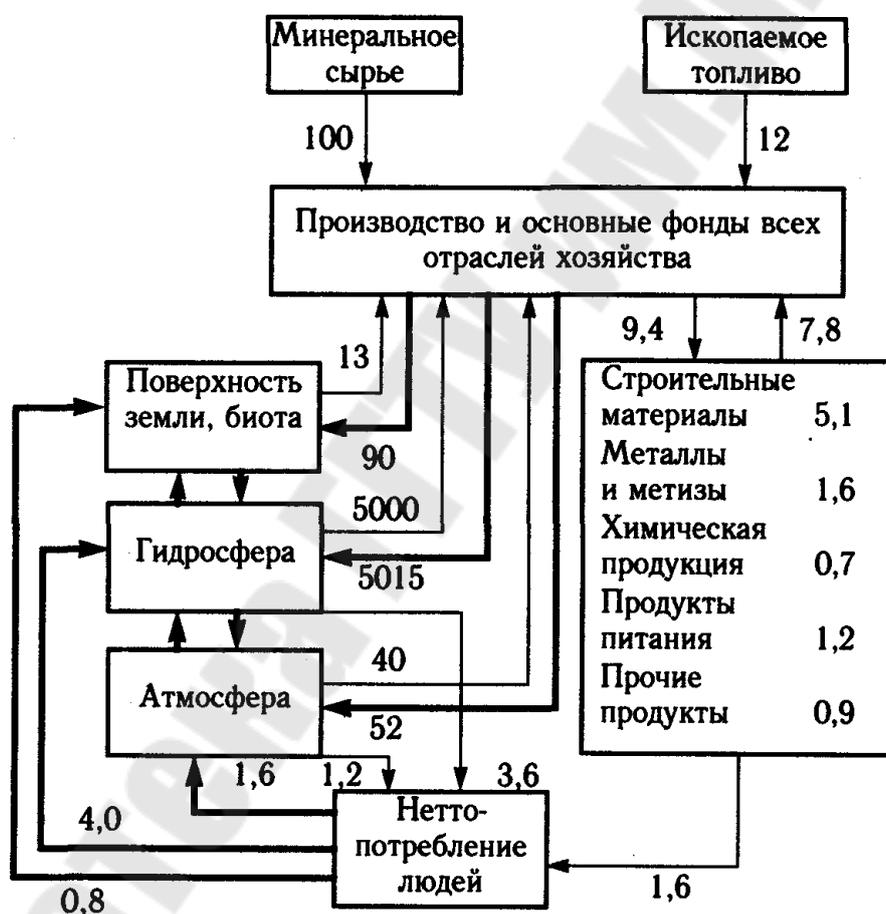
По различным оценкам, общая масса техносферы в настоящее время составляет от 10 до 20 тыс. Гт, что больше биомассы живого вещества всей биосферы. Основную ее часть образуют скопления горной массы, отработанных руд, перемещенных грунтов, производственных отходов, оставленные сооружения, развалины и т.п.,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

“Действующая” техносфера, т.е. используемые людьми в настоящее время основные производственные фонды, сооружения, орудия

производства, предметы потребления, составляет малую часть общей массы – всего лишь (!) 150...200 Гт. В них, в свою очередь, преобладают капитальные сооружения со сроками амортизации во многие десятки лет. Наиболее активная часть техносферы, т.е. вся совокупность орудий производства, машин, механизмов, агрегатов, реакторов, действующих коммуникаций и т.п., имеет массу порядка 10...15 Гт и в настоящее время обновляется за средний срок порядка 10 лет.

### 2.10.3 Техногенный материальный баланс

На рисунке 0 представлена количественная схема современного техногенного круговорота веществ.



(Потоки потребления → и потоки отходов → в Гт/год)

Рисунок 13 – Схема глобального антропогенного материального баланса [1]

Из рисунка 0 видно, что из 125 Гт ископаемых материалов и биомассы, мобилизуемых за год мировой экономикой, только 9,4 Гт (7,5 %) преобразуется в материальную продукцию в процессе производства. Более 80 % этого количества вновь возвращается в основные

фонды производства. Только 1,6 Гт составляют личное потребление всех людей, причем 2/3 этой массы относится к нетто-потреблению продуктов питания.

Наиболее серьезные проблемы связаны с потреблением биоресурсов, технической энергетикой и промышленным производством. Ежегодное изъятие не менее 10 Гт сухого вещества биомассы в виде сельскохозяйственной продукции, древесины и морепродуктов составляет более 7 % продукции фотосинтеза на суше. Но кроме этого, за счет антропогенного уменьшения биомассы и продуктивности естественных экосистем, замещения их агроценозами, вырубки лесов, опустынивания, техногенной деградации и т.п. человек косвенно переводит в антропогенный канал еще 27...30 % первичной продукции экосистем суши, в целом снижая продуктивность земной биосферы примерно на 12 %. Именно это расценивается как **самое главное вмешательство человеческого хозяйства в природные процессы.**

В добывающей и перерабатывающей промышленности мира за год образуется более 100 Гт твердых и жидких отходов, из них около 15 Гт попадает со стоками в водоемы, а остальное количество (90 Гт/год) добавляется к отвалам пустой породы, золо- и шлакоотвалам, к другим хранилищам и захоронениям промышленных отходов, к свалкам. Сжигание 12 Гт ископаемого топлива, сжигание и биологическое окисление более 7 Гт изымаемой растительной биомассы и другие производственные окислительные процессы отнесены в балансе к массообмену в атмосфере. Они сопряжены с потреблением 40 Гт кислорода и возвращением в атмосферу 52 Гт углекислого газа и других окислов. Вместе с ними в воздух попадают продукты неполного сгорания, различные пыледымовые аэрозоли, соли, а также значительная масса разнообразных летучих органических веществ, выделяющихся при производственных процессах и работе транспорта. Общая масса этих примесей достигает 1 Гт в год. Одновременно в среду выделяется более 530 ЭДж техногенной теплоты.

Наиболее **существенным отличием техногенного массообмена от биотического круговорота** является то, что *техносферный круговорот веществ существенно разомкнут и в количественном, и в качественном отношении.*

Поскольку техногенный массообмен составляет заметную часть глобального круговорота веществ, своей разомкнутостью он нарушает необходимую высокую степень замкнутости биотического круговорота, которая выработана в процессе длительной эволюции и является

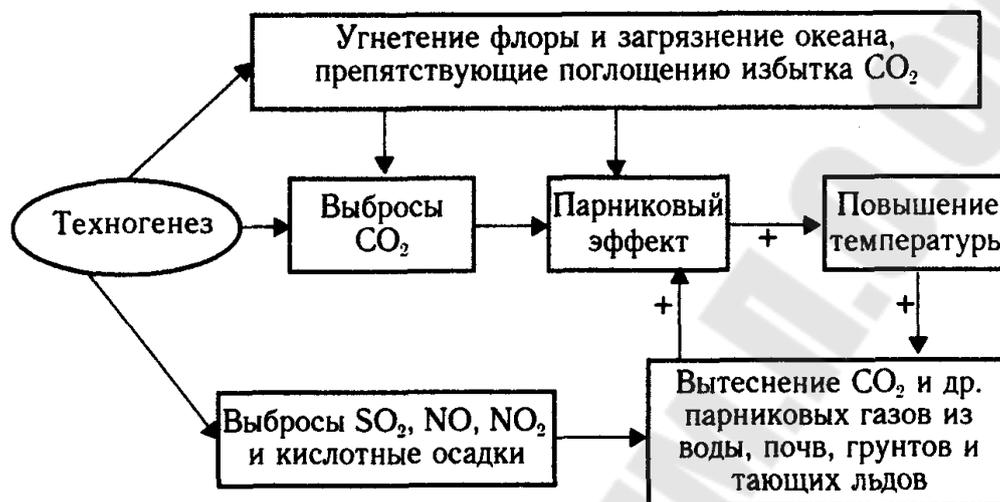
важнейшим условием стационарного состояния биосферы. Это означает очень серьезное нарушение биосферного равновесия.

О степени разомкнутости техногенного круговорота можно судить по его вмешательству в глобальный круговорот углерода. Непосредственная техногенная эмиссия  $\text{CO}_2$  в атмосферу составляет 30 Гт/год. К этому количеству добавляется еще по меньшей мере 3,5 Гт  $\text{CO}_2$ , выделяющегося в результате изъятия фитомассы и эрозии почвы. Кроме этого, судя по массе сильных кислот, образующихся из техногенных оксидов серы и азота и выпадающих на землю в виде кислотных дождей, вытесняемый ими  $\text{CO}_2$  из карбонатов и органики почвы дает еще минимум 1,5 Гт углерода. Таким образом, в результате непосредственного и косвенного вмешательства в природный круговорот углерода общее количество  $\text{CO}_2$ , ежегодно выбрасываемого в атмосферу, достигло 35 Гт и на 10 % увеличило планетарный обмен углерода.

Казалось бы, при очень высокой замкнутости биосферного круговорота углерода и огромной буферной емкости биосферы и океана по связыванию атмосферного избытка  $\text{CO}_2$ , это увеличение не должно приводить к нарушению равновесия. Более того, можно было бы ожидать улучшения углеродного питания растений и повышения их продуктивности. Но в действительности содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере на протяжении последних десятилетий неуклонно увеличивается. Следовательно, буферные системы биосферы и океана не справляются с регулированием равновесия потоков  $\text{CO}_2$ . Это можно объяснить снижением ассимиляционного потенциала земной флоры (в основном из-за быстрого сокращения площади лесов) и значительным загрязнением суши и поверхности океана.

Наращение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере вместе с другими техногенными газами усиливает **парниковый эффект**, т.е. поглощение нижним слоем атмосферы инфракрасного излучения падающей на землю солнечной радиации. Это приводит к некоторому повышению средней температуры атмосферы, гидросферы и поверхности земли – так называемому **глобальному потеплению**. За последние 30 лет для нижних слоев атмосферы и поверхности суши оно составило не менее  $0,6^\circ$ , что соответствует прибавке колоссального количества энергии. Повышение температуры способствует дополнительному выделению углекислого газа из воды, почвенной влаги, тающих льдов, отступающей вечной мерзлоты, поскольку растворимость  $\text{CO}_2$  в воде заметно

снижается с повышением температуры. Кроме этого, техногенные кислотные осадки, помимо прямого негативного действия на биоту, вытесняют  $\text{CO}_2$  из карбонатов почвы, вод и грунтов. Возник порочный круг самоусиления парникового эффекта (рисунок 14).



**Рисунок 14 – Схема, поясняющая нарушение биотической регуляции круговорота углерода и самоускорение парникового эффекта**

Таким образом, современная техносфера не только вытесняет и замещает биосферу, но и нарушает средорегулирующую функцию биосферы, что еще опаснее. Эта опасность усугубляется тем, что техносфера не может существовать без биосферы, так как в огромной мере пользуется ее средой и ее ресурсами.

Сейчас правомерно говорить о возникновении новой области знаний – “**Экология техносферы**”, где главными “действующими лицами” являются человек и созданная им техносфера.

“Экология техносферы” включает, как минимум:

- *основы техносферостроения и регионоведения;*
- *социологию и организацию жизнедеятельности в техносфере;*
- *безопасность жизнедеятельности человека в техносфере;*
- *защиту природной среды от негативного влияния техносферы.*

В обществе возникла потребность в защите природы и человека от негативного влияния техносферы.

Первопричиной многих негативных процессов в природе и обще-

стве явилась антропогенная деятельность, не сумевшая создать техносферу необходимого качества как по отношению к человеку, так и по отношению к природе.

В настоящее время, чтобы решить возникающие проблемы, человек должен совершенствовать техносферу, снизив ее негативное влияние на человека и природу до допустимых уровней. Достижение этих целей взаимосвязано. Решая задачи обеспечения безопасности человека в техносфере, одновременно решаются задачи охраны природы от губительного влияния техносферы.

#### **2.10.4 Факторы производственной среды и их влияние на человека**

Все факторы среды в природе воздействуют на организм одновременно, причем не каждый сам по себе, т.е. в виде простой суммы, а как сложный взаимодействующий комплекс. При этом наблюдается усиление или ослабление силы одного фактора под влиянием другого, в результате чего абсолютная сила фактора, которую можно измерить с помощью соответствующих приборов, не будет равна силе воздействия фактора, которую можно определить по ответной реакции организма. Например, жару легче переносить при сухом, а не влажном воздухе, угроза замерзания выше при морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду. Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие. И наоборот, один и тот же экологический эффект может быть достигнут разными путями. Например, компенсация недостатка влаги может быть осуществлена поливом или снижением температуры.

**На современного человека воздействует большое количество факторов, обусловленных научно-техническим прогрессом:**

- *вредные агенты, связанные с развитием атомной и химической промышленности;*
- *отходы производства;*
- *возрастание темпов жизни, умственных нагрузок и т.д.*

Воздействие упомянутых факторов на человека коренным образом изменило структуру заболеваемости и смертности. Если в начале XX века ведущими были, главным образом, эпидемические болезни, то в настоящее время на передний план вышли сердечно-сосудистые, онкологические, нервно-психические заболевания и травматизм.

Ускорение технического прогресса, прогрессирующее загрязне-

ние окружающей среды, значительный рост стрессогенности современного образа жизни увеличивают риск развития заболеваний.

Как известно, в последние десятилетия происходит интенсивное изменение окружающей среды за счет резкого расширения промышленного производства, роста количества отходов. К концу XX в. загрязнения окружающей среды отходами, выбросами, сточными водами всех видов промышленного производства, сельского хозяйства, коммунального хозяйства городов приобрели глобальный характер, что поставило человечество на грань экологической катастрофы. Источники загрязняющих веществ разнообразны, многочисленны виды отходов и характер их воздействия на компоненты биосферы: биосфера загрязняется твердыми отходами, газовыми выбросами и сточными водами металлургических, металлообрабатывающих и машиностроительных заводов. Огромный вред наносят водным ресурсам сточные воды целлюлозно-бумажной, пищевой, деревообрабатывающей, нефтехимической промышленности. Развитие автомобильного транспорта привело к загрязнению атмосферы городов и транспортных коммуникаций токсичными металлами и токсичными углеводородами, а постоянное возрастание масштабов морских перевозок вызвало почти повсеместное загрязнение морей и океанов нефтью и нефтепродуктами. Массовое применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений привело к появлению ядохимикатов в атмосфере, почвах и природных водах, загрязнению биогенными элементами водоемов и сельскохозяйственной продукции. При разработках на поверхность земли извлекаются миллионы тонн разнообразных горных пород, образующих пылящие и горящие терриконы и отвалы. В процессе эксплуатации химических заводов и тепловых электростанций также образуется огромное количество твердых отходов (огарок, шлаки, золы), которые складываются на больших площадях, оказывая негативное влияние на атмосферу, поверхностные и подземные воды, почвенный покров.

Вторая половина XX в. характеризовалась бурным развитием химической промышленности. В свое время успехи развития химизации принесли несомненную пользу. В настоящее время стали очевидны отрицательные последствия этого процесса:

- С каждым годом увеличивается выброс химических соединений в окружающую среду. По оценке ВОЗ, из более чем 6 млн. известных химических соединений практически используется до 500 тыс. соединений, из них около 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. токсичны. Каждая люминесцентная лампа содержит

150 мг ртути. Например, одна разбитая лампа загрязняет на уровне ПДК 500 тыс. м воздуха.

- Замена естественных материалов на синтетические приводит к целому ряду непредвиденных последствий. В биохимические циклы включается большой перечень синтетических соединений, несвойственных для природных сред. Например, если в водоем попадает мыло, основой которого являются природные соединения – жиры, то вода самоочищается. Если же в воду попадают синтетические моющие средства, содержащие фосфаты, то это приводит к размножению сине-зеленых водорослей и водоем погибает.

- Многие химические соединения способны передаваться по пищевым цепям и накапливаться в живых организмах, вследствие чего возрастает химическая нагрузка на организм человека.

Все это непосредственно влияет на здоровье населения, наносит огромный ущерб экономике, резко уменьшает трудовые ресурсы, а также потенциально создает канцерогенную и мутагенную опасность не только для здоровья настоящих, но и будущих поколений.

Здоровый организм постоянно обеспечивает оптимальное функционирование всех своих систем в ответ на любые изменения окружающей среды, например, перепады температуры, атмосферного давления, изменение содержания кислорода в воздухе, влажности и т.д. Сохранение оптимальной жизнедеятельности человека при взаимодействии с окружающей средой определяется тем, что для его организма существует определенный физиологический предел выносливости по отношению к любому фактору среды, включая границу ее предела. Этот фактор неизбежно оказывает угнетающее влияние на здоровье человека.

Неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды на организм зависит от природы и интенсивности факторов, от “готовности” организма и его защитно-приспособительных возможностей противостоять им. С этой позиции выделяют 3 группы факторов:

1. факторы, в отношении которых хорошо известна их этиологическая роль в развитии определенных заболеваний;
2. факторы среды, которые, не являясь непосредственной причиной болезни, служат условиями для их развития;
3. факторы, которые опосредованно влияют на организм, снижая его защитные, приспособительные возможности.

## 2.10.5 Соизмерение производственных и природных потенциалов территории

В качестве **основного критерия экологической безопасности территориальных комплексов** введено главное условие: *техногенная нагрузка на территорию (природоемкость производства) не должна превышать экологической техноемкости территории (самовосстановительного потенциала природной системы)*.

**Соизмерение производственных и природных потенциалов территории** – одна из актуальных задач промышленной экологии, без решения которой невозможна выработка научно обоснованной системы экологических регламентации. Соизмерение не сводится лишь к подчинению экологическому императиву – требованию природных систем и их защитников уменьшить индустриальную экспансию. Сбалансированность нужна не только природным комплексам и среде обитания людей, но и самому хозяйству. Она имеет не только природоохранное и гигиеническое значение, но и прямое экономическое: равновесное сопряжение производственных и экологических процессов не столько принуждает к ограничению входных мощностей, сколько предлагает дополнительный экономический инструмент контроля эффективности производства. Экономический рост, превышающий порог допустимых нагрузок, выступает как основной дестабилизирующий фактор для окружающей среды. Именно поэтому соизмерение и согласование экономических и природных потенциалов и формирование эколого-экономической системы должно быть предметом экономической теории и практики.

Сама по себе процедура соизмерения основана на определении и сопоставлении *экологической техноемкости территории* (ЭТТ или ПДТН) и *природоемкости хозяйства территории*. Эта процедура практически совпадает с оценкой безопасности территориальных комплексов.

## 2.11 БЫТОВАЯ СРЕДА

### 2.11.1 Факторы, влияющие на человека в быту

**Бытовая среда** – это вся сумма факторов, воздействующих на человека в быту.

Реакцию организма на бытовые факторы изучают такие разделы

науки, как коммунальная гигиена, гигиена питания, гигиена детей и подростков.

В бытовой среде человек проводит большую часть своей жизни. В ней реализуются основные жизненные потребности человека: охрана и продолжение жизни, его духовные интересы. Бытовая среда защищает человека от неблагоприятного воздействия природы, создает условия для отдыха, общения с семьей, удовлетворения его интеллектуальных потребностей.

Бытовая среда должна обеспечить здоровые и безопасные условия жизни человека. Это достигается созданием бытовой системы жизнеобеспечения, охраняющей человека от вредных и опасных воздействий как природных, так и антропогенных факторов бытовой среды. В нее входит жилище человека, его одежда, средства защиты человека от применяемой в быту энергии и ряд других. Сюда же следует отнести обеспечение необходимых условий для питания, физиологически необходимого отдыха, воспитания детей.

Бытовая среда воздействует буквально на каждого человека. Если в условия производственной среды попадают хоть и многие, но далеко не все люди, то в бытовой среде находятся все: дети и взрослые, трудящиеся и пенсионеры, здоровые и больные.

Наличие в современных квартирах многочисленных бытовых приборов и устройств существенно облегчает быт, делает его удобным и эстетичным, но одновременно привносит целый комплекс травмирующих и вредных факторов: электрический ток, электромагнитное поле, повышенный уровень радиации, шум, вибрация, опасность механического травмирования, токсичные вещества и т.п. С развитием бытовой техники бытовая среда все более и более приближается к производственной.

Воздействие бытовой среды на человека в целом менее агрессивно, чем производственной среды. Ряд неблагоприятных факторов производственной среды в бытовой среде не встречается вовсе или встречается крайне редко. Меньшая агрессивность бытовой среды объясняется тем, что единственной целью ее создания является удовлетворение потребностей человека. Поэтому в бытовой среде человек часто отвергает или существенно ограничивает роль вредных и опасных факторов, как противоречащих потребительским требованиям к среде. Он использует для достижения тех же целей факторы более безопасные, менее вредные или те же факторы, но с более безопасными параметрами.

рами. Меньшая агрессивность бытовой среды объясняется также другими задачами, стоящими перед ней, и другим содержанием происходящих в ней процессов по сравнению с производственной средой.

Все факторы бытовой среды можно разделить на физические, химические, биологические и психофизиологические. Идентификация негативных факторов в бытовой среде представляет сложность ввиду комплексного их воздействия во всех ее сферах.

Бытовая среда должна обеспечить условия для гармоничного развития человека. Роль ее в этом процессе чрезвычайно велика.

### 2.11.2 Город как среда обитания человека

**Городская среда обитания (проживания)** – совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека.

Городская среда обитания формирует отношение человека к городу и системе управления.

Понятие “городская среда обитания (проживания)” является базовым для двух других:

- **Качество городской среды проживания (обитания)** – способность городской среды удовлетворять объективные потребности и запросы жителей города в соответствии с общепринятыми в данный момент времени нормами и стандартами жизнедеятельности.

- **Оценка качества городской среды проживания (обитания)** – установление количественного значения качественных показателей городской среды проживания, способного обеспечить сравнение с установленными критериями.

Для современного состояния развития человеческого общества характерна интенсивная урбанизация. Растет количество жителей больших городов. В странах с высокой плотностью населения происходит слияние соседних городов и образование обширных территорий с высоким уровнем урбанизации – мегаполисов.

Условия жизни в городах своеобразны: с одной стороны, в городе легче решаются проблемы трудоустройства, снабжения продуктами питания, медицинского обслуживания, с другой – в городах наиболее выражены преобразования человеком природной среды, что часто приводит к отрицательным последствиям.

Неблагоприятно действует на человека высокая плотность населения в городах, облегчающая циркуляцию возбудителей многих инфекционных и паразитарных заболеваний. Промышленные и бытовые отходы загрязняют почву, воду и воздушный бассейн. Аэрозольные загрязнения воздуха приводят к повышению облачности и образованию тумана, нарушают теплообмен таким образом, что города становятся своеобразными “тепловыми островами”. Летний период в городах в целом оказывается гораздо более жарким, и температура в городах даже умеренных широт периодически поднимается до 40 °С. При этом смертность среди населения, в особенности среди людей, страдающих хроническими сердечно-сосудистыми заболеваниями, может увеличиваться в 5 раз и более.

Высокая облачность и туманы в городах приводят к ослаблению освещенности, а также снижают интенсивность ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли. Недостаток света приводит к учащению случаев гиповитаминоза D и рахита у городских детей и снижает их сопротивляемость к простудным и детским инфекционным заболеваниям. Другими неблагоприятными факторами городской среды являются шум и вибрация, в результате именно здесь чаще встречаются поражения слухового аппарата и неврозы.

Высокий темп жизни, постоянные стрессы, гиподинамия горожан и высокая калорийность пищи способствуют нарушению функций нервной, сердечно-сосудистой систем, обмена веществ. Уровень заболеваемости в городах в 1,5...2 раза выше, чем в сельской местности.

Города характеризуются также низким уровнем рождаемости, а рост их населения происходит в основном за счет притока людей из сельской местности.

Городская среда обитания изучается и оценивается с помощью количественных и качественных показателей с целью проведения комплексной оценки результатов городского строительства и управления.

Городская среда в целом свободна от многих негативных факторов производственной среды. Однако создание двигателей внутреннего сгорания и развитие транспорта привело к повышению травматизма на улицах и дорогах, породило проблемы загрязнения городов, защиты человека в городской среде от токсичных выбросов автомобилей (отработавших газов, масел, продуктов износа шин и др.).

## 2.12 СОЦИАЛЬНАЯ СРЕДА

### 2.12.1 Понятие социума

Понятие “социум” равнозначно по своему значению термину “общество”. Разница лишь в сфере их применения. “Общество” чаще применяется в правовых дисциплинах, в обществоведении и истории, а “социум” – это понятие, более близкое социологическим наукам: демографии, социологии, психологии.

В широком смысле социум представляет собой совокупность отдельных индивидов и общественные отношения, которыми они связаны между собой.

Принято выделять следующие *характеристики социума*:

- *его члены проживают на определенной территории;*
- *осуществляют совместную деятельность;*
- *в социуме обязательно имеет место быть распределение общественных благ;*
- *как следствие, признаком социума является социальное и производственное разделение труда.*

В действительности же, слово “социум” употребляется сегодня в гораздо более широком смысле. Так, мы можем иметь в виду французское, немецкое или русское населения, называя его социумом. Таким образом, можно классифицировать социум по национальному признаку. Говоря о социуме, мы можем иметь в виду не только население всей страны, но и отдельного города, какой-то определенный слой общества (интеллигенция, студенчество, молодежь и т.д.). Словом, по большей части смысл этого слова зависит от контекста.

Столь широкий спектр значений данного термина отражен и в материалах словарей. Так, в толковом словаре Т.Ф. Ефремовой сказано, что социум – это общность индивидов, имеющих единую культурную, экономическую и социальную жизнь. Н.Г. Комлев же считает, что социум представляет собой ту социальную среду, которая окружает каждого человека – наполненную различными взаимодействиями и процессами.

### 2.12.2 Среда обитания человека как духовная и социальная реальность

Внешняя среда в общем виде может быть представлена моделью,

состоящей из трех взаимодействующих элементов: физическая окружающая среда (атмосфера, вода, почва, солнечная энергия); биологическая окружающая среда (животный и растительный мир); социальная среда, в том числе духовная (человек и человеческое общество).

Влияние внешней среды на организм человека многогранно. Внешняя природная среда и социальная среда могут оказывать на организм как полезные, так и вредные воздействия. Из внешней среды организм получает все необходимые для жизнедеятельности и развития вещества, вместе с тем он получает многочисленный поток раздражений (температура, влажность, солнечная радиация, производственные, профессионально вредные воздействия и др.), который стремится нарушить постоянство внутренней среды организма.

Искусственная среда, созданная самим человеком, требует к себе адаптации, которая происходит в основном через болезни. Причины возникновения болезней в этом случае следующие: гиподинамия, переедание, информационное изобилие, психоэмоциональный стресс.

Нормальное существование человека в этих условиях возможно только в том случае, если организм своевременно реагирует на воздействия внешней среды соответствующими приспособительными реакциями и сохраняет постоянство своей внутренней среды.

**С точки зрения медико-биологических позиций влияние среды обитания на физическое развитие и адаптационные свойства организма** можно рассмотреть на примере следующих явлений:

### **1. Процесс акселерации**

*Акселерация* – это ускорение развития отдельных органов или частей организма по сравнению с некой биологической нормой (увеличение размеров тела и более раннее половое созревание). Ученые полагают, что это эволюционный переход в жизнедеятельности человека, вызванный улучшающимися условиями жизни: хорошее питание, “снявшее” лимитирующее действие пищевых ресурсов, что спровоцировало процессы отбора, ставшие причиной акселерации.

**2. Нарушение биоритмов** – важнейших механизмов регуляции функций биологических систем, что в условиях городской жизни может быть вызвано появлением новых негативных экологических факторов. Это, прежде всего, относится к появлению так называемых циркадных ритмов в биосистеме организма. Так происходит адаптация систем организма к среде обитания. Например, появилось электроосвещение, продлившее световой день. При этом наша биосистема адапти-

руется к новым условиям обитания. Как следствие этому, возникает хаотизация прежних биоритмов, что приводит организм к новому ритмическому стереотипу. К сожалению, эти процессы вызывают болезни, как у человека, так и у представителей живых организмов.

В связи с изменением фотопериода ученые установили, что увеличился рост аллергических реакций и аллергических заболеваний, заболеваний глаз, психических расстройств и т.д.

Существуют **социально-экономические факторы**, которые являются определяющими и обусловлены производственными отношениями (для студентов – период обучения в вузе):

- **нормативно-правовые** (законодательство о труде и практика государственного и общественного контроля за его соблюдением);
- **социально-психологические**, которые могут быть охарактеризованы отношением работника к труду, полученной специальности и ее престижу, психологическим климатом в коллективе;
- **экономические** (материальное стимулирование, система льгот и компенсаций за работу в неблагоприятных условиях).

**Технические и организационные факторы** оказывают воздействие на создание материально-вещественных условий труда (средства, предметы и орудия труда, технологические процессы, организация производства и т.д.).

В реальных условиях этот сложный комплекс факторов, формирующих условия труда и быта, объединен многообразными взаимными связями. Быт оказывает влияние через жилище, одежду, питание, водоснабжение, развитость инфраструктуры сферы обслуживания, обеспеченность отдыхом и условиями его проведения и т.п. Социально-экономический уклад воздействует на человека через социально-правовое положение, материальную обеспеченность, уровень культуры и образование.

В этой связи, в 80-х гг. И.И. Брехманом предложен новый научный термин **валеология**, который включает совокупность знаний о генетических, физиологических резервах организма, обеспечивающих устойчивость физического, биологического, психологического, социокультурного развития и сохранение здоровья в условиях влияния на организм меняющихся факторов внешней и внутренней среды.

Валеология предполагает учет генофонда индивида, его психо-

физиологических характеристик, образа жизни, среды обитания, экологии, профессиональной деятельности.

Ни одно общество не смогло полностью устранить опасности для здоровья человека, исходящие от извечных и новых условий окружающей среды. Наиболее развитые современные общества уже заметно сократили ущерб от традиционных смертельных болезней, но они же создали стиль жизни и технику, являющиеся источником новых угроз для здоровья.

Экологические проблемы оказывают прямое или косвенное влияние на физическое и нравственное состояние человека.

Отличительной особенностью человека является то, что он может сознательно и активно изменять как внешние, так и социально-бытовые условия для укрепления здоровья, повышения трудоспособности и продления жизни. Соответствующим изменением внешних условий человек может воздействовать и на собственное состояние здоровья, физическое развитие, физическую подготовленность, на умственную и физическую работоспособность.

### **2.12.3 Социальные факторы, влияющие на человека**

Здоровье человека не определяется полностью приобретенными в онтогенезе биологическими и психологическими свойствами. Человек – существо социальное. Он живёт в обществе, управляемом с помощью государственных законов, с одной стороны, с другой, – с помощью так называемых общепринятых законов, моральных установок, правил поведения, в том числе предполагающих различные ограничения и т.д.

Социум с каждым годом становится всё сложнее и оказывает всё большее влияние на здоровье личности, популяции, общества. За пользование благами цивилизованного общества человек должен жить в жёсткой зависимости от принятого в социуме образа жизни. За эти блага, часто очень сомнительные, личность платит частично или в полном объеме своей свободой. А личность несвободная, зависимая не может быть полностью здоровой и счастливой.

Часть свободы человека, отдаваемая технокритическому обществу в обмен на преимущества цивилизованной жизни, постоянно держит его в состоянии нервно-психического напряжения и, которое ведет к уменьшению психической устойчивости за счёт снижения резервных возможностей нервной системы. К тому же существует множество социальных факторов, которые могут привести к срыву адапционных

возможностей человека и развитию различных болезней. К ним относятся и социальная неустроенность, неуверенность в завтрашнем дне, моральная угнетённость, которые расцениваются в качестве ведущих факторов риска.

К **социальным факторам, влияющим на человека**, относят:

- *социальный строй;*
- *производственная сфера;*
- *бытовая сфера;*
- *образование и культура;*
- *население;*
- *здравоохранение и медицина;*
- *другие сферы.*

Существует другая классификация социальных факторов:

- *социальная политика, формирующая социотип;*
- *социальное обеспечение, оказывающее непосредственное влияние на формирование здоровья;*
- *экологическая политика, формирующая экотип.*

Основной вред здоровью наносят не отдельные факторы, а **совокупная интегральная средовая нагрузка на организм**. Она состоит из *экологического груза* и *социального груза*.

**Экологический груз** – совокупность неблагоприятных для здоровья человека факторов и условий природной и техногенной среды.

**Экотип** – косвенная характеристика интегрального экологического груза по совокупности факторов природной и техногенной среды.

Для оценок экотипа необходимы гигиенические данные о качестве жилья, питьевой воды, воздуха, почвы, продуктов питания, лекарств и т.д.

**Социальный груз** – совокупность неблагоприятных для здоровья человека факторов и условий социальной жизни.

**Социотип** – косвенная характеристика интегрального социального груза по совокупности факторов социальной среды.

Социотип включает в себя содержание и качество систем воспитания, образования и здравоохранения; условия труда, отдыха и быта.

Всякий фактор по отношению к человеку может быть:

- **благоприятным** – способствующим его здоровью, развитию и

реализации;

- неблагоприятным, ведущим к его болезни и деградации;
- оказывающим влияние и того и другого рода.

В реальности большинство воздействий относятся к последнему типу, имея как позитивные, так и негативные стороны.

В экологии существует **закон оптимума**, согласно которому любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы.

**Оптимальный фактор** – наиболее благоприятная для организма интенсивность экологического фактора.

Воздействия могут различаться также по масштабу: одни затрагивают все население страны в целом, другие – жителей того или иного региона, третьи – выделяемые по демографическим характеристикам группы, четвертые – отдельного гражданина.

**Взаимодействие факторов** – одновременное или последовательное суммарное воздействие на организмы различных природных и антропогенных факторов, приводящее к ослаблению, усилению или видоизменению действия отдельного фактора.

**Синергизм** – комбинированное воздействие двух или более факторов, характеризующееся тем, что их совместное биологическое действие значительно превышает эффект каждого компонента и их суммы.

#### **2.12.4 Культура экологического мышления и экологической ответственности как фактор совершенствования среды обитания человека**

Формирование и развитие среды обитания человека, осуществлявшееся ранее за счет ухудшения состояния природной среды, подвело человечество к осознанию объективной необходимости изменения своего традиционного для индустриализма мировоззрения. Суть такого изменения заключается в понимании того, что простого сохранения природной среды для дальнейшего развития среды обитания человека уже недостаточно. Состояние природной среды в условиях постиндустриального развития оказалось таким, что многие естественные воспроизводственные процессы в ней нарушены, а ее состояние по многим критериям стало неудовлетворительным. Отсюда следует, что человек столкнулся с проблемой “возвращения долгов”, с необходимостью восстановления природной среды и улучшения, тем самым, каче-

ства как собственной жизни, так и всего общества. Решение этой задачи требует формирования нового типа культуры – **экологической культуры**, и нового типа сознания – **экологического сознания**.

**Принципиальное отличие экологической культуры и экологического сознания** состоит в изменении приоритетов прежних ценностных ориентаций человека, его потребительской психологии и неоправданного оптимизма и беспечности по поводу состояния современной природной среды. На первое место в структуре экологического мышления и в содержании экологической культуры выступают идеалы естественного и органичного образа жизни, продолжения жизни, сохранения ее многообразия. В связи с этим требуется глубокая перестройка нашего сознания, духовное производство, переосмысление накопленного опыта отношений с природной средой. Отказ от идей технократизма и технологического детерминизма в пользу экософского и идеал-реалистического понимания проблемы формирования среды обитания человека будет способствовать восстановлению и воспроизводству самой природной среды и тем самым – улучшению среды обитания людей [31].

Среда обитания человека рассматривается как социокультурный феномен, содержание которого свидетельствует о его гуманитарной природе. Оставаясь реально и формально частью природной среды, среда обитания человека представляет собой определенную духовную и социальную реальность, опредмеченный результат самой человеческой деятельности. В структуре и содержании этой духовно-социальной реальности ключевое значение принадлежит культуре как системе ценностей, которыми руководствуется человек в своем отношении к среде собственного обитания, а шире – ко всей природной среде.

Особую роль в этих процессах должна сыграть духовная культура как процесс смыслообразования и формирования подлинных ценностей человеческого бытия. Именно духовная культура, как система высших сакральных ценностей и идеалов, определяет и сам характер духовного производства. Одного интеллектуального развития (ноосферогенеза) оказывается недостаточным для восстановления и улучшения природной среды и дальнейшего развития среды обитания человека. Интеллектуальный потенциал человека, лишенный духовно-нравственных оснований, превращает не только саму природную среду, но и среду обитания человека в полигон для новых высокорискованных технологических экспериментов не только над природой в целом, но и над природой самого человека.

**Основой эволюции среды обитания человека является социокультурное развитие личности**, в рамках которого человек осваивает три уровня окружающей среды: среду своего собственного обитания, природную среду общества как объект собственной деятельности и природную среду в целом. Реальная зависимость человеческой жизни от каждого из трех указанных уровней окружающей среды находит свое проявление в соотношении духовного, социального и природного компонентов в сущности самого человека. Выступая как “отражение общественных отношений”, человек в той мере формирует и усовершенствует среду своего обитания, в какой он развивается духовно (нравственно). Поэтому среда обитания, функцией которой является обеспечение самой человеческой, в той мере реализует эту функцию, в какой она наполняется содержанием духовной культуры. Что же касается цивилизационного (технико-технологического) аспекта содержания среды обитания человека, то он носит подчиненный характер [31].

Социально-онтологическими основаниями развития среды обитания человека выступают достижения духовной и материальной культуры, которые детерминируют социокультурную динамику в процессе развития среды обитания людей и определяют основные направления такого развития. Хотя сама структура социальных отношений в обществе и конкретный способ производства оказывают значительное влияние на духовную жизнь людей и на те сдвиги, которые происходили и происходят в культуре, они в большей степени затрагивают технико-технологическую сторону развития среды обитания человека. Однако среда обитания не есть набор материальных артефактов, которыми пользуется человек в своей жизнедеятельности, а определенная духовная атмосфера, которая характеризуется результатами духовного производства и мерой их освоения и применения к природной среде. Именно духовное производство выступает глубинной основой формирования в структуре природной среды сначала природной среды общества, а затем среды обитания человека. Среда обитания человека есть наполненная его духовностью часть мироздания, есть очеловеченная природа с позиции гармонизации.

В связи с этим, **фактором выживания и развития человека** становится его *социально- и экологически ответственное отношение как к природной среде в целом, так и к среде своего собственного обитания.*

Развитие среды обитания человека как прогресс самой этой среды

предполагает развитое **экологическое мышление**, посредством которого человек осуществляет целеполагание своей деятельности и определяет свое отношение к природной среде. В отличие от экологизированного мышления, сложившегося в 70-е гг. XX в. и определявшего прошлый этап в развитии социально-ответственного поведения человека, в современных условиях начинается формирование экологического мышления, которое будет определять развитие социально ответственного отношения человека к природной среде в будущем. Суть экологизированного мышления заключалась в требовании сохранения той природной среды, которая осталась после эпохи индустриализма. Однако сохранение испорченной и разрушенной индустриальным производством природной среды – это сохранение болезни, а не ее лечение. Экологизированное мышление строилось на принципах потребительства и экономии. Суть же нового (экологического) типа мышления заключается в восстановлении (воспроизводстве) природной среды, ее улучшении, оздоровлении и развитии. Экологическое мышление строится на принципах креативности и инновации.

Креативность и инновация сами по себе выступают характеристиками цивилизации, если они не наполняются духовным смыслом и не являются результатом духовного производства. Инновационный и креативный подход могут точно также нанести вред природной среде и среде обитания человека, как и принципы потребительства, экстенсивности и экономии. Поэтому креативность (творчество) и инноватика (нововведение) должны основываться на духовных началах, на абсолютных ценностях духовной культуры. Отсюда следует, что значение культуры в целом, а духовной культуры в частности, в условиях постиндустриализма объективно возрастает. Это означает необходимость формирования нового типа культуры – **экологической культуры**, суть которой состоит в восстановлении и улучшении природной среды общества (объекта человеческой деятельности), а через это – и самой среды обитания человека. Развитие среды обитания людей в рамках экологической культуры должно происходить в ущерб природной среде, а как результат воспроизводства и улучшения самой природной среды [31].

Переход к экологической культуре предполагает развитие и актуализацию всех субъектных свойств человека, прежде всего его способностей к самоопределению, самодеятельности, нормотворчеству и ответственности. Выступая в качестве субъекта в системе “человек - среда обитания человека - природная среда”, личность, освоившая и

усвоившая ценности экологической культуры, превращается из человека экономического в человека ответственного. При этом ответственность личности распространяется не только на самого человека, но и на всю природную среду и на всех ее субъектов в целом. Развитие субъектных способностей личности есть процесс духовного и нравственного возрастания человека.

**Развитие социальной и экологической ответственности** есть развитие социальной и экологической культуры личности. Ответственность перед обществом (социальная) и перед самой природой (экологическая) представляет собой такое поведение человека, результатом которого является не разрушение или ухудшение его отношений и связей с другими людьми и природной средой, а их созидание и улучшение. Однако этих двух компонентов явно недостаточно для изменения сложившейся ситуации. Поэтому обязательно наличие духовной составляющей в ответственности. Только нравственные императивы, высшие моральные ценности могут направить человеческий потенциал на действительное, а не формальное, созидание и улучшение окружающей нас среды (как социальной, так и природной).

Введен такой термин как “гуманизация среды обитания” [31], под которым понимается процесс очеловечивания отношений не только между людьми, но и между обществом и природой.

**Гуманизация среды обитания человека** есть процесс формирования культуры отношения человека и к природе, и к социуму.

Так как в основе любой культуры лежит культ, то и в основе гуманизации среды обитания человека лежит духовность – духотворение, т.е. духовное восприятие природы человеком и духовное отношение его к ней. Гуманизация среды обитания, в конечном счете, есть приведение тройственной человеческой сущности (природное, социальное, духовное) в гармонию с окружающим миром (как социальным, так и природным), причем приоритет в этом процессе отдается именно духовности. Обездухоевание человеческих отношений есть, в первую очередь, дегуманизация среды нашего обитания. Под термином “обездухоевание” понимается снижение роли духовного компонента в триединой человеческой природе или его полное игнорирование.

Условием созидания и улучшения как природной среды, так и среды обитания человека является раскрытие субъектных свойств и способностей личности, прежде всего, ее способностей к самоопределению, самодеятельности, нормотворчеству и ответственности. В той

мере, в какой сама личность человека становится субъектом социального творчества, в той же мере создаются условия для гармонизации среды обитания человека и природной среды в целом. Отчуждение субъектных свойств и способностей личности в пользу внешних инстанций ведет к нарушению баланса и гармонии между природной средой и средой обитания человека, превращая последнего из субъекта социального творчества в объект манипулирования.

Культура формирования и развития среды обитания человека, таким образом, должна строиться на приоритете улучшения и воспроизводства природной среды и, тем самым, ориентировать человека на креативное и инновационное отношение к экологическим проблемам. Однако креативность и инновационность должны быть наполнены духовным содержанием, а не идеалами потребления, стяжательства, присвоения. Высший духовный смысл культуры формирования и развития среды обитания человека как составной, хотя и окультивированной, части природной среды общества заключается в сохранении и продолжении самой жизни во всех ее конкретных формах и проявлениях, в создании наиболее благоприятных условий для такого сохранения, улучшения и продолжения.

И здесь, в контексте формирования современной экологической культуры и повышения социальной и экологической ответственности человека как субъекта социального творчества, необходима разработка и применение как универсальных, так и специальных принципов экологической культуры. Среди них ключевую роль должны играть принципы: духовной доминанты, безопасности существования, согласия (согласования), дополняемости, полиморфизма и воспроизводства. На основе этих принципов экологическая культура делает личность экологически ответственной. Дополнение экологической культуры принципами социального партнерства, системного подхода, адресности, открытости (публичности) и качества социального управления делает личность человека еще и социально ответственной.

Органичный и продуктивный синтез социальной и экологической ответственности человека при обязательном условии духовной доминанты должен стать основным вектором развития не только экологической, но и всей современной культуры.

## **3 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ**

### **3.1 ЭТАПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ**

Существование цивилизации на нашей планете неразрывно связано с природными условиями. Она возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства и орудия, позволявшие ему изменять среду обитания.

Экология приобрела практический интерес уже на заре человечества. Первобытный человек, борясь за выживание, должен был иметь определенные знания о видах животных, их повадках, местах обитания. Появившись на планете, человек на всех стадиях развития влиял на среду обитания сначала как просто биологический вид, затем как охотник, имеющий специальные орудия, позволяющие уже в эпоху Великих оледенений воздействовать на видовой и численный состав животных. Выжигая леса, собирая съедобные виды растений, он влиял на природу через усиление естественно идущих процессов и формирование антропогенных ландшафтов. Развитие земледелия, скотоводства привело к росту общин и возникновению крупных поселений, способствовало прогрессу в изготовлении орудий труда. За 2 тыс. лет до н.э. в Египте и Месопотамии человек создал грандиозные оросительные системы, принципиально изменившие окружающий мир.

Происходившие в результате хозяйственной деятельности изменения природных условий тогда еще не были велики и носили локальный характер. Тем не менее, они вели к эрозии почв, их засолению, опустыниванию, а в конечном итоге – к региональным экологическим кризисам и исчезновению цивилизаций, их создавших.

Возникшие на заре цивилизации города первоначально хорошо “вписались” в природную среду, несмотря на то, что по числу населения многие города древности (Фивы, Вавилон, Рим) вполне сопоставимы с современными. Создавая первые города, человек еще неосознанно понимал необходимость соблюдения определенных санитарных норм. Первая из известных сегодня систем городской канализации появилась в III...II тысячелетиях до н.э. в Индии. В Риме был построен

водопровод, действовала система канализации. После падения Римской империи в 400-х годах н.э. в городах государств, образовавшихся на ее развалинах, вплоть до XIII...XIV в.в. царила антисанитария, т.к. необходимые знания были утрачены.

Техническая революция, начавшаяся в конце XVIII в., привела к тому, что последствия деятельности человека стали сопоставимы с природными явлениями.

Тысячелетиями человек пытался покорить природу, но только недавно осознал, что Земля – не более чем “космический корабль” с ограниченными ресурсами. Нерачительное их использование и загрязнение окружающей среды могут сделать невозможной жизнь последующих поколений.

Движение за охрану природы зародилось в России еще до 1917 г., причем существовали различные взгляды на его необходимость. Одна из концепций, основывающаяся преимущественно на эстетических и этических критериях, представлена в работах А.П. Семенова-Тянь-Шанского. Основа этой концепции – в убежденности, что человечество представляет собой элемент, само существование которого разрушает присущую природе гармонию.

В другой концепции (Г.А. Кожевникова и В.В. Станчинского) природа представлена как некая четкая структура, характеризующаяся взаимозависимостью между составляющими ее биологическими компонентами и относительной равновесностью, а человечество рассматривалось как нечто чуждое гармоничным и исконно существующим природным системам. Приверженцы этой концепции были глубоко обеспокоены тем, что цивилизация с большой скоростью разрушает равновесие в природных системах и рискует разрушить саму себя.

Сторонники третьей, утилитарной, концепции исповедовали принцип устойчивого урожая и максимальной эффективности использования природных ресурсов. Они были склонны к узкому толкованию понятия “ресурсы” и руководствовались критериями сиюминутной хозяйственной выгоды. Живое делили на “полезное” и “вредное” и последнее обрекали на истребление. Прагматики не учитывали целостность экологических систем и были восприимчивы к целям и методам, навязываемым политическим руководством.

В первые годы советской власти возобладал экологический подход к охране природы. Были организованы заповедники с функциями центров экологических исследований, а также эталонов определенных природных зон.

Несмотря на первоначальные успехи, положение экологически ориентированной охраны природы не было по-настоящему устойчивым. Главными препятствиями стали новые приоритеты и задачи пятилетних планов. Появились идеи преобразования и покорения природы. Был сформирован образ человека как “венца эволюции”. Прогресс в развитии человечества стали отождествлять с его полным господством над всем ходом жизни на планете. Преобразовательский пафос стал проявлением крайнего антропоцентризма. Природу превратили в противника, которого следует победить в процессе созидания рукотворной окружающей среды. Результатом этого стало развитие тотальных лесозаготовительных работ с уничтожением лесных экосистем, разработка проектов по повороту рек, проведение работ по акклиматизации различных промысловых животных и по мелиорации (осушению) ценных болотных экосистем, освоение целины, а также множество других проектов, приведших к уничтожению многих естественных экосистем.

В последние десятилетия естественные науки интенсивно развивают представления глобального эволюционизма. Вселенная в современном естествознании рисуется динамичной, эволюционирующей не монотонно, а через кризисные состояния, катастрофы, бифуркации (разветвления), сменяющиеся периодами запрограммированного развития. Классической и постнеоклассической (современной) картина мира соответствуют существенно различные типы восприятия жизни. Традиционно природа представлялась в значительной мере стабильной и детерминированной (определенной, обусловленной), а кризисные состояния играли роль нарушений в закономерном развитии и течении жизни. Современная картина жизни определяет кризисные состояния как необходимую составляющую вечного развития материи.

**Естествознание в XVIII...XIX в.в. развивалось в соответствии с двумя основными принципами:**

- Широко подтвержденное практикой представление об однозначности причинно-следственных связей (принцип детерминизма), с которыми связаны основные успехи в описании физических процессов, решение задач теоретической механики и многих технических наук. Фактически этот принцип лежит в основе современной технической цивилизации.
- Основанность современной науки на эксперименте.

Однако развитие наук о жизни и, в первую очередь, экологии показало ограниченность подобных однозначных (линейных) представлений о мире. В сущности, биология и экология никогда не соответствовали парадигме линейного мышления. Современные нелинейные модели были разработаны для описания и объяснения, в первую очередь, процессов в живой природе. Индивидуальность и разнообразие живых систем и нередко невоспроизводимость результатов сложных биологических экспериментов сегодня очевидны. Это новое направление биофизики и математики называют **современной парадигмой нелинейного мышления**. Признание современной наукой парадигмы нелинейного мышления знаменует конец представления о всемогущем знании и возможности предсказания даже в случае полного понимания структуры системы.

Решения, найденные природой за миллионы лет, оптимальны и имеют громадную ценность. Попытки перекроить природу в угоду потребностям человека, в конечном счете, приводят к созданию искусственных экосистем с энергетической эффективностью, гораздо меньшей, чем у природных.

В современной биологии доказано, что чем более устойчива система, т.е. чем разнообразнее ее элементы (живые организмы, биоценозы, экосистемы, из которых складывается биосфера Земли) и чем разнообразнее связи между ними, тем больше вероятность того, что система (биосфера Земли) не подвергнется окончательному (катастрофическому) разрушению по какой-либо причине.

Однако окончательный переход системы в кризисное, или катастрофическое, состояние зависит от силы воздействия, выводящей систему в состояние неустойчивости. Состояние неустойчивости, характеризующее чувствительную к флуктуациям систему, необходимо для любого процесса развития, т.к. смена периодов более или менее устойчивого развития есть природная закономерность. Она лежит в основе эволюции биосферы.

Если внешнее возмущение слишком велико, система с некоторым запаздыванием покидает свои пределы толерантности (устойчивости) и прекращает существование. Изучение критических возмущений важно не только для исключения фатального антропогенного воздействия, но и для предотвращения опасного сочетания возмущений, так как для биосферы в ответ на сочетание многих воздействий характерны синергетические (интегральные) эффекты. Техногенные воздействия

на природу медленно, но верно изменяют природные сообщества: снижая видовое разнообразие, уменьшают диапазон их толерантности.

История Земли знает ряд экологических кризисов и катастроф. Одна из экологических катастроф, вероятно, была связана с накоплением кислорода в океане и атмосфере. При этом произошло массовое вымирание анаэробных организмов. Другие доантропогенные катастрофы преимущественно происходили при изменениях климата, и, как следствие, менялись растительность и животный мир. При катастрофах в периоды горообразования и изменения климата вымирало до 50 % живого на Земле. Однако эти процессы длились тысячи и миллионы лет, и к ним биосфера успевала приспособиться путем естественного отбора.

По мнению Ю. Одума [21], одно из наиболее важных свойств экосистем – отставание гетеротрофной утилизации продуктов автотрофного метаболизма. Человек своей деятельностью начинает ускорять процессы разложения в биосфере, сжигая органическое вещество, запасенное в виде ископаемых горючих веществ (угля, нефти, газа), и интенсифицируя сельскохозяйственную деятельность, которая повышает скорость разложения гумуса. Редуцирующая деятельность человека начинает превосходить продуцирующую деятельность биосферы – в этом еще одна из причин угрозы экологической катастрофы.

Современная экологическая ситуация показывает, что влияние природы на человека зависит от объективных закономерностей ее развития, и это заставляет обращать внимание на изучение механизмов ее целостного функционирования. Так как в природе “все связано со всем”, невозможно воздействие на часть системы без последствия для всей системы (для биосферы, как и для отдельного организма). Отсутствие или повреждение нескольких связей система может компенсировать, но если их будет нарушено много или будут затронуты наиболее существенные из них, система прекращает существование. Чем она сложнее, тем больше у нее скомпенсированных связей, что и позволяет ее долго безнаказанно разрушать. Но потом, когда пройден порог адаптации, наступают необратимые изменения, что и происходит с биосферой в наше время. О судьбе биосферы в будущем беспокоиться не следует, вероятнее всего она продолжит свое развитие. Однако место и роль человека при этом непредсказуемы.

В интересах современного человечества – не доводить дело до крайности (до точки бифуркации), а постараться сохранить биосферу в современном привычном человеку состоянии.

Общество, которое допускает абсолютную свободу действий в сферах, негативно влияющих на биосферу, обречено на поражение. Сегодня численность населения, урбанизация, экономические системы, культуры неразрывно связаны с тем, как мы используем, перерабатываем, выбрасываем или утилизируем природные и синтетические материалы и энергию, и с бесчисленными продуктами, которые из них производятся. Все это свидетельствует о том, что планета и ее население далеки от устойчивого состояния и могут оказаться в неустойчивом положении.

На современном этапе развития можно сказать, что равновесные состояния, в которых будет находиться общество с природной средой, будут **состояниями искусственного равновесия**. Здесь слово “искусственное” означает созданное человеком. В этом словосочетании выражается и активность общества (искусственное), и подчиненность его объективным законам природы (равновесие), образуя некое единство, хотя только к искусственному равновесию природообразующая деятельность человека не сводится, точно так же, как и понятие “естественное равновесие” не полностью отражает ситуацию в нетронутой человеком природе, т.к. и в ней наличествует развитие.

Человек не откажется от преобразовательной деятельности, например, от создания синтетических материалов с новыми, неизвестными в природе свойствами. Он во все большей степени будет нарушать естественное равновесие, но взамен этого должен создавать искусственные циклы в природе. Например, он должен создавать неизвестные природе способы разложения новых синтетических веществ. Развитие человеческого общества может и должно в числе прочего достигаться путем сознательного изменения области, в которой осуществляется его равновесие с природной средой. При таких условиях человек способен управлять своей эволюцией и в социальном, и в биологическом смысле. Эволюция может происходить также по причине независимого от человека изменения области достижения равновесия. Скорости этих естественных изменений по большей части незначительны по сравнению со скоростью изменения природной среды человека, но они должны приниматься в расчет.

**Концепция “искусственного равновесия”**, будучи моментом общей концепции экологического развития, позволяет примирить эволюцию общества с сохранением природной среды и активную преобразовательную деятельность с подчиненностью ее объективным зако-

нам. Понятие “искусственное равновесие” не должно давать повод думать о наличии одного идеального состояния системы “человек – природная среда”, к которому следует стремиться. Оно говорит о развитии данной системы как о единстве качественных и количественных изменений, изменчивости и устойчивости, роста и равновесия.

Н.Ф. Реймерс сформулировал “**правило социально-экологического равновесия**” [25]: “...общество развивается до тех пор и постольку, поскольку сохраняет равновесие между своим давлением на среду и восстановлением этой среды – природно-естественным и искусственным”.

Это правило устанавливает соотношение равновесия и развития.

На основании анализа экологической ситуации можно сделать вывод, что следует говорить скорее не об окончательном решении экологической проблемы, а о перспективах сдвига частных проблем с целью оптимизации взаимоотношений человека с природной средой в существующих исторических условиях. Данное обстоятельство обуславливается тем, что на осуществление целей человечества накладываются ограничения фундаментальные законы природы.

Термодинамические и кибернетические закономерности являются фундаментальными. Их учет имеет огромное значение для выработки природопреобразовательной стратегии человечества. Пытаясь обойти эти ограничения наиболее легким путем, человек нарушает фундаментальные принципы функционирования экологических систем, подрывая естественные основы своего существования.

С учетом глобальных проблем человечества можно сформулировать **главные цели, относящиеся к жизни на земле:**

- **Поддержание существования человеческого рода.** Для достижения цели необходимо минимизировать токсичность окружающей среды и обеспечить основные потребности в еде, воде и крове.
- **Поддержание способности к устойчивому развитию и стабильности социальных систем.** Для достижения цели необходимо надежное снабжение энергией, доступность материальных ресурсов и существование эффективных политических структур.
- **Поддержание разнообразия жизни.** Для достижения цели необходимо поддерживать должное количество природных территорий и максимизировать биологическое разнообразие в пострадавших областях. Возмущения, вызванные быстрыми изменениями климата

или океанической циркуляции, также должны рассматриваться в рамках данной цели.

- **Поддержание эстетического богатства планеты.** Для достижения цели необходимо развивать системы управления отходами, стимулировать сельское хозяйство и сельскохозяйственных технологий, которые позволяют избежать чрезмерного использования земли и эрозии и способствуют сохранению находящейся в общественной собственности неразработанной земли.

### 3.2 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ

У экологических проблем современности есть отличительные признаки, которые придают им масштаб глобальности. Глобальным экологическим проблемам неведомы географические границы и они выходят за пределы ответственности отдельно взятых государств. Их действие таково, что эффективно защитить глобальную окружающую среду можно лишь путем совместных, согласованных и координированных действий. Кроме того, усилий одних правительств недостаточно. Для решения экологических проблем необходимо вовлечение широких слоев населения.

Основные проблемы современной биосферы связаны с техногенной деятельностью человека. Эволюция человека и как биологического вида, и как человечества в целом привела к изменению естественного биогеохимического круговорота и перераспределению энергии на Земле. Все глобальные проблемы современности прямо или косвенно замыкаются на использовании природных ресурсов.

Среди большинства **международных экологических конфликтов** можно выделить четыре **категории**:

- *распределение водных ресурсов;*
- *загрязнение морей;*
- *чистота воздуха;*
- *чистота воды.*

Как показывает время, глобальные экологические проблемы усугубляются, а общая ситуация с сохранением окружающей среды, благоприятной для жизни человека, ухудшается. Одним словом, экологи-

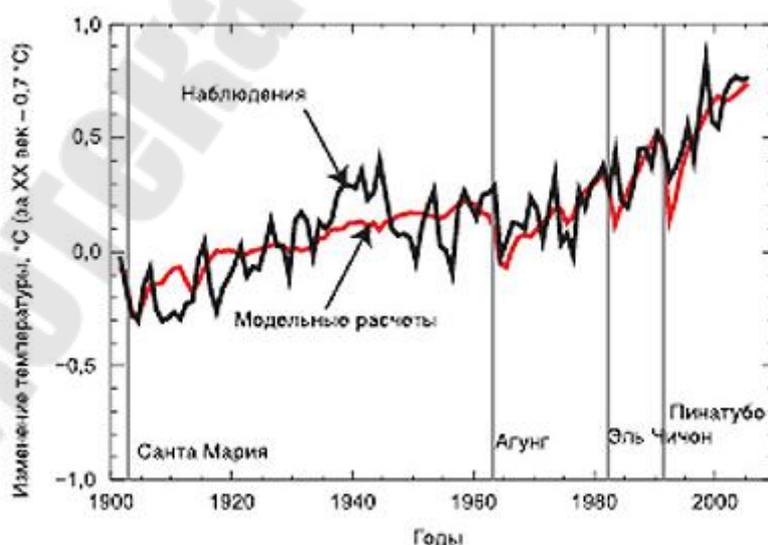
ческий кризис медленно, но уверенно движется к экологической катастрофе. Стремительные изменения окружающей среды заметны повсюду. Тем не менее, большое количество людей этого не замечают или не придают этому особого значения. Более того, имеется немало людей, даже с высшим образованием, которые живут в своем узеньком виртуальном мире, а потому не видят негативных изменений и вообще отрицают наличие экологического кризиса как такового.

**Основные глобальные экологические проблемы современности, находящиеся в поле зрения человечества в начале XXI в.:**

- **Изменение климата Земли, парниковый эффект** (глобальное антропогенное потепление). Проблемы сохранения окружающей среды и изменения климата являются очень важными в развитии человеческой цивилизации. Наиболее очевидным является изменение климата – повышение среднегодовой температуры воздуха, изменение погодных условий на континентах, таяние ледников, учащение и усиление ураганов, наводнений и засух. На графиках [8] показаны: повышение температуры (рисунок 15), таяние Гренландского ледяного щита (рисунок 16).

- **Разрушение озонового экрана**, возникновение так называемых “озоновых дыр”, снижающих защитные возможности атмосферы против поступления к поверхности Земли опасной для живых организмов жесткой коротковолновой ультрафиолетовой радиации.

- **Химическое загрязнение атмосферы**, и, как следствие этого, образование кислотных осадков.



**Рисунок 15 – Рост температуры приземного слоя атмосферы Земли в 1900...2005 годах [8]**

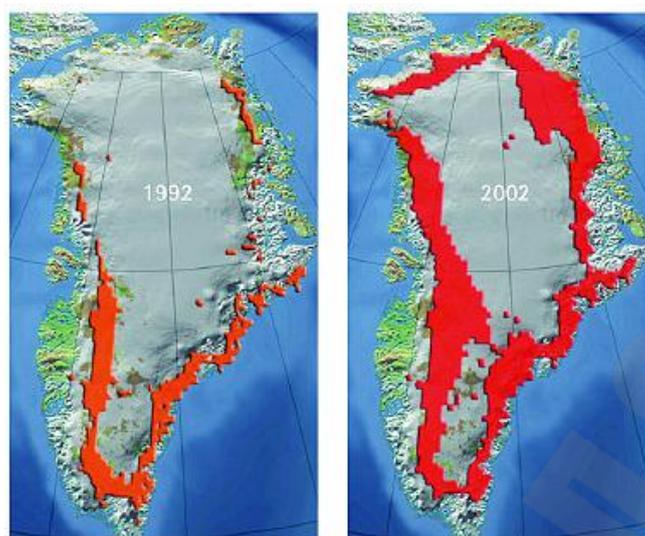


Рисунок 16 – Сезонное таяние Гренландского ледяного щита [8]

- **Демографический взрыв**, относительное перенаселение Земли в некоторых регионах, чрезмерная урбанизация.
- **Загрязнение почв**, уменьшение их площадей.
- **Загрязнение Мирового океана** и изменение свойств океанических вод за счет нефтепродуктов, насыщения их углекислым газом атмосферы.
- **Загрязнение поверхностных вод суши.**
- **Радиоактивное загрязнение** локальных участков с тенденцией его расползания по поверхности Земли.
- **Опустынивание обширных территорий.**
- **Истребление лесного покрова Земли**, уменьшение площадей тропических и северных лесов, сокращение площади тропических лесов и северной тайги – основных источников поддержания кислородного баланса планеты. Хорошо известно, насколько важна биосферная и экологическая функция лесов на планете. С 1990 по 2005 год глобальная площадь лесных массивов сокращалась приблизительно на 0,2 % в год. Наиболее значительные потери произошли в Африке, Латинской Америке и островах Карибского бассейна. В Европе и Северной Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе площадь лесов возросла, однако в целом это не компенсирует глобальные потери. Уничтожаются прежде всего тропические леса, наиболее ценные для сохранения биологического разнообразия и наиболее важные для биосферы.

- **Накопление на поверхности Земли бытового мусора** и всякого рода твердых и жидких отходов, нерациональное управление отходами, образующимися в процессе человеческой деятельности.

- **Уменьшение биологического разнообразия** флоры и фауны и устойчивости экосистем. Биоразнообразие является фундаментом для жизни на Земле и фактором устойчивого развития. Хотя зарегистрировано около 2 миллионов видов, общее их число предполагается от 5 до 30 миллионов. Основная доля этой неопределенности приходится на классы, наиболее богатые видами, такие как беспозвоночные.

В последние 50 лет гибель и исчезновение живых видов на Земле ускоряется. Все доступные свидетельства указывают на то, что шестой цикл вымирания биологических видов на Земле уже запущен. В отличие от предыдущих пяти случаев, которые были следствиями стихийных бедствий и планетарных изменений, текущее сокращение биоразнообразия, главным образом, связано с человеческой деятельностью. Все предпринимаемые немалые усилия по предотвращению гибели биоразнообразия в целом не дают положительного результата. Наоборот, темпы исчезновения видов нарастают. Это говорит о том, что процесс принимает неуправляемый характер. Вполне вероятно, что в ближайшие десятилетия темпы исчезновения видов увеличатся в тысячи и десятки тысяч раз по сравнению с фоновыми показателями, что грозит человечеству и биосфере самыми негативными последствиями.

- **Загрязнение околоземного космического пространства**, последствия которого до конца пока не осмыслены, если не считать реальную опасность космическим аппаратам, включая спутники связи, локации поверхности Земли и другие, широко использующиеся в современных системах взаимодействия между людьми и государствами.

- **Изменение геохимии ландшафтов** в связи с теплоэнергетикой, перераспределением элементов между недрами и поверхностью Земли в результате горнометаллургического передела (например, концентрация тяжелых металлов) или извлечения на поверхность аномальных по составу высокоминерализованных подземных вод.

- **Нарушение глобального и регионального экологического равновесия**, соотношения экологических компонентов в прибрежной части суши и моря.

- **Освобождение** в результате всех вышеуказанных процессов **экологических ниш и заполнение их иными видами.**

- **Исчерпание многих месторождений минерального сырья** и постепенный переход от богатых к более бедным рудам.

- **Усиление социальной нестабильности** как следствия все большей дифференциации разно обеспеченных слоев населения многих стран, возрастания уровня вооруженности их населения, криминализации, природных экологических катаклизмов.

#### **Примеры крупных экологических катастроф:**

- Чернобыльская катастрофа, СССР – радиационное загрязнение территории Украины, Белоруссии и частично России;
- авария на химическом заводе в Севезо, Италия;
- выброс цианистых соединений в Бхопале, Индия;
- заражение питьевой воды, Бангладеш, Индия;
- гибель Аральского моря (исчезновение моря), Казахстан;
- повышение концентрации CO<sub>2</sub> в воздухе, глобальное потепление и гибель кораллов;
- организованный иракской армией сброс нефти в Персидский залив во время войны 1991 года;
- Канадская экологическая катастрофа 1970 г. в Ontario Minamata disease;
- экологическая катастрофа в Венгрии 2010 г. – прорыв дамбы на заводе по производству алюминия, в результате чего сотни гектаров территории, а также Дунай с притоками, были залиты так называемым “красным шламом”;
- взрыв нефтяной платформы Deepwater Horizon в Мексиканском заливе;
- авария на АЭС Фукусима I, Япония.

Экологическая ситуация по основным параметрам ухудшается, по некоторым катастрофически, а принимаемые меры в целом пока еще не дают ожидаемого позитивного эффекта. По ряду направлений достигнуты определенные положительные результаты, однако в целом это пока еще не меняет негативный сценарий экологического кризиса, который медленно перерастает в экологическую катастрофу.

Негативная экологическая ситуация несет в себе огромную опасность для будущего, так как ставит под сомнение многие современные достижения человеческого общества, снижает эффективность борьбы с бедностью и может подорвать мир и глобальную безопасность в связи с обострением борьбы отдельных стран за природные ресурсы. Если мы будем бездействовать, цену за экологическое поражение будут платить последующие поколения, начиная с нынешнего молодого.

Решение глобальных экологических проблем, а значит, и спасение жизни на Земле зависит не только от профессиональных экологов, но также и от всех жителей планеты.

### **3.3 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТОКОВ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Человек в процессе жизнедеятельности непрерывно взаимодействует со средой обитания, со всем многообразием факторов, характеризующих среду. Многие факторы среды обитания оказывают негативное воздействие на здоровье и жизнь человека.

В процессе жизнедеятельности человек непрерывно взаимодействует не только с естественной средой, но и с людьми, образующими, так называемую социальную среду. Она формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытами знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей.

Современный человек непрерывно взаимодействует с окружающей его средой обитания, компонентами которой являются естественная, техногенная (техносфера) и социальная среды.

**В жизненном процессе взаимодействие человека со средой обитания и ее составляющих между собой основано на передаче между элементами системы потоков масс вещества, энергии всех видов и информации.**

Взаимодействие человека с живой и неживой природой, с социальной средой и техносферой основано на обмене потоками веществ, энергий и информации. Потоки отличаются многообразием и в большинстве случаев жизненно необходимы. Человеку эти потоки необходимы для удовлетворения своих потребностей в пище, воде, воздухе, солнечной энергии, информации об окружающей среде. В то же время человек выделяет в жизненное пространство потоки энергии, связанные с его сознательной деятельностью (механической, интеллектуальной энергии), а также потоки масс вещества в виде отходов биологического процесса, потоки тепловой энергии и т.д.

Социальная среда потребляет и генерирует все виды потоков, характерные для человека как для личности, кроме того, социум создаёт информационные потоки при передаче знаний, при управлении обществом, при сотрудничестве с другими общественными формациями.

Социальная среда создаёт потоки всех видов, направленные на преобразование естественного и техногенного миров, формирует негативные явления в обществе, связанные с курением, потреблением алкоголя, наркотиков и т.п.

Потоки масс, энергий и информации распределяясь в земном пространстве, образуют среду обитания для живой природы – человека, фауны, флоры. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда эти потоки находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой.

Ряд потоков (техногенные отходы, потоки при стихийных явлениях, при взрывах и пожарах и т.п.) носят негативный характер, представляя угрозу жизни человека, социальной среде, устойчивому состоянию биосферы и техносферы.

Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека и/или среду. В естественных условиях такие взаимодействия наблюдаются при изменении климата и стихийных явлениях. В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены её элементами и действиями человека.

### **3.4 СУЩНОСТЬ И ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ**

Окружающая природная среда служит условием и средством жизни человека, территорией, на которой он проживает, местом для размещения объектов промышленности, сельского хозяйства и культуры.

Таким образом, сложились две **формы взаимодействия общества и природы**:

- **экономическая** – использование природы для удовлетворения своих материальных и духовных потребностей;
- **экологическая** – охрана окружающей природной среды с целью сохранения человека и его естественной среды обитания.

**Негативная деятельность человека проявляется в формах:**

- *загрязнения окружающей природной среды,*
- *истощения природных ресурсов,*
- *разрушения природной среды.*

### 3.5 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СИСТЕМЫ “ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ”

Современная экология располагает совокупностью правил и законов. Законы экологии являются основой для рационального использования природных ресурсов и управления естественными, аграрными, техногенными и социальными системами.

Одним из результатов экологической революции стало расширение границ экологии с обязательным включением человека. Человек, как часть природы, должен подчиняться законам природы. Сила человека не в том, чтобы перестраивать природу, а в том, чтобы правильно поняв законы ее развития, следовать им.

**Законы развития природы** – законы более высокого порядка для человека, чем законы развития общества. Это – объективные законы. В силу их действия и благодаря им человек появился и может существовать в этом мире.

Законы общества написаны человеком для себя. Они субъективны.

Учение В.И. Вернадского о биосфере формулирует важнейший закон экологии – **закон незаменимости биосферы**, сущность которого в следующем: биосфера – единственная система, обеспечивающая среду обитания живых организмов при различных воздействиях; построение искусственных систем, обеспечивающих такую же стабилизацию окружающей среды, в обозримом будущем невозможно [3, 9].

Сущность современных философско-экологических концепций заключается в том, что процесс взаимодействия человеческого общества и биосферы должен быть управляем таким образом, чтобы неизбежный научно-технический прогресс не привел к деградации биосферы и, как следствие, гибели человечества. Данный этап развития биосферы рассматривается как этап разумного развития, т.е. этап превращения биосферы в ноосферу.

На этом основании сформулирован **закон ноосферы Вернадского** [3, 9]: “...на современном этапе развития человеческой цивилизации биосфера неизбежно превращается в ноосферу, где разум человека играет определяющую роль в развитии природы”.

Основной смысл закона ноосферы в том, что люди должны научиться правильно управлять не природой, а, прежде всего, собой.

Знание и соблюдение законов развития природы в деятельности человека имеет большое значение. Их знание и учет особенно важны

для обоснования нормирования предельно допустимых воздействий на природу, оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду, грамотного планирования мер по охране природы.

Американский ученый-эколог **Б. Коммонер**, обобщив положения биоэкологии и изучив опыт человечества в области природопользования, сформулировал ряд **социально-экологических законов**, выделив из них четыре основных. Рассмотрим их в интерпретации одного из ведущих ученых-экологов России – профессора Н.Ф. Реймерса [25], воспользовавшись аксиомами-поговорками Б. Коммонера:

- **“Все связано со всем”**

Этот закон единства отражает наличие сложнейших связей между явлениями в экологических системах. Всеохватность связей входит в само понятие системы. *Система* – это совокупность взаимосвязанных составляющих, объединенных прямыми или обратными связями в некоторое единство. Вред, наносимый одному компоненту системы, может принести сбой в функционировании всей экосистемы. В природе все взаимосвязано, каждая часть ее уникальна. Это закон о всеобщей связи вещей и явлений в природе и в человеческом обществе, это важное положение в природопользовании. Пока изменения геологической среды слабы и произведены на небольшой площади, они “гаснут” в цепи иерархии экосистем. Но как только перемены достигают существенных значений для крупных экосистем (масштабы речных бассейнов), они приводят к глобальным изменениям во всей биосфере Земли. Слабые воздействия могут не вызывать у природных систем ответных реакций до тех пор, пока, накопившись, не приведут к развитию бурного динамического процесса.

Закон полезен при экологическом прогнозировании, т.к. предупреждает человека от необдуманных воздействий на отдельные части экосистем. Частичное решение одной проблемы может привести к обострению других проблем. Необходимо учитывать в комплексе различные среды, способные оказать воздействие на экосистему в целом.

- **“Все должно куда-то деваться”**

Закон сохранения массы вещества является и одним из важнейших требований рационального природопользования. Он позволяет по-новому рассматривать проблему отходов производства в обществе. Это положение о хозяйственной деятельности человека, отходы от которой неизбежны.

В окружающей среде в соответствии с законом сохранения материи нет такого места, куда бы могли исчезать ненужные нам предметы, отходы производства.

На примерах биотического круговорота веществ видно, как рационально Создатель построил биосферу, где одни организмы или их останки и отбросы служат пищей для других, т.е. биосфера построена по принципу безотходного производства. Человечество же создало производство совсем по иным принципам. Отходы производства не исчезают, а накапливаются и вовлекаются в круговороты веществ, которые ранее не существовали.

- **“Природа знает лучше”**

Это утверждение имеет два **аспекта**:

**Бионический аспект.** Люди создали множество вещей, которых нет в природе. В связи с этим у человека появилась самонадеянность, уверенность в превосходстве над природой. Многого из того, что создал человек, природа не имеет. Это не потому, что природа не могла создать, а потому, что не посчитала нужным. По оригинальности решений, экономичности, эффективности и эстетичности биологические системы намного превышают придуманные человеком технические: сердце долговечнее и энергетически эффективнее компрессоров и насосов; мозг по компактности, многофункциональности и своим логическим возможностям очень долго будет превосходить компьютер.

Но человек не может создать вечный двигатель, в то время как биосфера и есть вечный двигатель. Биосферу нельзя заменить искусственной средой, также как нельзя создать новые виды жизни. Поэтому антропогенное уничтожение видов живого ведет к разрушению основ существования биосферы, человечества.

**Эволюционный аспект.** Принцип **“Природа знает лучше”** определяет, прежде всего, то, что может и что не должно иметь место в биосфере. Правила такого “знания” выработаны на протяжении миллиардов лет при бесчисленном отборе методом проб и ошибок, в подгонке каждого вещества к комплексу условий существования, к огромному множеству других веществ и форм. Все в природе – от простых молекул до человека – проходит жесткий конкурс на право существования в биосфере. Сегодня планету населяет лишь тысячная часть испытанных эволюцией видов растений и животных. Принцип “Природа знает лучше” выражен в том, что структура организма нынешних живых существ биосферы наилучшая в том смысле, что они были тща-

тельно отобраны из неудачных вариантов. Главный критерий этого отбора – вписанность в глобальный биотический круговорот, увеличение его эффективности, заполненность всех экологических ниш. У любого вещества, выработанного организмами, должен существовать разлагающий его фермент, и все продукты распада должны вновь вовлекаться в круговорот. Такова жизнь. С каждым биологическим видом, который нарушал этот закон, уменьшая замкнутость биотического круговорота, эволюция рано или поздно расставалась.

Индустриальная цивилизация грубо нарушает замкнутость биотического круговорота в глобальном масштабе. Это не должно быть безнаказанным. Человек, желая “улучшить” природу, нарушает ход естественных процессов. В этой критической ситуации должен быть найден компромисс самими людьми.

Положение природопользования *“Природа знает лучше”* означает, что нельзя пытаться покорять природу, а нужно сотрудничать с ней. При этом надо помнить, что человек сам является биологическим видом, частью природы, а не ее властелином.

- **“Ничто не дается даром”**

Этот закон объединяет в себе предыдущие три закона. Так как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которой ничто не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения, то все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать, он может быть только отсрочен.

В экологическом смысле за афоризмом *“Ничто не дается даром”* скрывается мысль о качественной направленности развития экосистем. В этом заключается применение закона обязательного перехода количественных изменений в качественные.

*Любое новое приобретение в эволюции системы обязательно сопровождается утратой какой-то части прежнего достояния и возникновением новых, все более сложных форм системы.* Например, постепенное загрязнение среды на определенном этапе может привести к коренным качественным ее изменениям. При этом природная среда превратится в зону, опасную для здоровья человека.

*“Ничто не дается даром”* – это всеобщий закон рационального природопользования.

**Закон ограниченности ресурсов** отражает общую системную закономерность в природе. Взаимодействие между всеми видами живых организмов в биосфере организовано так, что для поддержания стабильности их существования и численности должно сохраняться соответствующее количество доступных ресурсов питания. Размножение любого вида свыше равновесной численности приводит к увеличению потребления ими ресурсов, которых станет не хватать другим видам. В природе действует **правило максимального “давления жизни”**. Организмы размножаются с интенсивностью, которая обеспечивает максимально возможное их число. Если было бы остановлено умирание, то масса живого вещества превысила бы массу земного шара. Этого не происходит. Из-за ограничений по веществу масса питательных веществ для всех форм жизни на Земле конечна и ограничена. Это означает, что общее количество живого вещества всех организмов планеты мало изменяется. Эта закономерность была сформулирована в 1967 г. В.И. Вернадским в виде закона: *количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа*. Поэтому значительное увеличение численности и массы каких-либо организмов в глобальном масштабе может происходить только за счет уменьшения численности и массы других организмов. В борьбе за ресурсы более слабый вид будет вытесняться и его численность будет сокращаться.

“Давление жизни” ограничено емкостью среды и действием правил взаимоприспособленности, внутренней непротиворечивости и соответствия среды генетической предопределенности организма. Если генетические возможности вида близки к исчерпанию, он сначала делается малочисленным (следует учитывать отсутствие или наличие фактора истребления), а затем вымирает.

Этот закон – источник всех форм конкуренции в природе и обществе. Внутри популяций это борьба за пищу, “место под солнцем”, жилище или половое партнерство. Человеческий вид – не исключение.

**Закон внутреннего динамического равновесия** – вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят.

**Закон максимума биогенной энергии** (В.И. Вернадского – Э.С. Бауэра) – любая биологическая и “биокосная” система (система с участием живого), находясь в состоянии “устойчивой неравновесности”, т.е. динамического подвижного равновесия с окружающей ее средой, и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. Закон сформулирован на основе *биогеохимических принципов В.И. Вернадского*:

1. Геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению.
2. При эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию.

**Закон минимума (Ю. Либиха)** – выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т.е. жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму. Дальнейшее их снижение ведет к гибели организма или деструкции экосистемы. Дополнительное правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор иным, функционально близким, веществом или фактором.

**Закон необходимого разнообразия** – любая система не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов. Из этого закона вытекает закон неравномерности развития систем, поскольку это один из способов увеличения разнообразия, а также правило полноты составляющих (компонентов, элементов) системы и правило оптимальной компонентной дополненности.

**Закон оптимальности** – с наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых пространственно-временных пределах (никакая система не может сужаться и расширяться до бесконечности). Фундаментальное положение теории систем, связанное с тем, что размер любой системы должен соответствовать ее функциям. Никакой целостный организм не в состоянии превысить критические размеры, обеспечивающие поддержание его энергетики.

**Закон развития природной системы за счет окружающей ее среды** – любая природная система может развиваться только за счет

использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Закон есть следствие начал термодинамики. Он имеет чрезвычайно важное теоретическое и практическое значение благодаря основным своим следствиям:

1. Абсолютно безотходное производство невозможно (оно равнозначно созданию вечного двигателя).
2. Любая более высокоорганизованная биотическая система, используя и видоизменяя среду жизни, представляет потенциальную угрозу для более низкоорганизованных систем (благодаря этому в земной биосфере невозможно повторное зарождение жизни – она будет уничтожена существующими организмами).
3. Биосфера Земли как система развивается не только за счет ресурсов планеты, но опосредованно за счет и под управляющим воздействием космических систем (прежде всего Солнечной).

**Закон толерантности (В. Шелфорда)** – лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Его применение необходимо при оценке успешности культивирования растений, выращивании сельскохозяйственных животных, оценке возможности акклиматизации диких видов. Закон определяет и положение, по которому любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду. Так, избыток воды даже в засушливых регионах вреден, и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель, хотя в оптимальных количествах она весьма полезна.

**Правило демографического насыщения** – количество народонаселения всегда соответствует максимальной возможности поддержания его жизнедеятельности, включая все аспекты сложившихся потребностей человека. В отличие от других видов живого, социальный человек создает эколого-социальное давление на природу особого рода, включающее удовлетворение всего комплекса его потребностей, далеко выходящих за биологические рамки.

**Правило десяти процентов** – среднемаксимальный переход с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой 10 % (от 7 до 17 %) энергии (или вещества в энергетическом выражении),

как правило, не ведет к неблагоприятным для экосистемы (и теряющего энергию трофического уровня) последствиям.

**Правило замещения экологических условий** (В.В. Алёхина) – любое условие среды в некоторой степени может замещаться другим, следовательно, внутренние причины экологических явлений при аналогичном внешнем аффикте могут быть различными. Например, климатические факторы могут замещаться биотическими – вечнозеленые виды южных растений в более континентальном климате способны расти в подлеске под защитой верхних ярусов, т.е. в создаваемом ими биоклимате.

**Правило меры преобразования природных систем** – в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции). Надсистема высокого уровня иерархии может поддерживать некоторые подсистемы разрушенной системы низшего уровня, но не восстанавливать их. Например, черноземы, возникшие в результате зонального биогеоценотического процесса в лугостепях и лесостепях с их распашкой, зонально поддерживаются, но постепенно деградируют, сохраняя тенденцию к восстановлению лишь при создании естественных условий их образования.

**Правило одного процента** – изменение энергетики природной системы в пределах 1 % выводит природную систему из равновесного состояния. Все крупномасштабные явления на поверхности Земли (мощные циклоны, извержения вулканов, процессы глобального фотосинтеза), как правило, имеют суммарную энергию, не превышающую 1 % от энергии солнечного излучения, падающего на поверхность нашей планеты. Переход энергетики процесса за это значение обычно приводит к существенным аномалиям – резким климатическим отклонениям, переменам в характере растительности, крупным лесным и степным пожарам.

Рассмотренные законы экологии не охватывают все стороны взаимодействия общества и природы, но они закладывают основу нравственного отношения человека к природе.

### **3.6 ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА**

Человек в течение всей своей жизни находится под постоянным воздействием целого спектра факторов окружающей среды – от экологических до социальных. Помимо индивидуальных биологических особенностей все они непосредственно влияют на его жизнедеятельность, здоровье и, в конечном итоге, на продолжительность жизни.

**Ориентировочный вклад различных факторов в здоровье населения оценивается по четырем позициям:**

- *образ жизни*
- *генетика (биология) человека*
- *внешняя среда*
- *здравоохранение.*

Наибольшее влияние на состояние здоровья оказывает образ жизни. От него зависит почти половина всех случаев заболеваний. Второе место по влиянию на здоровье занимает состояние среды жизнедеятельности человека (не менее одной трети заболеваний определяется неблагоприятными воздействиями окружающей среды). Наследственность обуславливает около 20 % болезней

В настоящее время, когда медицина победила многие эпидемические инфекционные заболевания, а оспа практически ликвидирована на всем земном шаре, роль здравоохранения в предотвращении заболеваний современного человека несколько снизилась.

Профилактика же заболеваний зависит от многих причин, начиная с социально-экономической политики государства и заканчивая собственным поведением человека. На здоровье и продолжительность жизни оказывают влияние индивидуальные приспособительные реакции каждого члена общества с его социальными и биологическими функциями в определенных условиях конкретного региона. Понятие “здоровье человека” нельзя количественно измерить. Каждому возрасту свойственны свои болезни.

**В городских условиях на здоровье человека влияют пять основных групп факторов:**

- *жилая среда;*
- *производственные факторы;*

- *социальные факторы;*
- *биологические факторы;*
- *индивидуальный образ жизни.*

При оценке здоровья населения учитывается и такой немаловажный фактор, как фактор региональной особенности, который складывается из целого ряда элементов: климата, рельефа, степени антропогенных нагрузок, развития социально-экономических условий, плотности населения, промышленных аварий, катастроф и стихийных бедствий и т.п.

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

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

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

Воздействие химических соединений способно вызывать практически все патологические процессы и состояния, известные в общей патологии. Причем по мере углубления и расширения знаний о механизмах токсического воздействия выявляются все новые виды неблагоприятных эффектов (канцерогенное, мутагенное, иммунотоксическое, алергизирующее, эмбриотоксическое, тератогенное и другие типы действий).

Существует несколько **принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов действия химических веществ**: полный запрет производства и применения, запрет поступления в окружающую среду и любого воздействия на человека, замена

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

## 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ “ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ”

### 4.1 ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В настоящее время все мировое сообщество активно участвует в работе международных конференций и организаций по охране окружающей среды, разработано множество международных соглашений в этой области.

Усилиями средств массовой информации и экологов в сознание людей и в государственную практику внедряют понятие **экологической безопасности** как элемента государственной и личной безопасности (рисунок 17).



Рисунок 17 – Факторы обеспечения экологической безопасности

Важное место в программе действий в области экоразвития занимает всеобщее экологическое образование, первостепенное значение которого, а также бытовой и производственной экологической культуры, определяет следующая формула:

$$ЭБ = \frac{ЭС}{Ч \cdot П}, \quad (1)$$

где ЭБ – экологическая безопасность;

ЭС – уровень экологического сознания (образования и бытовой культуры);

Ч – численность населения;

П – уровень потребления.

Странами, состояние природной среды которых определяет состояние биосферы в целом, являются Россия, США, Япония, Германия, Китай, Индия, Индонезия и Бразилия.

Несмотря на печальные последствия проводившихся преобразований природы и длительного экстенсивного развития, в мире сохранились достаточно большие нетронутые деятельностью человека экосистемы, в основном на севере и в Сибири. Всемирная сеть биосферных заповедников содержит 564 заповедника, из них 6 в Белоруссии. Россия находится на четвертом месте в мире по видовому разнообразию наземных экосистем. Она имеет 99 заповедников и 33 национальных парка, занимающих всего 2 % территории страны. Это наследство будущих поколений, шанс на сохранение жизнеспособности страны.

Здоровье природной среды и здоровье населения внесено в число приоритетов государственной политики стран.

## **4.2 ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

**Экологизация** – понятие, раскрывающее процесс проникновения экологического подхода, экологических принципов в различные виды и сферы жизнедеятельности людей. Суть этого феномена в науке состоит в выявлении и обследовании связей, существующих между изучаемым той или иной естественнонаучной или социально-экономической наукой объектом и окружающей его природной средой.

**Экологизация производства** – это инструмент обеспечения экологической безопасности и достижения устойчивого развития, интегрирующий социоэкологоэкономические процессы, основанные на принятии взаимосвязанных экономических, технико-технологических, социальных решений, способствующих эффективному достижению экологических целей и задач в эколого-экономической производственной системе.

**Экологизация технологий** – разработка, выбор, внедрение и рациональное использование в производстве технологий, отвечающих современным требованиям сохранения качества окружающей среды.

**Экологизация промышленного производства** нацелена на одновременное повышение эффективности и снижение его природоемкости. Она предполагает формирование прогрессивной структуры общественного производства, ориентированной на увеличение доли продукции конечного потребления при снижении ресурсоемкости и отходности производственных процессов.

**Существует несколько принципиальных направлений снижения природоемкости:**

- изменение отраслевой структуры производства с уменьшением относительного и абсолютного количества природоемких высокоотходных производств и исключением выпуска антиэкологичной продукции;
- кооперирование разных производств с целью максимального использования отходов в качестве вторичных ресурсов; создание производственных объединений с высокой замкнутостью материальных потоков сырья, продукции и отходов;
- смена производственных технологий и применение новых, более совершенных ресурсосберегающих и малоотходных технологий;
- создание и выпуск новых видов продукции с длительным сроком жизни, пригодных для возвращения в производственный цикл после физического и морального износа; сокращение выпуска расходных материалов;
- совершенствование очистки производственных эмиссии и транспортирующих сред от техногенных примесей с одновременной детоксикацией и иммобилизацией конечных отходов; разработка и внедрение эффективных систем улавливания и утилизации отходов.

Каждое из этих направлений в отдельности способно решить лишь локальную задачу. Для снижения природоемкости производства в целом необходимо объединение всех этих способов. При этом центральное место занимают проблемы технологического перевооружения, внедрения малоотходных технологий, экономического и технического контроля экологизации.

**Экологизация энергетики** помимо требований, относящихся к промышленному производству, предполагает осуществление разнообразных мер, которые направлены на:

- постепенное сокращение всех способов получения энергии на основе химических источников, т.е. с помощью экзотермических химических реакций, в том числе окислительных и электрохимических, и в первую очередь - сжигания любого топлива;

- максимальную замену химических источников природными возобновимыми источниками энергии, среди которых ведущая роль должна принадлежать солнечной энергии.

В идеале единственным действительно экологичным химическим топливом может стать только водород, полученный на основе гелиоэнергетического фотолиза воды. Что касается ядерной, в том числе и будущей термоядерной энергетики (на основе того же водорода, но в существенно меньшем количестве), то даже при абсолютном устранении всех форм радиационного загрязнения (что весьма проблематично) остается неустраняемое тепловое загрязнение экосферы.

Экологизация энергетики в рамках преобразования ее топливных ресурсов содержит множество резервов и принципиальных технических решений – от общего сокращения объема энергетики на основе всех форм экономии энергии до изменения структуры использования топлив и технологий преобразования энергии. Сейчас уже и энергетикам становится ясно, что главным мотивом вынужденной экологизации энергетики является не столько близость исчерпания топливных ресурсов, сколько требования глобальной экологии.

Все эти меры очень важны, так как без них общая природоёмкость транспорта в скором времени может превзойти природоёмкость стационарной энергетики и промышленного производства.

**Экологизация сельского хозяйства** еще в недавнем прошлом казалась бы излишним требованием, так как неиндустриализированное земледелие и животноводство были по существу самой экологичной областью хозяйственной деятельности человека. Однако в XX веке произошло быстрое превращение сельского хозяйства в агропромышленное производство со всеми последствиями механизации и химизации. Индустриализация агрокомплексов и ферм, широкое применение минеральных удобрений и ядохимикатов повысили удельную продуктивность агроценозов, но снизили их экологичность и экологические качества сельскохозяйственной продукции. Для преодоления этой тенденции необходим комплекс мер, который помимо требований экологизации, характерных для промышленности, включает также:

- ограничение использования солевых форм минеральных

удобрений и замена их специально трансформированными органическими удобрениями и коллоидированными органоминеральными смесями (эту технологию иногда обозначают как «биологическое» или «органическое» земледелие);

- минимизацию применения пестицидов и максимальную замену их биологическими средствами борьбы с вредителями;
  - исключение гормональных стимуляторов и химических добавок при кормлении животных;
  - предельную осторожность в использовании трансгенных форм сельскохозяйственных растений и других продуктов генной инженерии;
  - применение наиболее щадящих методов обработки земли.
- Дальнейшее изложение касается в основном средств экологизации промышленного производства.

#### **4.3 ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Наша цивилизация породила такое явление как современный город с его мощной инженерно-технической инфраструктурой. Сейчас в городах живет половина населения планеты. С одной стороны, в них сосредоточены основные технические достижения, научные, образовательные и культурные центры, а с другой – трущобы, свалки и всевозможные источники социальной напряженности. Города являются источником развития цивилизации и в то же время они стали одними из главных виновников деградации окружающей среды. Наше общее будущее во многом определяется тем, сможет ли человечество преобразовать города так, чтобы они не уничтожали окружающую среду, а стали бы центрами устойчивого развития и современная цивилизация стала бы естественной частью экосистемы, а не ее антиподом.

В современных городах расходуется основная часть всех добываемых ресурсов. Этим определяется важность такого преобразования городов, когда будут использоваться только экологические технологии для поддержания жизнедеятельности. Чтобы выжить и развиваться дальше с неизбежностью придется осуществить “экологическую” реконструкцию городов и населенных пунктов, чтобы они смогли стать экологически безопасными и для человека, и для всей окружающей

среды, и чтобы и малые населенные пункты и большие города представляли высокое качество жизни людям не в ущерб природе.

К настоящему времени в мире и в нашей республике разработано большое количество концепций и программ для обеспечения перехода к устойчивому развитию, главными пунктами которых, имеющими прямое отношение к экологизации населенных пунктов, являются:

- энергоэффективность зданий;
- энергосберегающие технологии и возобновляемые и альтернативные источники энергии;
- экологически чистые строительные материалы;
- сокращение потребностей в автомобилях и поощрение пешеходов, использования велотранспорта и иных альтернативных видов транспорта;
- поддержание развития небольших городов и сельских населенных пунктов;
- ограничение роста городов и контроль за их ростом;
- усиление роли архитектурно-пространственного планирования городов;
- охрана зелёных зон в городах и вокруг них;
- охрана лесов и биоразнообразия;
- традиционные и местные способы ведения хозяйства на земле;
- минимизация потребления ресурсов;
- минимизация производства отходов;
- рециклинг и повторное использование отходов;
- снижение этажности жилых домов;
- стимулирование развития коллективного и индивидуального жилья с приусадебными участками.

Таким образом можно констатировать, что к началу XXI в. сложилась определённая концепция, отражающая современное представление мирового сообщества о путях и методах решения вопросов устойчивого развития. Характерно, что большинство из этих требований были сформулированы и выдвинуты экологами, физиками, химиками, биологами, социологами и другими заинтересованными специалистами и общественными деятелями.

Особое внимание уделяется направлениям **экологизации транспорта**:

- включение экологических требований в организацию транспортных потоков с целью уменьшения транспортного загрязнения за счет сокращения холостых пробегов и рационализации маршрутов;
- подавление тенденции индивидуализации транспортных средств и содействие развитию комфортного и экономичного общественного транспорта с целью уменьшения общего числа транспортных единиц;
- создание новых транспортных средств и замена одних средств транспорта другими, более экологичными, а также создание новых, более экологичных двигателей для имеющихся транспортных средств;
- разработка и применение более безопасных топлив или других энергоисточников; замена вредных топливных присадок каталитическими средствами оптимизации сжигания; дожигание и очистка выхлопов двигателей внутреннего сгорания;
- пассивная и активная защита от шума.

## 5 ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### 5.1 ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Основные источники загрязнения окружающей среды городов:**

- *промышленные предприятия;*
- *автомобильный транспорт;*
- *энергетика.*

#### ***Промышленные предприятия***

К числу наиболее опасных отраслей промышленности относятся: химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая отрасли, а также металлургия и машиностроение, и приборостроение.

Химическая промышленность дает значительные масштабы загрязнения токсичными веществами. Регионы – Новополоцк, Гродно, Могилев, Светлогорск, Бобруйск, Гомель.

Выбросы наиболее опасных соединений в химической промышленности происходят при производстве пластмасс, резинотехнических изделий (Бобруйск), органических растворителей, искусственных волокон, удобрений и т.д.

Наиболее опасные выбросы – это оксид углерода, оксиды серы и азота, аммиак.

Нефтеперерабатывающие комплексы расположены в Новополоцке и Мозыре. Здесь выбросы могут быть различных веществ, присутствующих в нефти.

Металлургическое производство сконцентрировано в Жлобине. Здесь имеют место выбросы ионов тяжелых металлов. По классификации Всемирной организации здравоохранения известно 5 тяжелых металлов – медь, кадмий, олово, свинец, ртуть. Они вылетают из труб в парообразном виде или газообразном.

В машиностроении и приборостроении наиболее опасные цеха – литейное производство, где идет горячее литье металлов, и гальванические цеха. Там выбрасываются органические растворители, кислоты.

Менее опасна стройиндустрия (щебень, цемент, плиты ДСП).

Здесь бывают выбросы цементной и древесной пыли, фенола и формальдегида.

Оценка интенсивности выбросов загрязняющих показала, что предприятия Беларуси загрязняют окружающую среду в 1,5...2 раза больше по сравнению с индустриально развитыми странами, но значительно меньше, чем страны Центральной и Восточной Европы.

### ***Автомобильный транспорт***

Наибольшее загрязнение атмосферного воздуха происходит от автотранспорта, работающего на углеводородном топливе, т.е. бензине и дизельном топливе. Удельный вес загрязняющих веществ автотранспорта составляет до 80 % на крупных магистралях. Количество выбрасываемых загрязнений определяется составом, объемом сжигаемого топлива и процессом сгорания топлива в автомобиле. Количество автотранспорта в городах постоянно растет, а значит, растет выброс загрязнений. Автомобиль как источник загрязнения имеет ряд особенностей: это подвижный источник загрязнения; отработавшие газы – это сложная смесь токсичных компонентов; поступление этих газов происходит в условиях городской застройки, где их рассеивание затруднено и они сразу же попадают в органы дыхания людей.

Отработавшие газы автомобилей содержат: если бензин, то третью часть составляет угарный газ. Его влияние на человека характеризуется головной болью, тошнотой, рвотой, потерей сознания, смертью. Также содержится оксид серы и азота, могут быть соединения свинца (если применяется этилированный бензин), углеводороды, в том числе сильнейший канцероген – бензопирен.

Отработавшие газы могут вступать в фотохимические реакции, в результате чего образуется смог (смесь тумана и дыма).

### ***Энергетика***

Электроэнергию получают преимущественно на теплоэнергетических станциях, где топливом является уголь, мазут, газ. При сжигании этих видов топлива выделяются газообразные продукты сгорания, которые загрязняют окружающую среду. При применении мазута в атмосферу выбрасывается сажа, оксиды серы и азота и угарный газ. Степень загрязнения зависит от применяемого топлива. Экологически чистым топливом является газ.

Гидроэнергетика используется людьми уже более 100 лет. В СССР получила бурное развитие. ГЭС не загрязняют окружающую

среду, однако они тоже наносят ущерб, поскольку при строительстве плотин происходит затопление больших территорий суши и вырубается леса. В результате страдает водный режим рек, так как строятся на равнинных реках, а также снижается улов рыб.

Очень актуальна проблема влияния атомных электростанций на прилегающие территории. При нормальной работе атомных станций образуются радиоактивные отходы (твердые, жидкие и газообразные вещества). Твердые вещества – это отработанное ядерное топливо. Жидкое вещество – вода, охлаждающая ядерный реактор. Газообразные вещества – радиоактивные газы. Радиоактивному воздействию подвергается не только персонал атомных станций, а также население прилегающих районов.

## 5.2 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Атмосфера является одной из главных частей механизма, регулирующего круговорот воды, кислорода, азота, углерода. Но значение атмосферы заключается и в том, что она является экраном, защищающим жизнь на Земле от губительных воздействий из космоса.

Современная цивилизация осуществляет невиданное давление на природу. Загрязнение природной среды промышленными выбросами оказывает вредное действие на людей, животных, растения, почву, здания и сооружения, снижает прозрачность атмосферы, повышает влажность воздуха, увеличивает число дней с туманами, уменьшает видимость, вызывает коррозию металлических изделий.

Под **загрязнением окружающей среды** следует понимать изменения свойств среды (химических, механических, физических, биологических и связанных с ними информационных), происходящие в результате естественных или искусственных процессов и приводящие к ухудшению функций среды по отношению к любому биологическому или технологическому объекту.

Используя различные элементы окружающей среды в своей деятельности, человек изменяет её качество.

### **Виды загрязнения атмосферы:**

- *загрязнение твердыми частицами;*
- *загрязнение газообразными веществами;*
- *радиоактивное загрязнение;*
- *тепловое загрязнение.*

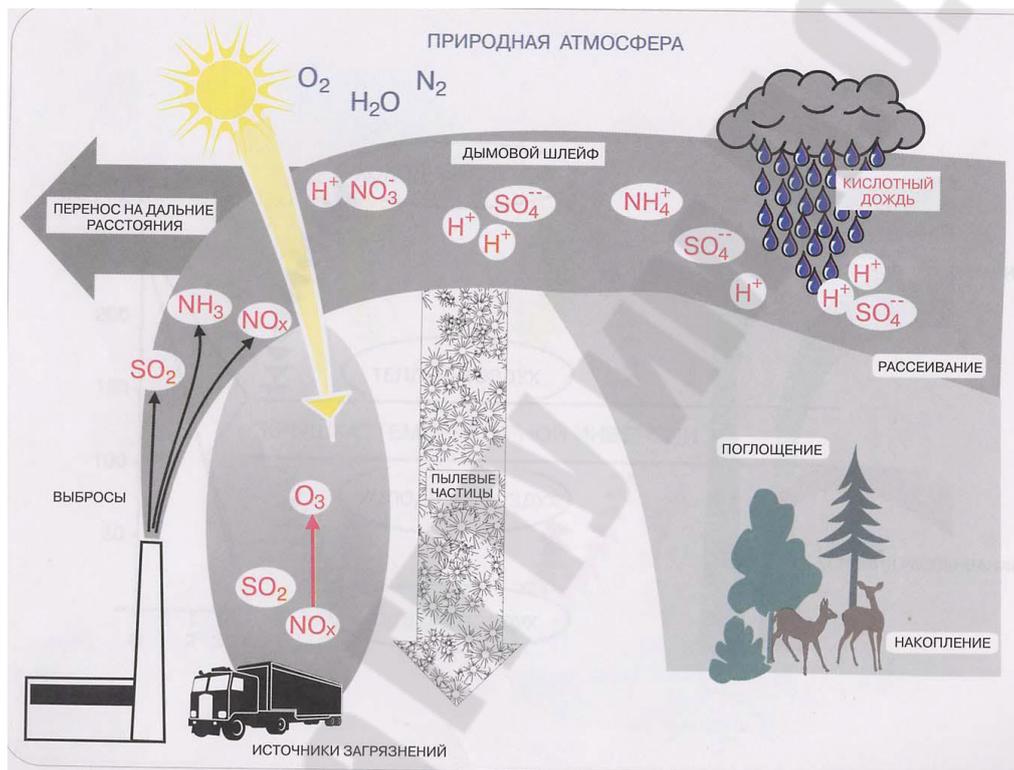
## Источники загрязнения (рисунок 18):

### *Естественные*

- пыльные бури;
- вулканизм;
- лесные пожары;
- выветривание;
- разложение живых организмов.

### *Искусственные (антропогенные)*

- промышленность;
- теплоэнергетика;
- сельское хозяйство;
- транспорт;
- коммунально-бытовое хозяйство.



**Рисунок 18 – Источники загрязнения атмосферы**

**Естественные источники загрязнения** обычно удалены от среды обитания человека, а антропогенные расположены в районах концентрации населения. Однако естественное загрязнение атмосферы человеком может проявляться в больших городах с высокой плотностью населения.

Естественные процессы загрязнения имеют в природе антиподы, способные нейтрализовать действие природного загрязнителя, а многие вещества, созданные человеком, являются инородными по отношению к природе. Атмосфера может содержать определённое количество загрязнителя без проявления вредного воздействия, т.к. происходит естественный процесс её очистки. Увеличение масштабов загрязнения

атмосферы требует быстрых и эффективных способов защиты её от загрязнения, а также способов предупреждения вредного воздействия загрязнителей воздуха.

Главные среди **антропогенных загрязнений атмосферы**:

- **Механическое.**

- **Биологическое (биоценотическое) загрязнение** – загрязнение атмосферы, которое включает виды организмов, появившиеся в ней в результате деятельности человека и наносящие вред ему самому или прочим живым организмам. К ним относят вирусы, бактерии, грибы, гельминты.

Действенные источники микробиологического загрязнения атмосферы – лечебные учреждения, животноводческие, звероводческие и птицеводческие предприятия, предприятия микробиологической промышленности.

- **Параметрическое загрязнение** атмосферы представляет собой изменение физических параметров атмосферы и влияет на её естественно сложившиеся параметры, оказывая угнетающее и дискомфортное воздействия на живые организмы.

Деятельность человека сопровождается использованием значительного энергетического потенциала. Соприкасаясь с окружающей средой, энергетический потенциал вызывает ее параметрическое загрязнение – превышение уровней физических полей относительно нормативных (фоновых) значений.

Параметрическое загрязнение разделяется на:

- шумовое;
- вибрационное;
- световое;
- тепловое;
- информационное;
- ионизирующее излучение;
- электромагнитное излучение.

- **Химическое (ингредиентное) загрязнение атмосферы** – изменение ее естественных химических свойств в результате проникновения в нее химических веществ, нормально отсутствующих в ней; или повышение концентрации веществ сверх нормы, в результате чего повышается или понижается среднесуточное колебание количества каких-либо веществ за рассматриваемый период времени.

Полный перечень всех возможных загрязнений окружающей среды представлен на рисунке 19.

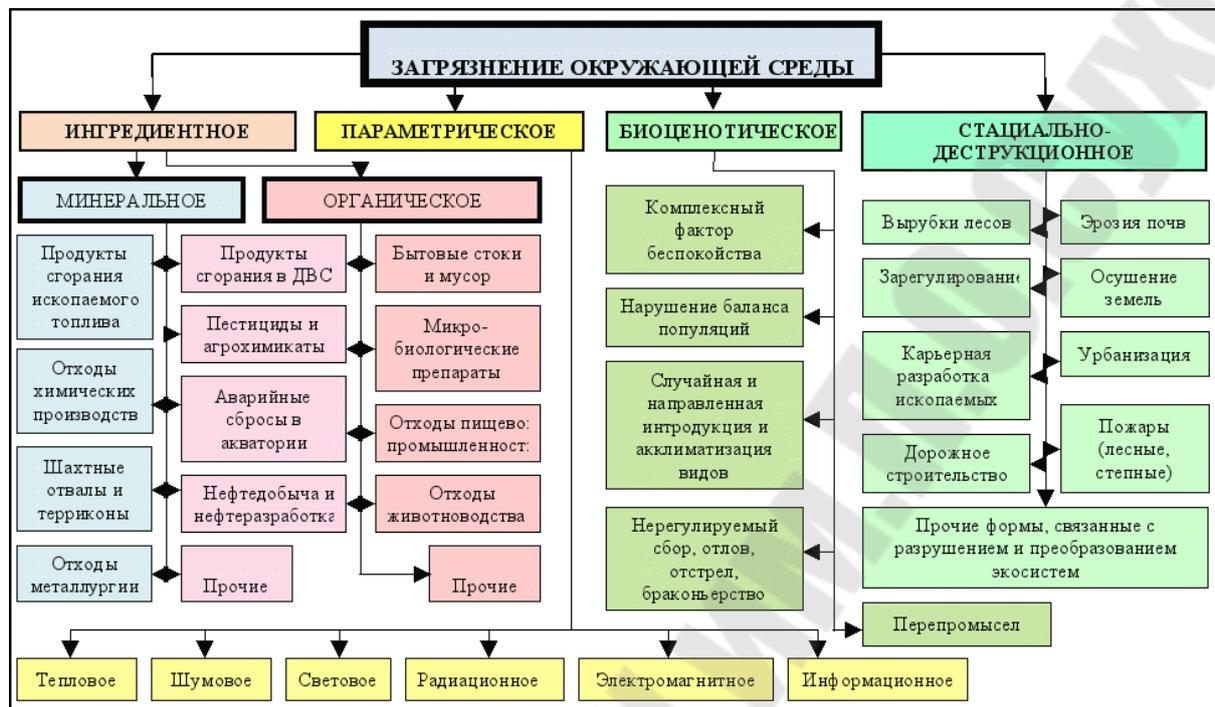


Рисунок 19 – Загрязнение окружающей среды

По масштабам загрязнение окружающей среды можно разделить на *локальное, региональное* и *глобальное*.

Эти три вида загрязнения тесно связаны между собой. Как правило, первичным является локальное загрязнение. Если скорость процесса загрязнения больше скорости естественного очищения, то локальное загрязнение переходит в региональное, а затем, при накоплении количественных изменений, – в глобальное изменение качества окружающей среды. Для глобального загрязнения наиболее важным является временной фактор.

Существование процессов загрязнения окружающей среды свидетельствует об ограниченности ресурсов атмосферы и о пределах её естественного самовосстановления. Например, использование воздуха в производственных процессах издавна предполагало естественные способности атмосферы к восстановлению первоначальных качеств. В частности, дымовые выбросы в атмосферу, содержащие микрочастицы и токсичные вещества, представляют собой не что иное, как метод разбавления. И даже в наши дни при строительстве высотных и сверхвысотных труб продолжают пользоваться этим методом. Однако резкое

возрастание объемов выбросов привело к тому, что масштабы загрязнения вплотную приблизились и даже превышают пределы самовосстановления атмосферы.

При современных уровнях загрязнения вредные вещества от источника загрязнения распространяются на десятки и сотни километров. Само понятие “источник загрязнения” несколько меняет смысл. Если в каком-либо промышленном районе можно выделить точечные источники загрязнения, то в масштабе региона целый промышленный район, крупный город может рассматриваться как единый источник с системой точечных, линейных (автомагистрала) и групповых источников. Более того, весь регион и целая страна может выступать в роли единого источника загрязнения.

*Наиболее значительный источник загрязнения воздуха – **автотранспорт**.* Принято считать, что в большинстве стран мира более половины загрязнения воздуха связано с работой автотранспорта. Значительную долю загрязнения воздуха составляют также выбросы тепловых электростанций, связанные со сжиганием топлива. Причем первенство здесь принадлежит электростанциям, работающим на угле, меньше всего выбросов дают станции, использующие природный газ.

***Предприятия химической промышленности и металлургические предприятия*** выбрасывают в атмосферу большое количество загрязняющих веществ. Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них – газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 5/11 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой. Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к распаду экосистемы.

Все большую тревогу вызывает ***радиоактивное загрязнение***, которое возникло из-за поступления в атмосферу радиоактивных веществ в результате взрывов атомных и ядерных бомб, а также при добыче урана и использовании радиоактивных веществ в различных технологических процессах. Особую опасность представляет радиоактивная

пыль, образующаяся при взрывах. Первичные осадки (наиболее крупные частицы) в виде сухой пыли или с дождем выпадают в течение нескольких часов в районе взрыва или по следу движения радиоактивного облака. Они создают наибольший уровень радиоактивного загрязнения. Вторичные осадки состоят из более мелких пылевых частиц. Попадая в средние слои атмосферы, они могут быть отнесены воздушными потоками на расстояния до нескольких тысяч километров.

В целом все рассмотренные факторы, которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в биосфере.

В результате антропогенного влияния на атмосферу происходит повышение концентрации CO и CO<sub>2</sub>, поступление в атмосферу соединений серы, малых газовых соединений (фреонов, соединений азота), соединений хлора и фтора, дополнительного тепла.

Увеличение CO<sub>2</sub> в атмосфере за 100 лет на 20 % обусловлено увеличением объемов вырубаемых лесов и увеличением выбросов CO<sub>2</sub> при сгорании топлива.

Производство тепла человечеством составляет в среднем 0,006 % от общего его количества. Такой показатель может стать причиной повышения средней температуры только на 0,01 °C. В перспективе даже с увеличением производства энергии в мире в 10...20 раз температура повысится на 0,2...0,3 °C. Тем не менее, в центральных городах поступление антропогенного тепла в несколько раз превышает количество энергии, которую они получают от солнца. Даже в небольших городах эти поступления составляют от 10 до 100 %.

Последствия: колебания прозрачности атмосферы (толщина озонового слоя за последние годы сократилась в среднем на 2,5 %); повышение температуры на 0,4...0,6 °C. В перспективе это приведет к потеплению климата.

Выбросы соединений серы (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>S) очень токсичны и являются причиной кислотных дождей, которые приводят к повышению кислотности грунтов. Соединения серы ускоряют процессы коррозии металлов, разрушения сооружений.

## 5.3 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ

### 5.3.1 Региональные аспекты водопользования Республики Беларусь

**Водные ресурсы** – поверхностные и подземные воды, которые используются, или могут быть использованы, в хозяйственной и иной деятельности [4].

Они заключены в реках, озерах, подземных горизонтах, ледниках.

Пары воды в атмосфере, морские воды, так же как и абсолютное большинство полярных льдов и воды наиболее глубоких подземных горизонтов, в настоящее время не применяются и рассматриваются в качестве потенциальных водных ресурсов. Их будущее освоение зависит от совершенствования техники добычи, ее экономической обоснованности, а также от решения часто непредсказуемых негативных экологических проблем, возникающих при использовании нетрадиционных источников воды.

Значение воды в мировом хозяйстве огромно. Она находит применение во многих отраслях: в энергетике, промышленном, коммунальном водоснабжении, а также при орошении сельскохозяйственных угодий. В ряде случаев ее используют не только для водозабора, но и в качестве транспортных магистралей, рекреационных зон, водоемов для рыбного хозяйства.

**Доступные водные ресурсы рек** слагаются из двух составляющих – **поверхностного и подземного стока.**

**Подземная составляющая стока** – наиболее ценная в хозяйственном отношении, так как она в меньшей степени подвержена сезонным и суточным колебаниям объема. Кроме того, подземные воды реже загрязняются. Именно они формируют преобладающую часть устойчивого стока, при освоении которого не требуется сооружения специальных регулирующих устройств.

**Поверхностная составляющая стока** включает в себя паводковые и талые воды, обычно быстро проходящие по руслам рек.

Общий объем доступных водных ресурсов мира оценивается в 41 тыс. км<sup>3</sup>/г, из которых только 14 тыс. км<sup>3</sup>/г составляют устойчивую часть. Современное общемировое потребление пресной воды в 80-х годах прошлого столетия составило 4...4,5 тыс. км<sup>3</sup>/г. По прогнозам на

конец второго тысячелетия будет использоваться ежегодно 5,7 тыс. км<sup>3</sup> пресной воды, а еще 8,5 тыс. км<sup>3</sup> – загрязняться сточными водами, объем которых составит 1,3 млн км<sup>3</sup>, что равно 21 % полного или 61 % устойчивого стока.

Вода относится к категории возобновляемых природных ресурсов. Тем не менее, ее использование должно строго регламентироваться, чтобы исключить возможность необратимых изменений в состоянии окружающей среды.

Однако имеет место неравномерность и несовпадение территориального распределения водных ресурсов и потребителей воды, что усложняет задачу водообеспечения населения. Большой проблемой является то, что пресный водозапас рассредоточен по континентам неравномерно. На год каждый житель Земли в среднем обеспечен 7,5 тыс. м<sup>3</sup> воды. В Европе норма водообеспечения ниже – 4,7, а в Азии всего 3,37 тыс. м<sup>3</sup>. Человечество уже столкнулось с проблемой ограниченности водных ресурсов, а в ряде отдельных регионов планеты ее нехватка ощущается особенно остро.

**Водопользование** – хозяйственная и иная деятельность, в процессе которой используются водные ресурсы и (или) оказывается воздействие на водные объекты [4].

**Водопользователи** – юридические лица, граждане, в том числе индивидуальные предприниматели, которые используют водные объекты для осуществления хозяйственной и иной деятельности и (или) оказывают воздействие на них [4].

В настоящее время *водопользование в Республике Беларусь осуществляется с изъятием водного ресурса из водных объектов* (хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение и орошение) и *без изъятия* (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, водный транспорт, рекреация).

Водным кодексом РБ предусмотрены следующие **виды водопользования**:

- **Общее водопользование** – осуществляется юридическими лицами, гражданами, в том числе индивидуальными предпринимателями, безвозмездно и без получения соответствующих разрешений.
- **Специальное водопользование** осуществляется юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

К специальному водопользованию относятся:

- изъятие поверхностных вод в объеме свыше 5 м<sup>3</sup> в сутки с

- применением гидротехнических сооружений и устройств;
- добыча подземных вод в объеме свыше 5 м<sup>3</sup> в сутки с применением водозаборных скважин, в том числе самоизливающихся;
  - сброс сточных вод в окружающую среду с применением гидротехнических сооружений и устройств, в том числе через систему дождевой канализации;
  - сброс сточных вод в окружающую среду после очистки на сооружениях биологической очистки в естественных условиях (полях фильтрации, полях подземной фильтрации, фильтрующих траншеях, песчано-гравийных фильтрах) от земляных накопителей.

Специальное водопользование осуществляется на основании разрешений на специальное водопользование или комплексных природоохранных разрешений, выдаваемых территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ.

• **Обособленное водопользование** подразделяется на:

- обособленное водопользование на поверхностные водные объекты (их части) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны;
- обособленное водопользование на пруды-копани, расположенные в границах земельных участков, предоставленных юридическим лицам, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям в установленном порядке, и технологические водоемы.

Поверхностные водные объекты (их части) в обособленное водопользование для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны могут быть переданы юридическим лицам.

Не передаются в обособленное водопользование поверхностные водные объекты (их части), расположенные в границах населенных пунктов.

Право обособленного водопользования на поверхностные водные объекты (их части) для хозяйственно-питьевых, гидроэнергетических нужд и нужд обеспечения обороны удостоверяется государственным актом на право обособленного водопользования, в котором указываются цель, условия и сроки обособленного водопользования

**Водные ресурсы Республики Беларусь** представлены совокупностью рек, озер, водохранилищ, грунтовых и подземных вод.

*Ресурсы поверхностных вод* оцениваются в 58 км<sup>3</sup> в год. По этому показателю РБ занимает восьмое место среди стран СНГ (1,2 % общего стока). Большая часть речного стока формируется в пределах Беларуси, приток воды с соседних государств (России и Украины) равен 21,6 км<sup>3</sup> или 36 %. Таким образом, местные ресурсы речных вод составляют 36,4 км<sup>3</sup> в год.

Для Беларуси характерна значительная дифференциация водообеспеченности, которая усугубляется неравномерным размещением населения и производства. Реки страны принадлежат к бассейнам двух морей – Черного и Балтийского, соответственно 56 % и 44 % площади водосбора, и относятся к средней по водообеспеченности зоне. Из общего числа рек и ручьев (20,8 тыс.) суммарной протяженностью 90,6 тыс. км абсолютное большинство водотоков относится к малым равнинным рекам. Статус достаточно крупных рек, длина которых более 500 км, имеют только семь рек – Западная Двина, Неман, Вилия (бассейн Балтийского моря), Днепр, Березина, Сож и Припять (бассейн Черного моря). Основная часть местного стока образуется в бассейнах Днепра с Березиной и Сожем (11,6 км<sup>3</sup> в год) и Немана с Вилией (9,26 км<sup>3</sup> в год). Значительно меньше приходится на бассейны Западной Двины (7,01 км<sup>3</sup> в год) и Припяти (6,97 км<sup>3</sup> в год). Транзитные воды поступают в Беларусь большей частью по Западной Двине (7,29 км<sup>3</sup> в год) и Припяти (5,74 км<sup>3</sup> в год), остальные транзитные воды (7,67 км<sup>3</sup> в год) распределяются примерно равными долями по Днепру и Сожу. Таким образом, наиболее развитые в хозяйственном отношении и густонаселенные центральные регионы страны (Минская обл. и г. Минск) располагают гораздо меньшими ресурсами поверхностных вод по сравнению с периферийными регионами, которые обладают и транзитным стоком.

Ресурсы поверхностных вод включают также озера и водохранилища. В пределах границы Беларуси насчитывается около 11 тыс. озер. Наиболее богата озерами северная часть страны – Белорусское Поозерье. Многие озера расположены рядом или соединены одним водотоком и образуют группы – Нарочанскую, Браславскую, Ушачскую и др. Самые крупные из озер: Нарочь (площадь зеркала воды 79,6 км<sup>2</sup>), Освейское (52,8 км<sup>2</sup>), Лукомское (37,7 км<sup>2</sup>), Дривяты (36,1 км<sup>2</sup>), Нещердо, Снуды, Свирь.

Обеспеченность водными ресурсами на душу населения в республике составляет 5,8 тыс. м<sup>3</sup>, она близка к среднеевропейской, а по сравнению с соседними странами – выше, чем в Польше и Украине,

ниже, чем в Латвии и Литве. Наиболее обеспечены водными ресурсами Витебская и Гродненская области, наименее – Гомельская и Брестская.

В бассейнах Западной Двины, Немана и верхней части бассейна Днепра формируется более 60 % местного стока. Эти реки отличаются устойчивым и равномерным распределением стока по сезонам года и малой изменчивостью на протяжении долгого времени. В южной части Беларуси, в бассейне Припяти, удельная водообеспеченность ниже. Сток рек испытывает сезонные колебания: весной 61 %, а в межень 31 % годового стока. Центральные районы РБ имеют меньшие ресурсы речных вод, чем пограничные, располагающие транзитным стоком. В Минской области, которая находится на водораздельных возвышенностях, приток транзитных вод минимальный, следовательно, водообеспеченность довольно низкая. В связи с этим для водообеспечения г. Минска эксплуатируется Вилейско-Минская водная система. Для всех водоемов республики характерно сезонное регулирование стока: осенне-весеннее его увеличение и летне-зимнее уменьшение.

Беларусь обладает значительными *ресурсами пресных подземных вод*, многократно превышающими современные и перспективные объемы их потребления. Основные проблемы в использовании подземных вод, как в настоящее время, так и в перспективе, будут обусловлены их качеством.

В целом для Республики Беларусь свойственны маломинерализованные (от 15...50 до 500...700 мг/дм<sup>3</sup>) подземные воды преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава, которые на участках, не испытывающих хозяйственного загрязнения, в основном удовлетворяют общим требованиям европейского и белорусского стандартов. Вместе с тем, известны обширные территории, где их качество не соответствует указанным стандартам из-за высокого содержания железа, реже марганца, бора, а также практически повсеместного дефицита фтора и йода.

Высококачественные подземные воды, удовлетворяющие требованиям стандартов качества питьевых вод, широко распространены в Беларуси в залесенных территориях, не затронутых ни промышленным, ни сельскохозяйственным освоением. Однако и здесь не всегда в подземных водах содержание фторидов соответствует оптимальному уровню 0,7...1,5 мг/дм<sup>3</sup> (СанПиН 10-124 РБ 99), повсеместно наблюдается острый дефицит йода (оптимум 0,1 мг/дм<sup>3</sup>), часто имеют место

превышения по содержанию бора ( $0,5 \text{ мг/дм}^3$ ), железа ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ), марганца ( $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ) и других загрязнителей природного происхождения.

### ***Источники загрязнения подземных вод Республики Беларусь***

Типичными представителями элементов-загрязнителей подземных вод, происхождение которых связывается с подземными геохимическими процессами взаимодействия воды и вмещающих пород, являются *железо, марганец, бор, фтор*, некоторые другие элементы и соединения. Железо широко распространено в подземных водах Восточно-Европейской платформы. На территории РБ железистое загрязнение подземных вод практически повсеместно, что осложняет их хозяйственно-питьевое использование. При содержании железа в воде более  $0,3 \text{ мг/дм}^3$  вода нуждается в обезжелезивании. Высокое содержание железа в водах является важнейшей проблемой, которую приходится решать при эксплуатации многих групповых водозаборов и одиночных скважин. Более 70 % артезианских скважин на территории РБ имеют воду с содержанием железа, превышающим уровень ПДК ( $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ), а в зоне Полесья доля этих скважин достигает 90...95 %.

Во многих случаях, наряду с железом, подземные воды сверхнормативно (допустимо  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ ) обогащены марганцем.

Сверхнормативные концентрации фтора и бора в пресных питьевых водах в большинстве случаев связываются с подтягиванием к водозаборным скважинам фтор- и борсодержащих хлоридных вод верхнепротерозойского водоносного комплекса. Эффективным способом нейтрализации этого процесса может быть регулирование гидродинамического воздействия на верхнепротерозойскую пластовую системы при эксплуатации вышелегающих водоносных горизонтов.

Начиная с 40-х годов прошлого столетия, на природное геолого-геохимическое загрязнение подземных вод питьевого регистра накладывается еще более интенсивное и разнообразное *антропогенное загрязнение*: промышленное, сельскохозяйственное, муниципальное и хозяйственно-бытовое. В результате грунтовые воды, а во многих местах и глубоко залегающие напорные, загрязнены нитратами, тяжелыми металлами, высокотоксичными металлорганическими ионными композициями, пестицидами, а также легко летучими органическими веществами высоких классов опасности (бензол, транс-1,2-дихлорэтилен, фенол, анилин, сероуглерод и др.).

На территории РБ наиболее яркими примерами промышленного

загрязнения являются техногенные ореолы, сформировавшиеся в районе Солигорских калийных комбинатов и Гомельского химического завода. В районе солеотвалов и шламохранилищ Солигорских калийных комбинатов на площади более 15 км<sup>2</sup> сформировалась зона хлоридно-натриевого засоления подземных вод, которая охватывает не только горизонт грунтовых вод, но и глубоко залегающие межморенный водоносный горизонт, палеогеновый и меловой водоносные комплексы. В районе Гомельского химического завода на участках складирования твердых отходов (отвалы фосфогипса) и хранилищ жидких отходов (шламонакопители и др.) подземные воды интенсивно загрязнены по фосфатам, фтору, сульфатам, натрию и хлору.

*Сельскохозяйственное загрязнение* характеризуется меньшей интенсивностью, но охватывает обширные площади сельхозугодий и является, таким образом, региональным. Часто различные виды и площади загрязнений накладываются друг на друга. Так, например, в сельских населенных пунктах на коммунально-бытовое загрязнение повсеместно накладывается сельскохозяйственное, а в городах – промышленное и транспортное.

Загрязнение поверхностных и подземных вод *отходами производства и потребления* – общемировая проблема, однако для Республики Беларусь, эта проблема усугубляется практически полным отсутствием современной инфраструктуры и экологоприемлемых технологий обращения с отходами.

Опасным источником загрязнения подземных вод являются *радиоактивные выбросы от аварии на Чернобыльской АЭС*. В настоящее время в пределах Беларуси площадь территории с плотностью загрязнения <sup>137</sup>Cs выше 37 кБк/м<sup>2</sup> (1 Ки/км<sup>2</sup>) составляет около 46 тыс. км<sup>2</sup>. Заметно влияние поверхностного радионуклидного загрязнения на качество подземных вод. В зоне техногенного ореола ЧАЭС активность подземных вод по цезию-137 может достигать 0,2...0,58 Бк/дм<sup>3</sup>, по стронцию-90 она находится в пределах от сотых до десятых долей Бк/дм<sup>3</sup>. Это существенно выше доаварийных уровней: 0,0066 и 0,0033-0,0185 Бк/дм<sup>3</sup>, соответственно по <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr.

Возобновляемые ресурсы пресных поверхностных и подземных вод в целом по Беларуси сегодня и в перспективе оцениваются как достаточные для удовлетворения потребностей страны в воде.

**Водное хозяйство** формируется как отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, учетом, планированием и прогнозированием комплексного использования водных ресурсов, охраной поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, транспортировкой их к месту потребления.

**Основная задача водного хозяйства** – обеспечение всех отраслей и видов хозяйственной деятельности водой в необходимом количестве и соответствующего качества.

При анализе данных по использованию водных ресурсов как на региональном, так и на отраслевом уровнях, в каждом конкретном случае учитываются все виды использования воды: хозяйственно-питьевое, производственное, сельскохозяйственное водоснабжение, на орошение или прудовое рыбное хозяйство. Так, промышленность использует воду не только на производственные нужды, но и на хозяйственно-питьевые (обеспечение работников водой в процессе производства). Определенное количество воды в промышленности расходуется на орошение, прудовое хозяйство, сельскохозяйственное водоснабжение, т.е. некоторые отрасли обладают собственными подсобными хозяйствами. В то же время под расходом воды на производственные нужды подразумевается использование ее не только в промышленности, но и в сельскохозяйственном производстве и ЖКХ.

Централизованное водоснабжение городов, городских и сельских поселков и промышленных предприятий республики базируется на использовании пресных подземных вод. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод в целом по республике оцениваются в 49596 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время разведано только 13,4 % прогнозных ресурсов.

С 1990 года прослеживается тенденция уменьшения забора воды, прежде всего из поверхностных водных объектов, за счет которых в основном обеспечиваются нужды промышленности и теплоэнергетики. К настоящему времени забор поверхностных вод по сравнению с 1990 г. сократился более чем в два раза. Забор воды из подземных источников также ежегодно сокращается. Это связано с экономией воды в результате установки населением индивидуальных приборов учета воды в жилом секторе. На производстве сохраняется тенденция уменьшения использования воды питьевого качества. С 2002 г. возрастают расходы воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения.

Использование воды в рыбном прудовом хозяйстве остается стабильным. Использование воды на орошение зависит от климатических условий.

Использование водных ресурсов для нужд гидроэнергетики, вследствие равнинности территории республики, идет путем строительства низконапорных гидроэнергетических объектов небольшой мощности. Гидроэнергетический потенциал водных объектов использован только на 3 %. Наиболее благоприятные условия для строительства ГЭС имеются на притоках Днепра, в бассейнах Западной Двины и Немана. В настоящее время в стадии проектирования находится Полоцкая ГЭС на Западной Двине и Гродненская ГЭС на Немане.

**Водные ресурсы – важная перспективная часть природно-рекреационного потенциала.** Из 18 зон отдыха республиканского значения 26 % приурочено к крупным озерным системам и более 50 % – к рекам. Вдоль рек, водохранилищ, озер сосредоточено большое количество санаториев, санаториев-профилакториев, пансионатов, домов отдыха, детских оздоровительных лагерей, турбаз и гостиниц. В настоящее время преобладающим направлениями рекреационной деятельности являются лечебное и оздоровительное. Незначительно используется потенциал акваторий для организованного отдыха и водного туризма. На озерах и водохранилищах к настоящему времени не сложилась устойчивая многофункциональная рекреационная инфраструктура. Возможности массового развития туризма достаточно велики. Перспективным направлением является использование минеральных вод для лечебно-бальнеологических целей. В республике есть резервы увеличения услуг по оздоровлению расселения за счет гидроминеральных ресурсов. Во многих местах ниже зоны пресных подземных вод расположены минерализованные воды, геотермальные воды и рассолы, пригодные для лечебных и промышленных целей.

**Водохозяйственный баланс Беларуси** положительный, водные ресурсы не только удовлетворяют потребности, но и имеют некоторый резерв для развития отраслей народного хозяйства. Водозабор поверхностных и подземных вод на бытовые и хозяйственные цели не превышает в среднем 5...7 % от ежегодно возобновляемых водных ресурсов.

Однако имеет место неравномерность и несовпадение территориального распределения водных ресурсов и потребителей воды, что усложняет задачу водообеспечения населения.

Рост промышленного и сельскохозяйственного производства, высокие темпы урбанизации способствовали расширению использования водных ресурсов Беларуси. Забор речных и подземных вод постоянно возрастал, достигнув максимальной величины, равной  $2,9 \text{ км}^3$ , в 1990 г. В результате спада производства, начиная с 1992 г., отмечается уменьшение водопотребления в различных отраслях экономики. В 1999 г. оно составило  $1,7 \text{ км}^3$ . Снижение суммарного водозабора за 2005...2006 годы наблюдения имело место как в общем по Беларуси, так и практически во всех ее областях, кроме Брестской (увеличение на 12 млн.  $\text{м}^3$ ). Значительное уменьшение общего забора воды из природных водных объектов в г. Минске (на 9 млн.  $\text{м}^3$ ) и в Гомельской области (на 17 млн.  $\text{м}^3$ ) обусловлено снижением объемов забранной воды такими крупными водопользователями, как УП «Минскводоканал» и Светлогорская ТЭЦ. В остальных областях снижение водозабора оказалось не столь существенным: от 2 млн.  $\text{м}^3$  в Гродненской и Могилевской и 7 млн.  $\text{м}^3$  в Витебской и Минской областях [35].

В структуре общего водозабора доминирует забор воды из подземных источников, что также прослеживается во всех областях страны. В системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения объем воды в целом за период 1900...2006 г.г. снизился, но в сравнении с 2005 г. возрос. При этом его наибольшее увеличение (69 млн.  $\text{м}^3$  или 10,5 %) имело место в Брестской и (42 млн.  $\text{м}^3$  или 5 %) в Гомельской областях. В Витебской и Гродненской областях рост составил соответственно 12 млн.  $\text{м}^3$  и 11 млн.  $\text{м}^3$  (около 1 %).

Основными водопотребителями в нашей республике являются ЖКХ и промышленность (59 % общего водопотребления), причем на хозяйственно-бытовые нужды идет значительная часть забираемой воды. Прослеживается постоянная тенденция к сокращению водозабора, что связано с общим падением уровня производства в промышленности и сельском хозяйстве. Потребление воды ЖКХ составляет 46 % общего потребления; производственное водоснабжение – 31,5 %; сельскохозяйственное водоснабжение и орошение – 9,7 %; рыбное прудовое хозяйство – 12,8 %. В региональном аспекте выделяется центральная часть Беларуси, где потребляется почти треть всего объема используемых вод, что совпадает с экономическим потенциалом данного региона.

### **5.3.2 Загрязнение гидросферы**

Человечество потребляет на свои нужды огромное количество

пресной воды. Основными ее потребителями являются промышленность и сельское хозяйство. Наиболее водоемкие отрасли промышленности – горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит до 70 % всей воды, затрачиваемой в промышленности. Главный же потребитель пресной воды – сельское хозяйство. На его нужды уходит 60...80 % всей пресной воды.

Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой изменение их качественных параметров в результате сброса в воду различных загрязнителей антропогенного происхождения, способствует разрушению естественных экосистем. Большинство рек, протекающих в зонах крупных и средних промышленных центров, испытывают высокое антропогенное воздействие из-за поступления в них со сточными водами значительного количества загрязняющих веществ.

Одна из важнейших проблем, связанных с рациональным ведением водного хозяйства, – сохранение требуемого качества воды во всех водных источниках.

**Основными источниками загрязнения** являются сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов и ферм, ливневые стоки в городах и смыв дождевыми потоками ядохимикатов и удобрений с полей.

Сточные воды промышленных предприятий образуются на различных стадиях технологических процессов.

**С нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностью**, транспортировкой нефти и нефтепродуктов связано распространение в водоемах самых стойких загрязнителей – нефтяных масел.

Основными факторами воздействия **теплоэнергетики** на гидросферу являются выбросы теплоты. Когда электростанции употребляют воду для конденсации отработанного пара, они возвращают ее в водоем подогретой на 10...30 °С. Это приводит к уменьшению содержания кислорода в водной среде, увеличению токсичности имеющихся в ней загрязнителей, постоянному повышению температуры в водоемах, уменьшению доступа света к водной растительности, стимулированию роста вредных сине-зеленых водорослей и т.п., что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер.

Велико воздействие на окружающую среду **гидроэлектростан-**

*ций*, которое проявляется как в период строительства, так и эксплуатации. Сооружение плотины приводит к значительному затоплению прилегающих территорий, изменению гидрологического и биологического режимов рек. На мелководьях водохранилищ широко распространено “цветение” воды, т.к. они стали ареной нашествия сине-зеленых водорослей. Отмирая, водоросли в процессе разложения выделяют фенол и другие ядовитые вещества. Рыбы покидают такие водоемы, вода в них становится непригодной для питья и даже для купания.

Опасными загрязнителями водоемов являются сточные воды *целлюлозно-бумажной промышленности*. Они содержат органические вещества, которые в процессе окисления поглощают кислород, вызывают массовую гибель рыбы, придают воде неприятный вкус и запах.

Отходы *химических и нефтехимических производств, горнодобывающей промышленности* засоряют воду солями и растворами. Особенно опасны соединения ртути, цинка, свинца, мышьяка, молибдена и других тяжелых металлов, вызывающих тяжелые заболевания людей и способных накапливаться в организмах обитателей рек, озер, морей и океанов.

*Машиностроительный комплекс* также является потенциальным загрязнителем поверхностных водоисточников (сточные воды, утечка жидких продуктов и т.п.). Гальваническое производство – один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. Основными загрязнителями сточных вод гальванических производств являются ионы тяжелых металлов, неорганические кислоты и щелочи, цианиды, поверхностно-активные вещества (ПАВ).

ПАВ и синтетические моющие средства (СМС) очень токсичны и устойчивы к процессам биологического разложения. Наряду с машиностроением, ПАВ и СМС попадают в водоемы вместе с отходами текстильной, меховой, кожевенной промышленности, с бытовыми и коммунальными сточными водами.

*Сельскохозяйственное производство* сопровождается загрязнением поверхностных водоемов. Ядовитые вещества попадают в водоемы в виде пестицидов, используемых для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Предполагают, что от действия пестицидов сократилось поголовье тюленей в Балтике, запасы промысловой рыбы в Атлантике. Значительную опасность для водоемов представляют смываемые с сельскохозяйственных полей нитраты, фосфаты и калийные удобрения. Сточные воды крупных животноводческих комплексов отличаются высокой концентрацией растворенных

и нерастворенных загрязняющих веществ. Например, из свиноводческого комплекса на 116 тыс. свиней в год сбрасывается ежедневно 5 тыс. м<sup>3</sup> высококонцентрированных сточных вод. Попадая в речные воды, а затем в озера или водохранилища, эти биогенные соединения накапливаются там до токсичных уровней.

Опасным загрязнителем являются **бытовые сточные воды** и **бытовой мусор**, которые содержат 30...40 % органических веществ. Поэтому они являются самым мощным источником загрязнения водных объектов. На бытовые стоки приходится более половины годового объема сточных вод, доля стоков производства составляет 1/4 часть.

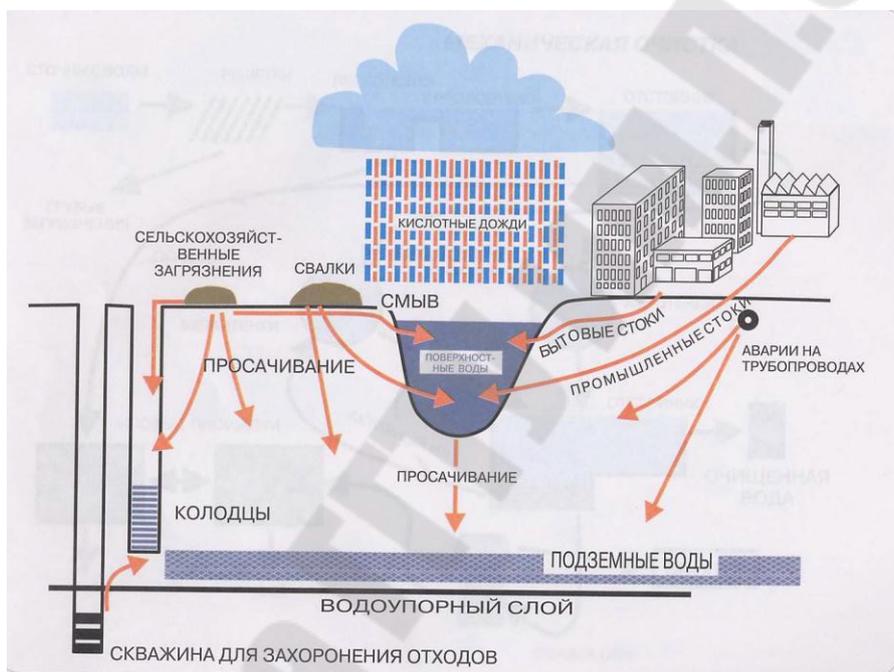
В составе сточных вод в природные водные объекты сбрасываются сульфаты, хлориды, фосфор, азот, нитраты, жиры и масла, свинец и большое количество других веществ. Во время сброса и прохождения материала сквозь столб воды часть загрязняющих веществ переходит в раствор, изменяя качество воды, другая сортируется частицами взвеси и переходит в отложения. Присутствие большого количества органических веществ создает в грунтах устойчивую среду, в которой возникает особый тип иловых вод, содержащих сероводород, аммиак, ионы металлов.

Из общего количества сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы, около 1/3 являются нормативно-чистыми (отводятся без очистки), 3/5 – нормативно очищенными и 1/11 часть – загрязненными. Неочищенные сточные воды нуждаются в многократном разбавлении чистой водой. Нормативно-очищенные воды также содержат загрязнения и для их разбавления на каждый 1 м<sup>3</sup> требуется до 6...12 м<sup>3</sup> свежей воды.

Нагрузка на поверхностные воды обусловлена не только сбросом сточных вод, большое количество загрязняющих веществ поступает с тальными и ливневыми водами с городских территорий, сельскохозяйственных угодий и других источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки.

Особую угрозу жизни водоемов и здоровью людей представляют **радиоактивные загрязнения**. Захоронение жидких и твердых радиоактивных отходов осуществлялось в морях и океанах многими странами, имеющими атомный флот и атомную промышленность. Накопление сброшенных в море радиоактивных отходов, а также аварии атомных судов и подводных лодок, аварии на АЭС представляют опасность не только для нынешнего, но и для будущих поколений.

В условиях тесной взаимосвязи поверхностных и подземных вод процессы загрязнения постепенно распространяются на все большие глубины (рисунок 20). Загрязнение подземных вод вблизи ряда промышленных центров было зафиксировано на глубинах более 50...70 м. Наиболее интенсивно подземные воды загрязняются в застроенных частях населенных пунктов, в районах очистных сооружений, полей фильтрации, свалок, животноводческих ферм и комплексов, складов минеральных удобрений и ядохимикатов, горюче-смазочных материалов. В подземных водах нередко обнаруживаются повышенные концентрации нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов и нитратов.



**Рисунок 20 – Загрязнение поверхностных и подземных вод**

В результате антропогенного воздействия человечества вода теряет способность к самоочищению.

**Самоочищение в гидросфере** связано с круговоротом веществ. В водоемах оно обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов. Поэтому одна из важнейших задач рационального водопользования состоит в том, чтобы поддержать эту способность.

**Факторы самоочищения водоемов** многочисленны и разнообразны, условно их можно разделить на три группы:

- *физические;*
- *химические;*
- *биологические.*

Среди *физических факторов*, обуславливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнителей. Интенсивное течение реки обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентрации взвешенных частиц. В озерах, водохранилищах, прудах действие физических факторов ослабевает. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствует самоочищению водоемов. Важным фактором самоочищения водоемов является ультрафиолетовое излучение солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды.

К *химическим факторам* самоочищения водоемов относят окисление органических и неорганических веществ. Оценку самоочищения водоема выполняют по отношению к легко окисляемому органическому веществу или по общему содержанию органических веществ.

К *биологическим факторам* самоочищения водоема относятся водоросли, плесневые и дрожжевые грибки. Самоочищению водоемов от бактерий и вирусов могут способствовать и представители животного мира. Каждый моллюск отфильтровывает в сутки более 30 л воды.

Чистота водоемов немыслима без охраны их растительности. Только на основе глубокого знания экологического состояния каждого водоема, эффективного контроля за развитием населяющих его живых организмов можно достичь положительных результатов, обеспечить прозрачность и высокую биологическую продуктивность рек, озер и водохранилищ.

В процессе **водоотведения** – совокупности санитарных мероприятий и технических устройств – обеспечивается удаление сточных вод за пределы городов и других населенных мест или промышленных предприятий. Осуществляется водоотведение с помощью ливневой, промышленной и бытовой, внутренней и наружной канализации.

Процессы интенсификации использования водных ресурсов, рост объема сточных вод, отводимых в водные объекты, тесно взаимосвязаны. При увеличении водопотребления и водоотведения главная опасность заключается в ухудшении качества воды. Более половины стоков, сбрасываемых в поверхностные водоемы земного шара, не проходят даже предварительной очистки. Для сохранения самоочищающей способности воды необходимо более чем десятикратное разбавление стоков чистой водой. На обеззараживание сточных вод в настоящее

время расходуется 1/7 часть мировых ресурсов речного стока. Если сброс сточных вод будет возрастать, то в ближайшее время для этой цели потребуется расходовать все мировые ресурсы речного стока.

В связи с этим существуют **рекомендации рационального водопользования:**

- развитие повторного и оборотного водопотребления в промышленности;
- при гидромелиоративных работах уделение особого внимания созданию дренажно-осушительных систем для отвода влаги из мест с избыточным увлажнением;
- бережное отношение к водоохранно-защитной роли лесов, для чего необходимо гибко варьировать процент вырубки, придерживаясь правила: чем выше к истоку, тем меньше вырубать древесины;
- в проектировании противопаводочного и гидроэнергетического строительства следует отказаться от принципа гигантомании: идти по пути сооружения на реках с паводковым режимом системы малых плотин и водохранилищ с мини-ГЭС на их притоках, а также в прокладке каналов межбассейновой переброски паводковых вод;
- широкое использование подземных вод;
- внедрение повсеместного учета водопотребления от рядового жителя до предприятия.

## **5.4 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ**

### **5.4.1 Виды и эффективность использования сельскохозяйственных земель, факторы потерь плодородия почв**

К **сельскохозяйственным землям** относятся земельные участки, включающие в себя сельскохозяйственные и иные земли, предоставленные для ведения сельского хозяйства.

Кодекс Республики Беларусь о земле устанавливает следующие **виды земель сельскохозяйственного назначения** [11]:

- **Пахотные земли** – сельскохозяйственные земли, систематически обрабатываемые (перепаживаемые) и используемые под посевы сельскохозяйственных культур, включая посевы многолетних трав со сроком пользования, предусмотренным схемой севооборота, а также

выводные поля, участки закрытого грунта (парники, теплицы и оранжереи) и чистые пары.

- **Залежные земли** – сельскохозяйственные земли, которые ранее использовались как пахотные и более одного года после уборки урожая не используются для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлены под пар.

- **Земли под постоянными культурами** – сельскохозяйственные земли, занятые искусственно созданной древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) или насаждениями травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, продовольственного, технического и лекарственного растительного сырья, а также для озеленения.

- **Луговые земли** – сельскохозяйственные земли, используемые преимущественно для возделывания луговых многолетних трав, земли, на которых создан искусственный травостой или проведены мероприятия по улучшению естественного травостоя (улучшенные луговые земли), а также земли, покрытые естественными луговыми травостоями (естественные луговые земли).

Согласно Кодексу Республики Беларусь о земле, под **эффективностью использования земель** понимается использование земель, приносящее экономический, социальный, экологический или иной результат [11].

В связи с этим эффективность сельскохозяйственного землепользования можно подразделить на: **экологическую, социальную и экономическую**.

Наибольший интерес с точки зрения сельскохозяйственного производства представляет экономическая эффективность использования земель, которая обусловлена степенью вовлечения их в сельскохозяйственное производство и предопределяется результативными экономическими показателями земледелия и производственной способностью земель. Повышение эффективности использования земли достигается путем установления оптимального соотношения сельскохозяйственных культур, снижением удельных производственных затрат в растениеводстве.

За период 2005...2009 г.г. в структуре земельного фонда по категориям земель произошли существенные изменения. Наблюдалась тенденция к сокращению сельскохозяйственных земель, площадь которых

за пятилетний период уменьшилась на 84,6 тыс. га, и увеличению земель под лесами и древесно-кустарниковой растительностью, площадь которых возросла на 172,5 тыс. га. Произошло сокращение земель, занятых болотами и водными объектами на 10,5 и 6,5 тыс. га соответственно. Площадь сельскохозяйственных земель РБ в 2011 г. составила 8897 тыс. га (43 % к общей площади земель). Сельскохозяйственная освоенность территории сельскохозяйственных организаций увеличилась за последние 35 лет на 10,8 % и составляет в настоящее время 85,3 %. Сокращается площадь пахотных земель в сельскохозяйственных организациях республики: за 2001...2011 г.г. она уменьшилась в среднем на 43,2 тыс. га в год. Распаханность сельскохозяйственных земель при этом увеличилась с 61,6 % (1975 г.) до 66,7 % (1994 г.), а затем – уменьшалась (в настоящее время – 61,2 %). Таким образом, с 2001 г. площадь сельскохозяйственных земель уменьшилась с 9257,7 тыс. га на 360,2 тыс. га и в 2011 г. составила 8897,5 тыс. га.

Основные причины перераспределения земель связаны с реализацией комплекса мероприятий по оптимизации структуры использования земель, составной частью которой явился вывод из оборота малопродуктивных, зарастающих и заболачиваемых сельскохозяйственных земель и передача их в другие виды земель. Одной из причин уменьшения площади сельскохозяйственных земель является безвозвратное их изъятие из сельскохозяйственной деятельности, которое происходит за счет промышленного и гражданского строительства, прокладки дорог, трубопроводов и линий электропередач, создания водохранилищ, открытой разработки полезных ископаемых.

Существенное влияние на структуру земельного фонда Беларуси продолжают оказывать последствия Чернобыльской катастрофы. На 01.01.2010 г. из народнохозяйственного оборота выведено 248,7 тыс. га загрязненных радионуклидами земель или 1,2 % от общей площади земель Беларуси.

### **Загрязнение почв**

Одним из важнейших факторов, сдерживающих устойчивое земледользование и ухудшающих экологическое состояние почвенного покрова, являются процессы деградации земель.

**Деградация земельных ресурсов, связанная с хозяйственной деятельностью, в РБ проявляется в следующих основных формах:**

- *водная эрозия;*
- *ветровая эрозия (дефляция);*

- химическое (в т.ч. радионуклидное) загрязнение земель;
- деградация (минерализация) торфяных почв на осушенных болотах;
- деградация земель в результате добычи торфа, строительных материалов, культуртехнических работ, дорожного и другого строительства;
- коренное преобразование (снижение плодородия) почв при длительном их сельскохозяйственном использовании;
- отведение земель под хозяйственные и селитебные (основная часть городской территории) объекты;
- выгорание осушенных торфяников и лесных земель.

Процессы деградации земель наносят значительный экономический, экологический и социальный вред, внося коррективы в земельную и природоохранную политику страны.

На почвенный покров Беларуси в настоящее время оказывается значительное *антропогенное давление*. В первую очередь это проявляется в накоплении в почвах республики продуктов техногенеза.

Согласно Национальному докладу Республики Беларусь об осуществлении Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель (2006 г.), одним из факторов деградации является *химическое загрязнение земель*. Имеющиеся к настоящему времени данные мониторинга земель, а также результаты эколого-геохимических исследований почв свидетельствуют о том, что химическое загрязнение характерно для городов и прилегающих к ним территорий, придорожных полос автомобильных дорог, зон влияния участков складирования отходов, сельскохозяйственных угодий, промплощадок промышленных предприятий [35].

По данным наблюдений за химическим загрязнением земель в почвах обследованных за пятилетний период 44 городов Беларуси отмечено накопление нефтепродуктов и тяжелых металлов, в меньшей степени – сульфатов и нитратов. Загрязнение почв нефтепродуктами характерно для всех городов. В 50 % населенных пунктов максимальное содержание нефтепродуктов в почвах превышает ПДК в 5...15 раз.

Из тяжелых металлов основными загрязняющими веществами выступают кадмий, цинк и свинец. Медь в повышенных концентрациях встречалась на территории 4 городов. Загрязнение почв никелем и марганцем в обследованных городах не отмечалось.

Единичные случаи загрязнения почв сульфатами, в 1,0...1,5 раза

превышающие допустимый уровень, отмечены в 39 % городов. Превышение нормативов по нитратам характерно для почв только 3 городов.

По результатам локального мониторинга земель, проводимого с 2007 г., выявлено, что приоритетными загрязняющими веществами в почвах на промплощадках предприятий машиностроения и металлообработки являются цинк и кадмий, в меньшей степени медь, никель, свинец и хром. На отдельных участках содержания металлов превышают допустимые нормативы в несколько десятков раз.

Приоритетными загрязняющими веществами на предприятиях топливно-энергетического, химического и нефтехимического комплексов являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нефтепродукты, полихлорированные бифенилы (ПХБ).

На предприятиях, специализирующихся на производстве лаков и красок, основными загрязняющими веществами выступают ПХБ, концентрации которых в отдельных случаях в 100 и более раз превышают допустимый уровень.

На промплощадках предприятий, специализирующихся на выпуске строительных материалов, почвы загрязнены мышьяком. Среднее содержание элемента в почвах отдельных промплощадок в несколько раз выше норматива.

В целом, химическое загрязнение земель носит локальный характер и не оказывает существенного влияния на экологическое состояние природной среды на региональном уровне.

Наиболее опасны продукты радиоактивного распада, которые загрязнили значительную часть почвенного покрова РБ после аварии на ЧАЭС. В настоящее время зона радиоактивного загрязнения охватывает 23 % территории республики.

К отрицательному техногенному фактору на территории Беларуси можно отнести и чрезмерную увлеченность минеральными удобрениями и ядохимикатами, которые подавляют биологическую активность почв, уничтожают микроорганизмы, червей, уменьшают естественное плодородие почв.

### **Факторы потерь плодородия почв**

**Плодородие** бывает:

- *естественное* (изначальная характеристика);
- *искусственное* – достигается системой мелиоративных и агротехнических мероприятий (осушение, орошение, вспашка, внесение удобрений).

В Беларуси наибольшее распространение имеют дерново-подзолистые заболоченные почвы, торфяно-болотные. Основная часть почв низко плодородная. Самые лучшие – дерново-карбонатные. Их доля – 0,3 %. Для того, чтобы вести хозяйство в Беларуси, нужно активно воздействовать на почву. Это влечет за собой необходимость применения различных способов мелиорации, внесения высоких доз удобрений.

**Современное понимание плодородия почв** было предложено относительно недавно профессором кафедры почвоведения Санкт-Петербургского государственного университета А. Поповым. Ученый связал это понятие с процессами кругооборота питательных веществ в почве, симбиозом высших растений и микроорганизмов почвы, а также взаимоотношением последних друг с другом.

Суть в том, что из нерастворимых минеральных компонентов почвы (частиц песка и глины) в пищевой кругооборот вовлекаются содержащиеся в них фосфор, калий и другие элементы таблицы Д.И. Менделеева, необходимые для питания растений. Для того чтобы эффективно решать агротехнологические задачи, нужно признать, что *плодородие есть следствие кругооборота биофильных элементов в природе*. Под этим углом зрения производственные проблемы решаются намного проще: чем быстрее идет кругооборот биофильных элементов в системе “почва-растение”, тем выше урожайность.

Кругооборот этот происходит исключительно благодаря действию того компонента почвы, который специалисты называют активным, или лабильным, гумусом. Пассивный же гумус никакого влияния на плодородие почвы не оказывает.

**Гумус** – это живая биомасса почвы – микробы, жучки, червячки и прочие ее обитатели, а также все то, чем они питаются: разложившиеся остатки растений и животных.

Учение Либиха призывало к минерализации органического вещества почвы и рассматривало активный гумус лишь как потенциальный источник минеральных веществ и компонент почвы, который нужно разложить и минерализовать, чтобы добраться до питательных веществ. В результате многолетней минерализации активного гумуса живая биомасса почв уменьшилась с 30 до 2...4 тонн на гектар, а вместе с этим уменьшался коэффициент отдачи минеральных удобрений. Если на заре внедрения в сельскохозяйственную практику теории Либиха 1 кг вносимых в почву минеральных удобрений давал 28 кг прибавки урожая зерна, то сейчас необходимо 4...5 кг минеральных удобрений.

Последствия потери активной части гумуса таковы, что даже при достаточном обеспечении минеральным питанием растения не могут сформировать полноценный урожай.

Таким образом, *потеря почвенного плодородия (гумуса) наблюдается в результате несоблюдения нормативной технологии земледелия, загрязнения пестицидами и гербицидами, включая и стойкие органические загрязнители (СОЗ).*

При сохранении в агрохимии и земледелии существующих точек зрения на проблему корневого питания растений перспектива превращения почвы из “живого тела” в “субстрат” неизбежна.

Ядохимикаты подавляют биологическую активность почв, уничтожают микроорганизмы, червей, уменьшают естественное плодородие почв. У сотен видов насекомых возникли популяции, устойчивые к ядам, что заставляет искать новые дорогие препараты, усиливать химический пресс. Гибнет множество опылителей, и в связи с этим резко снижается урожайность.

Следствием глобальной химизации являются деградированные почвы, которые не в состоянии обеспечить реализацию потенциала урожайности сельскохозяйственных культур. Сегодня в некоторых почвах отдельные виды микроорганизмов находятся на грани исчезновения. На их место приходят микроорганизмы, нетипичные для почвообразовательных процессов и эффективного взаимодействия с растениями, а корневая система заселяется микроорганизмами, которые выполняют нетипичные функции: они не “кормят” сельскохозяйственные культуры элементами питания, а паразитируют на растительном организме.

Согласно современным представлениям, деградацию почв надо рассматривать не только как результат действия суммы факторов, ведущих к снижению содержания гумуса и ухудшению физико-химических показателей, но и как следствие процессов, сводящих к минимуму, а то и к полному исчезновению, почвенные микроорганизмы, необходимые для гармоничного развития растений.

Потеря биологической активности почв обратила на себя внимание хозяйственников как проблема, из-за которой перестали разлагаться запаханные пожнивные остатки.

Развитие *процессов деградации земель, обусловленных* уничтожением лесной и луговой растительности, эрозией, техногенным загрязнением, несоблюдением технологических процессов при возделыва-

вании сельскохозяйственных культур, истощением пахотных почв является опасным проявлением угрозы глобального экологического кризиса. Усиление процессов глобальной деградации земель также связывают с изменениями климата и расширением территорий, подверженных засухам земель.

К *факторам, вызывающим разрушение почв*, относятся также открытые и подземные разработки полезных ископаемых. До сих пор пахотные земли относятся под строительство. Происходит загрязнение почв промышленными отходами, пестицидами, строительным мусором, городскими свалками. Почвы разрушаются при неумеренном выпасе скота, в результате сведения лесов, нерегулируемых рекреационных нагрузок.

Ущерб, наносимый этими процессами мировому земельному фонду, в последние десятилетия принял угрожающие размеры. Усиливается аридизация обширных территорий (снижение увлажненности), под угрозой распространения пустынь находится большая поверхность суши планеты. Деградация засушливых ландшафтов идет со значительной скоростью. Из недр земли ежегодно добывается минеральные вещества, извлекаются вода, нефть, газ, перемещаются триллионы тонн грунта, на поверхности возводятся крупные инженерные сооружения, создаются водохранилища. В результате активной деятельности людей происходит перераспределение геостатических нагрузок, увеличивается скорость движения участков земной коры, учащаются землетрясения, в некоторых местах опускается поверхность земли.

Почва также обладает способностью накапливать радиоактивные вещества ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и др.).

Одним из существенных факторов, в большей степени способствующих деградации почвенного покрова республики, явилось осуществление широкомасштабной мелиорации (1960...1980 г.г.). Общая площадь мелиорированных земель составляет 16,4 % территории Беларуси. В Белорусском Полесье было осушено свыше 40 % заболоченных территорий. В настоящее время в республике полностью деградировало около 223 тыс. га торфяных почв, на которых слой торфа разрушен полностью или составляет менее 30 см.

Одной из основных причин ухудшения качества земельных ресурсов является ускоренная эрозия почв.

**Эрозия почвы** – это разрушение верхнего плодородного слоя почвы под действием ветра и воды.

Под термином “*эрозия почв*” понимают разрушающее влияние текучей талой, дождевой и ливневой воды, ветра и льда на почвенный покров и подстилающие породы.

В соответствии с этим различают эрозию: *водную, ветровую, ледниковую*.

В результате эрозии смывается или выдувается пахотный горизонт, теряется большое количество питательных веществ, в результате чего снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Эрозия почв представляет большую опасность для сельского хозяйства.

Нормальная, или естественная (геологическая), эрозия происходит в девственной природе. Почва, защищенная растительностью, подвергается ей крайне медленно, снос и разрушение веществ компенсируется процессами почвообразования. Под влиянием же антропогенного воздействия возникает ускоренная эрозия, которая часто приводит к полному разрушению почвы. Причем последнее протекает в 100...1000 раз быстрее, чем при природных эрозионных процессах.

Развитию эрозии способствует ряд антропогенных и природных факторов. Наиболее опасна распашка почв без соблюдения противоэрозионных мероприятий. Ухудшению качества почвы, снижению плодородия и быстрому физическому разрушению способствует также вынос питательных веществ с урожаем возделываемых культур.

Развитие эрозии вызывает уничтожение лесов, лишаящее почву защитного покрова. Леса обладают большой водорегулирующей способностью, т.к. лесная подстилка впитывает атмосферные осадки, переводит их в подземный сток. Удлиняется срок просачивания воды, которая постепенно поступает в нижние почвенные горизонты, а затем в виде подземного стока выливается в реки и озера. С уничтожением леса нарушается водный баланс и возрастает поверхностный почворазрушающий сток. Кроме того, на вырубках меняется термический режим, происходит быстрое иссушение почв, возрастает скорость ветра.

Выдувание верхних горизонтов почвы, песков под влиянием сильных ветров, называемое *ветровой эрозией*, сопровождается потерей самых мелких частиц, с которыми выносятся важнейшие для плодородия химические вещества. При очень сильных ветрах (10...20 м/с), передвигающих мелкие почвенные частички во взвешенном состоянии в воздушном потоке, образуются пыльные, или черные, бури. За один-два дня ветер может снести слой почвы от 1..2 до 2...25 см.

### *Меры по борьбе с эрозией почв:*

- введение почвозащитных севооборотов с обязательным использованием многолетних культур;
- запрещение культивации пород вдоль склонов;
- использование защитных лесонасаждений и гидротехнических сооружений;
- укрепление оврагов, песков и эрозированных склонов через создание лесополос и заравнивание промоин;
- регулирование поверхностного стока воды;
- регулирование выпаса скота, особенно на песчаных почвах.

Важна и многообразна роль лесных насаждений в борьбе с эрозией. На сельхозугодьях, защищенных лесными полосами, создаются лучшие микроклиматические условия для произрастания культур, снижается скорость ветра, уменьшается число суховеев, пыльных бурь. Правильно созданная система полевых защитных полос регулирует и задерживает поверхностный сток, защищает почву от смыва талыми водами и от выдувания ветром. Особенно эффективны лесные полосы при защите сельскохозяйственных земель от ветровой эрозии во время сильных пыльных бурь. Кроме того, лесные насаждения на фоне сельхозугодий выполняют важную роль в сохранении, восстановлении и повышении биологической продуктивности ландшафта.

Помимо эрозии, серьезной проблемой в современном земледелии является **засоление почв** – процесс накопления в верхних горизонтах почвы вредных для растений солей:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  и др.

Самое губительное действие оказывают соли натрия.

В естественных условиях засоление почв происходит через грунтовые воды, насыщенные солями, которые по почвенным капиллярам поднимаются вверх и испаряются. Растворенные соли остаются на поверхности почвы, в пахотном горизонте. Наибольшую опасность в земледелии представляет вторичное засоление орошаемых земель в условиях аридного климата с длительным сухим сезоном. Засоленные почвы наиболее распространены в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни) и представлены солончаками и солонцами.

Засолению подвержено около 50 % площади орошаемых земель мира. Основная причина этого – низкий КПД оросительных систем, строящихся и функционирующих без гидроизоляции, фильтрация из

каналов и другие несовершенства ирригационной сети.

В больших масштабах происходит загрязнение почв путем поступления различных химических веществ, которые, накапливаясь, приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы. Это нарушает геохимическую среду, снижает численность животных организмов, ухудшает плодородные свойства.

Вместе с навозом, фекалиями, городским мусором и другими нечистотами в почву нередко поступают болезнетворные микробы, яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания и иным образом могут вызывать болезни людей и животных. К патогенным бактериям относятся возбудители таких инфекционных заболеваний, как сибирская язва, газовая гангрена, столбняк, ботулизм. Возбудители таких заболеваний сохраняют жизнеспособность в почве многие десятилетия. Из числа временно обитающих в почве микроорганизмов большую группу составляют возбудители кишечных инфекций (брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры), бруцеллеза, туляремии, чумы, коклюша.

#### **5.4.2 Отрицательное воздействие человека на растительность и животный мир**

Изменение генофонда происходит за счет мутаций, вызванных естественными факторами и факторами антропогенного происхождения. Уничтожение, истребление отдельных видов популяций обедняет генофонд планеты, который в настоящее время насчитывает около 1,3 млн. видов только животных. Из 300 тыс. видов высших растений мировой флоры лишь около 2,5 тыс. постоянно применяют в сельском хозяйстве, а 20 тыс. – по мере необходимости.

Наиболее опасна эрозия генофонда планеты, т.к. последний может существовать лишь в условиях видового разнообразия, а все идет к его резкому и неотвратимому оскудению. В обычных условиях каждый вид существует 1,5...2 млн. лет, после чего либо исчезает, но на смену ему приходит новый, либо сам трансформируется в более или менее высокоорганизованный. В условиях техногенного давления современной цивилизации этот процесс нарушен и его направленность изменилась: виды исчезают со скоростью 150...200 видов в год. И это необратимо, ибо с такой же скоростью компенсировать потери природа не в состоянии, вследствие чего исчезнувший насильственным путем вид уходит в небытие навсегда и восстановить его невозможно. Это

означает лишь то, что видовой состав биосферы упрощается, т.к. опустевшая экологическая ниша или не заполняется, или ее занимает более простой вид. Генофонд скудеет, и со временем в природе останутся лишь те виды, чье существование будет полностью зависеть от человека, и паразиты, сопутствующие человеку, чье размножение уже не будет сдерживаться природными антагонистами.

Человек своей деятельностью оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на растительность и животный мир.

**Положительное влияние на растения выражается** в возделывании разнообразных культурных форм, дающих высокий урожай и большое количество зеленой массы, участвующей в фотосинтезе. Человеком проводятся работы по лесовозобновлению, облесению открытых территорий, озеленению населенных пунктов, а также по борьбе с вредителями и болезнями растений. Влияние деятельности человека на животных проявляется и в увеличении численности определенных видов. Под влиянием человека возник совершенно новый, так называемый культурный, ландшафт со специфичной для него фауной. Некоторые виды животных нашли в нем настолько благоприятные условия, что стали встречаться только, или почти только, в нем. К их числу принадлежат, например, такие виды, как сизый голубь, домовый и полевой воробьи, деревенская и городская ласточки, галка, грач и др. Фауна культурного ландшафта имеет обедненный видовой состав, но довольно высокую численность составляющих ее видов. В культурном ландшафте могут уживаться по соседству с человеком промысловые виды: лось, косуля, белка, тетерев, утки.

**Отрицательное воздействие человека на растительность и животный мир** осуществляется двумя путями:

- *прямым* – непосредственным уничтожением;
- *косвенным* – изменением условий существования.

Многие животные и растения подвергаются одновременному воздействию того и другого фактора.

В результате отрицательного воздействия человека наблюдается процесс сокращения растительного покрова Земли (особенно лесного), обеднения видового состава растительности и животного мира. Часть видов растений и животных исчезли полностью, другие перешли в ранг редких и исчезающих.

При современной системе использования биологических ресурсов значительной их части угрожает уничтожение, что может привести

к массовому голоду и другим непредсказуемым последствиям. Для поддержания стабильности биологических ресурсов необходима достаточно высокоразвитая база их воспроизводства.

Численность человечества растет, а количество пахотной земли, на которой выращивается необходимая сельскохозяйственная продукция, в расчете на душу населения уменьшается. Даже если предположить, что общая площадь сельскохозяйственных земель не будет уменьшаться, то и в этом случае количество плодородной земли на душу населения будет снижаться в связи с ростом его численности. Сегодня на каждого жителя планеты, включая детей, приходится по 0,28 га плодородной земли. К 2030 г. посевные площади предположительно вырастут на 5 %, в то время как население Земли, по прогнозам, увеличится до 8 млрд. Это приведет к сокращению количества земли на душу населения до 0,19 га. Практически вся Азия, в частности Китай, будет пытаться прокормить себя из гораздо меньшего расчета площади плодородной почвы на душу населения.

Биологические ресурсы на Земле сократились на 28 % с 1970 по 2008 г.г., говорится в докладе специалистов Всемирного фонда дикой природы (WWF) под названием “Живая планета”. К выводу об уменьшении параметров биоразнообразия на 1/3 специалисты фонда пришли на основе изучения развития более чем 9 тыс. популяций представителей классов позвоночных – млекопитающих, рыб, птиц, пресмыкающихся и амфибий. Эксперты фонда констатируют, что потребление человеком природных ресурсов по сравнению с 1966 г. удвоилось.

Главными пользователями и загрязнителями мировой экосистемы являются (в порядке убывания степени воздействия):

1. Катар;
2. Кувейт;
3. Объединенные Арабские Эмираты;
4. Дания;
5. США;
6. Бельгия;
7. Австралия;
8. Канада;
9. Нидерланды;
10. Ирландия.

Россия в этом списке лишь 33-я.

Список составлен на основе анализа уровня выбросов в атмосферу двуокси углерода, площади лесов и используемых в сельском

хозяйстве земель, объемов промышленных отходов и др.

Люди потребляют в 1,5 раза больше ресурсов, чем может восполнить планета. Мы живем так, будто у нас есть полторы планеты. Такими темпами к 2030 г. нам понадобится уже две планеты, чтобы мы могли поддерживать нынешний образ жизни, а к 2050 г. – три планеты.

Планета не может выдержать столь интенсивного потребления природных ресурсов человечеством. WWF говорит, что наша планета больна, и это подтверждается статистикой. По сравнению с 1970 г. биологическое разнообразие Земли сократилось на 30 %, а в тропических регионах, которые пострадали больше всего, – на 60 %. С 1961 г. произошел резкий скачок спроса на природные ресурсы. На данный момент мы ежегодно потребляем на 50 % больше ресурсов, чем может восполнить Земля. Т.о., траектория нашего развития неустойчива.

Основными факторами экологического давления на планету являются рост населения и чрезмерное потребление. Богатые страны потребляют в среднем в пять раз больше природных ресурсов, чем бедные. Темпы снижения биоразнообразия были наиболее интенсивными в странах с низкими доходами.

## 6 НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

### 6.1 НОРМИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### Гигиеническое нормирование загрязнений атмосферы

**Нормирование качества атмосферного воздуха** – установление нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, нормативов допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, нормативов предельно допустимых уровней (ПДУ) физических воздействий на атмосферный воздух, а также нормативов предельно допустимых концентраций биологических веществ в атмосферном воздухе.

**Предельно допустимая концентрация** – такое содержание вредного вещества в атмосферном воздухе, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

ПДК является основной величиной экологического нормирования содержания вредных веществ в атмосферном воздухе. При определении ПДК учитывается не только влияние загрязняющего вещества на здоровье человека, но и его воздействие на животных, растения, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

Таким образом, высшим показателем является *экологическая предельно допустимая концентрация вещества* – пороговая концентрация, превышение которой приводит к отрицательным последствиям для экосистемы в целом.

Показатель **ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ)** – временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, установленный расчетным методом для проектируемых промышленных объектов.

ОБУВ используется в случаях неустановления ПДК на присутствие примесей в атмосферном воздухе в рабочей зоне. ОБУВ устанавливается временно для химических веществ в мг/м<sup>3</sup>, на которые ПДК

не определены и оговариваются условия их применения в каждом отдельном случае. ОБУВ должны пересматриваться через каждые 2 года с учетом накопленных данных о здоровье работающих или заменяться ПДК.

На основе ПДК разрабатывается научно-технический экологический норматив **ПДВ** (г/с, г/ч) – показатель, при котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов в воздухе населенных мест в случае наиболее неблагоприятных для рассеивания условий.

ПДВ определяется расчетным путем на 5 лет. Этот норматив устанавливается для разовых выбросов и определяется индивидуально для каждого источника загрязнения с таким расчетом, чтобы совокупное воздействие на атмосферный воздух всех источников в данном районе не приводило к превышению ПДК.

С целью установления обоснованных предельно допустимых нормативов воздействия на атмосферный воздух, гарантирующих безопасность здоровью населения и окружающей среде, проводится **нормирование качества атмосферного воздуха**, которое является основным способом охраны атмосферного воздуха от неблагоприятных последствий антропогенной деятельности.

Нормативы предельно допустимых вредных воздействий на атмосферный воздух, а также методы их определения утверждаются органами, осуществляющими государственный контроль в области охраны атмосферного воздуха, и совершенствуются по мере развития науки и техники с учетом международных правил и стандартов. При нарушении нормативов качества атмосферного воздуха деятельность субъектов, осуществляющих выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, может быть ограничена или приостановлена по предписанию органов, осуществляющих государственный контроль в области охраны атмосферного воздуха.

Для достижения и сохранения благоприятного качества атмосферного воздуха устанавливаются **нормативы качества атмосферного воздуха**, к которым в соответствии со ст. 20 Закона “Об охране атмосферного воздуха” относятся:

- нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (ориентировочно безопасных уровней воздействия – ОБУВ) и уровней вредных физических и иных воздействий на него;
- нормативы ПДВ загрязняющих веществ в атмосферный воздух и вредных физических и иных воздействий на него;

- нормативы предельных объемов образования загрязняющих веществ при эксплуатации технологического и другого оборудования, сооружений и объектов;
- нормативы потребления атмосферного воздуха для производственных нужд;
- нормативы содержания загрязняющих веществ в отработанных газах и вредных физических и иных воздействий передвижных источников на атмосферный воздух;
- нормативы удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

*Нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (ОБУВ) и уровней вредных физических и иных воздействий на него*, гарантирующие безопасность здоровью людей и окружающей среде, устанавливаются для оценки состояния атмосферного воздуха и являются едиными для всей территории Республики Беларусь. В случае необходимости, органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, для отдельных районов могут устанавливаться более жесткие нормативы ОБУВ и уровней вредных физических и иных воздействий на него. Указанные нормативы и методы их определения утверждаются и вводятся в действие республиканским органом, осуществляющим государственный санитарный надзор, в порядке, установленном законодательством РБ.

Для оценки экологической безопасности различных источников вредного воздействия на атмосферный воздух проводится **нормирование вредных воздействий на атмосферный воздух**.

*Нормативы ПДВ загрязняющих веществ в атмосферный воздух и других вредных воздействий на него* устанавливаются:

- для каждого стационарного источника выбросов, за исключением источников загрязнения атмосферного воздуха, которым не устанавливаются нормативы ПДВ загрязняющих веществ в атмосферный воздух, по перечню, установленному Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь;
- для различных технологических процессов, технологического и другого оборудования, сооружений и объектов;
- для каждого типа передвижных источников, производимых и (или) эксплуатируемых на территории Республики Беларусь.

Данные нормативы, методы их определения и виды источников,

для которых они разрабатываются, утверждаются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды или его территориальными органами в пределах их полномочий. Так, нормативы ПДВ загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливаются на уровне, при котором выбросы загрязняющих веществ и вредные физические и иные воздействия от конкретного и всех других источников в данном районе с учетом перспективы его развития не приведут к превышению нормативов ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ПДУ вредных физических и иных воздействий на него.

Разработка проекта нормативов, согласование, утверждение и пересмотр нормативов выбросов обеспечиваются природопользователем на основе проектной документации в отношении вводимых в эксплуатацию новых и (или) реконструированных объектов хозяйственной и иной деятельности и данных инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в отношении действующих объектов хозяйственной и иной деятельности. Инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели, в процессе деятельности которых осуществляются выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов более 0,001 тонны в год. При проведении инвентаризации природопользователь обязан выявить и учесть все поступающие в атмосферный воздух загрязняющие вещества от всех стационарных источников выделений и выбросов; возможные источники выделений и выбросов, организованные и неорганизованные, в том числе резервные и неработающие, а также передвижные источники.

## **6.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА**

Статьей 46 Конституции Республики Беларусь каждому гражданину гарантируется право на благоприятную окружающую среду.

Одним из инструментов реализации этого права является государственная экологическая экспертиза.

**Государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ)** – установление соответствия или несоответствия проектной или иной документации по планируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям законодательства об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов.

**Государственная экологическая экспертиза** является предупредительной мерой, которая позволяет на стадии разработки проектной документации до реализации планируемой хозяйственной и иной деятельности оценить масштаб и виды возможного вредного воздействия на окружающую среду и разработать достаточные мероприятия, направленные на уменьшение или предотвращение вредного воздействия на окружающую среду.

**Главной целью экологической экспертизы** является обеспечение экологической безопасности любой планируемой деятельности. Особое внимание в целях обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности объектов уделяется градостроительным проектам, проектным решениям по строительству и реконструкции объектов, эксплуатация которых может привести к тяжелым экономическим, социальным и экологическим последствиям.

**Объектами государственной экологической экспертизы** проектной документации являются:

- проекты планов (программ), основных направлений, схем развития и размещения производительных сил и отраслей народного хозяйства республики;
- предпроектная и проектная документация на строительство,
- реконструкцию, расширение, техническое перевооружение и ликвидацию народнохозяйственных объектов и комплексов, не зависимо от форм собственности;

В целях законодательного закрепления практики применения положений международного соглашения – Конвенции об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Конвенции Эспо), которая 8 февраля 2006 года вступила в силу для Республики Беларусь, приведения национального законодательства о государственной экологической экспертизе в соответствие с нормами принятых республикой международных соглашений совершенствуется нормативная правовая база Республики Беларусь в области государственной экологической экспертизы.

С 21 мая 2010 года вступил в силу новый Закон Республики Беларусь “О государственной экологической экспертизе” и принятое в его развитие постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 мая 2010 г. № 755 “О некоторых мерах по реализации Закона Республики Беларусь “О государственной экологической экспертизе” ”,

которым утверждены Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы и Положение о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду.

С 22 октября 2011 года вступили в силу внесенные в названные акты законодательства изменения и дополнения в части уточнения объектов строительства, подлежащих государственной экологической экспертизе и оценке воздействия на окружающую среду. Изменения также коснулись перечня административных процедур, осуществляемых министерством и его территориальными органами в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, в части исключения административной процедуры по выдаче экологических условий на проектирование и сокращения состава проектной документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу.

Значительная практическая работа министерством ведется в рамках осуществления Республикой Беларусь обязательств по Конвенции Эспо в отношении планируемых к строительству на территории Республики Беларусь объектов, которые могут оказать вредное трансграничное воздействие на окружающую среду соседних государств. Информация по таким объектам размещена на сайте Минприроды в разделе “Оценка воздействия на окружающую среду”.

Государственная экологическая экспертиза проектной документации проводится специализированными экспертными подразделениями системы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды с участием, в необходимых случаях, других органов государственного контроля в области использования и охраны природных ресурсов.

Срок проведения государственной экологической экспертизы проектной документации составляет 2 месяца со дня поступления полного её комплекта в органы Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В соответствии с Законом Республики Беларусь “О государственной экологической экспертизе” срок рассмотрения проектной документации может быть продлен только Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды, но не более чем на 3 месяца.

Основными направлениями деятельности территориальных органов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды в области государственной экологической экспертизы являются:

- участие в комиссиях по выбору участков под строительство

объектов

- проведение государственной экологической экспертизы проектной документации
- приемка законченных строительством объектов на соответствие требованиям экологической безопасности
- контроль за выполнением требований и условий реализации проектных решений в части охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов на стадии эксплуатации объектов.

Кроме того, с 2012 года структурным подразделениям государственной экологической экспертизы Минприроды и комитетов возложены обязанности выдачи комплексных природоохранных разрешений.

### 6.3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

Большинство предприятий, работа которых связана с непосредственным воздействием на окружающую среду, знакомы с понятиями системы экологического менеджмента и экологического аудита.

Неотъемлемая часть общей управленческой системы предприятий, включающая в себя организационную структуру, перспективное планирование, практические методы планирования работы на предприятии, а также все процессы и ресурсы, необходимые для предварительной разработки, внедрения и последующей реализации экологической политики конкретного предприятия – все это экологический менеджмент.

**Экологический аудит** – обязательная составляющая экологического менеджмента любого предприятия, сфера деятельности которого связана с воздействием на окружающую среду.

Аудит представляет собой полную проверку, которая позволяет оценить степень соблюдения организацией всех требований, норм и актов, относящихся к экологической безопасности и предоставить объективную оценку соответствия деятельности предприятия действующему законодательству.

**Экологический аудит** осуществляется по двум основным направлениям:

- В сфере внутреннего обеспечения работы предприятия, что

позволяет контролировать уровень безопасности здоровья сотрудников, и внешней деятельности предприятия, позволяющей оценить воздействие работы предприятия на окружающую среду.

- Возможен узкоспециализированный анализ, направленный на одну из областей экологии, например, выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, хранение и ликвидация отходов производства.

В любом случае анализ воздействия предприятия на окружающую среду затрагивает следующие **объекты**:

- территория предприятия и санитарно-защитная зона;
- хозяйственная деятельность предприятия, в том числе, здания и сооружения, технологии и производства, выбросы в атмосферу, сбросы сточных вод, сбор и хранение отходов производства, учет и ведение природоохранной документации, словом все аспекты обуславливающие влияние предприятия на окружающую среду;
- документация (эксплуатационная, техническая и пр.), за исключением бухгалтерской отчетности;
- иные объекты, так или иначе связанные с использованием природных ресурсов и являющиеся агентами воздействия на окружающую среду и экологическую безопасность населения.

Экологический аудит подразделяется на:

- *обязательный*;
- *инициативный*.

В данных рамках могут встречаться следующие его **виды**:

- определение соответствия субъекта хозяйственной деятельности природоохранным требованиям;
- оценка эффективности системы экологического менеджмента;
- оценка экологической безопасности используемого сырья, оборудования, технологий;
- оценка экономического ущерба от загрязнения;
- оценка опасности отходов;
- определение рациональности природопользования на конкретной территории;
- оценка энергопотребления и предложение путей по его снижению;
- определение объема выбросов парниковых газов и выработка

мероприятий по их снижению;

- оценка экологического риска в результате техногенных аварий и стихийных природных процессов;
- выделение экологических проблем и разработка мероприятий по их решению;
- обоснование принимаемых нормативно-правовых актов на предмет экологической безопасности.

**Экологический аудит проводится в три этапа:**

- *подготовительный;*
- *основной;*
- *заключительный.*

Каждый из указанных этапов имеет свои цели и задачи, от правильной постановки которых зависит своевременное и качественное проведение экологического аудита.

**Подготовительный** этап включает следующие подэтапы:

- предварительное знакомство с экоаудируемым субъектом;
- подготовка анкеты для экоаудируемого субъекта на представление основной документации и общей информации об объектах аудита;
- анализ заполненной анкеты и основных документов экоаудируемого субъекта, на основании которого определяется объем работ, необходимые ресурсы для его проведения;
- разработка плана проведения экологического аудита, в том числе ситуационного в случае, если территория объекта превышает 10 га, и его согласование с руководством экоаудируемого субъекта;
- разработка рабочих документов.

**Основной этап** – этап проведения непосредственно экологического аудита на объекте. Включает следующие подэтапы:

- проведение предварительного совещания, на котором должно присутствовать высшее и среднее звено руководства предприятия. Работникам экоаудируемого субъекта представляют экоаудиторскую группу, определяют должностных лиц от предприятия, которые будут сопровождать каждого из экоаудиторов и обеспечивать его необходимой информацией и связью с разными структурами предприятия, доводят до сведения всех присутствующих план проведения работ, если необходимо, уточняют его, определяют порядок информирования ру-

ководства о предварительных итогах работы (ежедневно, после завершения работ и т.п.), определяют сроки проведения заключительного совещания;

- проведение экологического аудита “на месте”, т.е. непосредственно на объекте. На данном этапе осуществляется ознакомление с документацией структурных подразделений, являющихся объектами аудита, проводится опрос специалистов и визуальный осмотр объектов аудита, фиксация результатов опроса и осмотра;

- предварительный анализ полученных данных и выявление несоответствий природоохранному законодательству, подготовка предварительного краткого отчета по результатам экологического аудита;

- проведение заключительного совещания, на котором должны присутствовать все те, кто был на предварительном совещании, а также лица, которых посчитает нужным пригласить руководство предприятия или попросит пригласить руководитель эоаудиторской группы. На заключительном совещании происходит ознакомление руководства предприятия с предварительными результатами экологического аудита, указываются основные несоответствия природоохранному законодательству. С предварительными результатами может выступить руководитель группы либо, по его решению, каждый из эоаудиторов по своему направлению деятельности.

На *заключительном этапе* работ по экологическому аудиту проводится:

- подготовка отчетов эоаудиторами по своим направлениям деятельности;

- подготовка сводного отчета по результатам экологического аудита;

- подготовка эоааключения по результатам экологического аудита;

- передача отчета руководителю эоаудируемого субъекта.

## 7 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### 7.1 КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Негативные последствия техногенного воздействия на атмосферу обуславливают необходимость усиления работы по ее охране как со стороны государства, так и общественности в аспекте широкомасштабной политики экологической безопасности. Необходимость принятия кардинальных мер по защите воздушной среды обуславливается и тем, что ее загрязнение влечет за собой адекватное загрязнение других компонентов природной среды, так как загрязняющие вещества со временем поступают в гидросферу и литосферу.

**Охрана атмосферного воздуха** представляет собой совокупность организационных, экономических, технических, правовых и иных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения атмосферного воздуха.

При разработке мероприятий по снижению загрязнения атмосферы промышленными выбросами необходимо учитывать: взаимодействие всех выбросов (технологических и вентиляционных, организованных и неорганизованных и др.); фон загрязнения, создаваемый соседними предприятиями; природно-климатические и атмосферные условия; рельеф местности и условия проветривания, связанные с планировкой и застройкой площадки; перспективу развития предприятия или промышленного узла.

**Группы мероприятий** (по направлениям деятельности) **по снижению загрязнения атмосферы:**

- **Организационно-правовые.** Включают формирование нового эколого-правового мировоззрения в области охраны атмосферного воздуха, эффективную реализацию государственной экологической политики, создание современного экологического законодательства и нормативно-правовой базы экологической безопасности, а также меры государственного, административного и общественного контроля за выполнением функций по охране атмосферного воздуха. К ним относятся:

- *Международные правила и нормативы в области регулирования воздухоохранной деятельности;*
- *законодательство по охране атмосферного воздуха;*
- *стандарты и нормативы, а также гигиенические нормативы (ГН).*
- **Архитектурно-планировочные** мероприятия при размещении промышленных предприятий, планировочные воздухоохранные мероприятия на транспортном комплексе.
- **Технологические** – экологические технологии и сервотехнологии, в том числе повышение роли зеленых насаждений в обеспечении чистоты атмосферного воздуха.
- **Эксплуатационные.**

Перечисленные группы мероприятий реализуются независимо друг от друга, и это позволяет достичь определенных результатов. Но комплексное их применение обеспечивает максимальный эффект.

**Охрана атмосферного воздуха на международном уровне** урегулирована **Конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния** (1979 г.) – многосторонним рамочным соглашением, содержащим общие обязательства государств по контролю за загрязнением, обмену информацией о состоянии окружающей среды, взаимным консультациям, мониторингу атмосферного воздуха, оценке трансграничного воздействия. Конвенция дополнена протоколами по сокращению выбросов конкретных загрязняющих веществ в атмосферу: “О сокращении выбросов серы или их трансграничных потоков на 30 %”, “Об ограничении выбросов окислов азота или их трансграничных потоков”.

На международном уровне урегулировано исключительно трансграничное загрязнение воздуха на большие расстояния, понимаемое как загрязнение воздуха, физический источник которого находится полностью или частично в пределах территории, находящейся под национальной юрисдикцией одного государства, и отрицательное влияние которого проявляется на территории, находящейся под юрисдикцией другого государства, на таком расстоянии, что в целом невозможно определить долю отдельных источников или групп источников выбросов.

**Другие международные документы, регламентирующие охрану атмосферного воздуха:**

- Конвенция по защите озонового слоя (1985 г.);
- Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой (16 сентября 1987 г.);
- Протокол о веществах, приводящих к сокращению озонового слоя (1987 г.);
- Киотский протокол – международный документ, принятый в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (декабрь 1997 г.);
- Концепция устойчивого развития, принятая на второй Международной конференции ООН по охране окружающей среды и устойчивому развитию 5 июня 1992 г.;
- Декларация и общеевропейская программа по транспорту, охране окружающей среды и здоровья (2002 г.)

#### **В Республике Беларусь приняты:**

- Закон “Об охране окружающей среды” от 26.11.1992 г. (в редакции 2013 г.);
- Закон “Об охране атмосферного воздуха” от 16.12.2008 г. (в редакции 2012 г.);
- Закон “Об охране озонового слоя”;
- СТБ 17.08.02-01-2009 “Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух. Вещества, загрязняющие атмосферный воздух. Коды и перечень”;
- Постановления Министерства здравоохранения; Санитарные нормы, правила (СНиП) и ГН (код Межгосударственного классификатора стандартов – 13.040.20 “Окружающая атмосфера”); технические кодексы установившейся практики (ТКП 17.08-XX-XXX) в области охраны окружающей среды и природопользования.

Законом Республики Беларусь “Об охране атмосферного воздуха” предусмотрены **требования по охране атмосферного воздуха при осуществлении хозяйственной и иной деятельности на всех этапах такой деятельности:**

- при проектировании, строительстве, реконструкции городов и других населенных пунктов;
- при размещении, проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых производственных и сельскохозяйственных комплексов, предприятий, сооружений и других объек-

тов, совершенствовании существующих и внедрении новых технологических процессов и оборудования;

- при внедрении открытий, изобретений, новых технических систем;
- при применении средств защиты растений, стимуляторов их роста, минеральных удобрений и других препаратов.

**С целью охраны атмосферного воздуха запрещается:**

- ввод в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, не соответствующих требованиям законодательства об охране атмосферного воздуха;
- внедрение открытий, изобретений, рационализаторских предложений, новых технических систем, транспортных и иных передвижных средств и установок, веществ и материалов, если они не соответствуют установленным в Республике Беларусь требованиям по охране атмосферного воздуха и не обеспечены техническими средствами контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и вредными физическими и иными воздействиями на него;
- применение и разведение биологических микроорганизмов, не свойственных природе данного региона, а также полученных искусственным путем, без разработки эффективных мер предотвращения их неконтролируемого размножения.

**Основные меры охраны атмосферного воздуха:**

- нормирование качества атмосферного воздуха;
- установление экологических требований по охране атмосферного воздуха при проектировании, строительстве, реконструкции, вводе объектов в эксплуатацию, эксплуатации таких объектов;
- государственный контроль в области охраны атмосферного воздуха;
- государственная экологическая экспертиза проектируемых, строящихся и реконструируемых предприятий, сооружений и других объектов, эксплуатация которых может повлиять на состояние атмосферного воздуха;
- мониторинг атмосферного воздуха;
- государственный учет вредных воздействий на атмосферный воздух;
- взимание налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

## 7.2 ОХРАНА И КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ

Приоритетными проблемами охраны поверхностных и подземных вод являются отсутствие и физический износ очистных сооружений, отсутствие или низкий технический уровень систем дождевой канализации на предприятиях, недостаточность внедрения современных технологий на очистных сооружениях канализации, загрязнение грунтовых вод урбанизированных территорий нитратами, хлоридами, тяжелыми металлами и другими химическими веществами.

При размещении, проектировании, строительстве новых предприятий должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие рациональное использование вод, учет и контроль количества и качества забираемых и отводимых вод, охрану вод от загрязнения. Запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий и других объектов, не обеспеченных приборами учета забора и отведения воды.

Для предотвращения загрязнения, засорения и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного мира и произрастания объектов растительного мира на территориях, прилегающих к водным объектам, устанавливаются *водоохранные зоны*, в которых устанавливается специальный режим хозяйственной и иной деятельности. В пределах водоохраных зон выделяются прибрежные полосы строгого охранного режима. В них запрещаются: распашка земель, садоводство и овощеводство; выпас скота; хранение и использование ядохимикатов и минеральных удобрений; размещение садоводческих товариществ, баз отдыха, стоянок автотранспорта; строительство зданий и сооружений, мойка и техническое обслуживание транспортных средств и техники. В настоящее время разработаны проекты водоохраных зон и прибрежных полос для больших, средних и малых рек республики.

**Международные соглашения в области охраны гидросферы** регулируют различные аспекты, обуславливающие предотвращение загрязнения Мирового океана, среди них:

- запрещение или ограничение сбросов загрязняющих веществ, образующихся в процессе нормальной эксплуатации (1954 г.);
- предотвращение загрязнения морской среды отходами с судов, а также частично от стационарных и плавучих платформ (1973 г.);
- предотвращение загрязнения или уменьшение его последствий

в результате аварий и катастроф (1969 г., 1978 г.).

Республика Беларусь присоединилась к Протоколу по проблемам воды и здоровья, к Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 года.

**Правовое регулирование охраны вод в РБ** осуществляется Водным кодексом Республики Беларусь (в редакции 2013 г.), который устанавливает права и обязанности водопользователей, среди них:

- использование водных объектов в целях, для которых они предоставлены;
- проведение необходимых работ по сохранению и улучшению качества вод, восстановлению водных объектов;
- ведение учета количества забираемых вод;
- осуществление контроля за качеством забираемой воды;
- поддержание в надлежащем состоянии очистных и других сооружений.

В водном кодексе РБ изложены основы правовой охраны вод.

**Охрана вод (водных объектов) обеспечивается путем:**

- нормирования в области охраны и использования вод;
- установления водоохраных зон и прибрежных полос поверхностных водных объектов и режима ведения в них хозяйственной и иной деятельности;
- создания и функционирования системы мониторинга поверхностных и подземных вод;
- установления требований и условий сброса сточных, карьерных (шахтных, рудничных), дренажных вод в поверхностные водные объекты;
- реализации государственных, отраслевых и региональных программ в области охраны и использования вод, планов управления речными бассейнами и водохозяйственных балансов;
- недопущения загрязнения и засорения поверхности ледяного покрова поверхностных водных объектов;
- установления ответственности юридических лиц и граждан за нарушение законодательства об охране и использовании вод.

Водным кодексом РБ определены основные **принципы охраны и использования вод:**

- комплексного использования водных ресурсов;
- приоритета использования подземных вод для хозяйственно-питьевых нужд перед иным их использованием;
- улучшения экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов;
- предупреждения загрязнения и засорения водных объектов;
- бассейнового принципа управления водными ресурсами;
- нормирования в области охраны и использования вод;
- платности водопользования;
- участия граждан и общественных объединений в вопросах принятия решений в области охраны и использования вод.

С целью охраны и контроля состояния гидросферы в РБ разработана обширная **законодательная база**, которая включает:

- Водный кодекс Республики Беларусь (в редакции 2013 г.);
- Закон Республики Беларусь от 24 июня 1999 года “О питьевом водоснабжении”;
- Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 года “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения”;
- Государственный водный кадастр;
- Водную стратегию Республики Беларусь на период до 2020 г.;
- Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ и Министерства здравоохранения РБ от 8.05.2007 г. № 43/42 “О некоторых вопросах нормирования качества вод рыбохозяйственных водных объектов”;
- Государственную программу по водоснабжению и водоотведению “Чистая вода” на 2011...2015 годы;
- Государственную программу обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Беларусь;
- Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды РБ;
- ТКП 17.06-08-2012 (02120) “Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод”;
- Стандарты Республики Беларусь, ТКП, ГН и СНИП по охране окружающей среды, гидросферы и природопользованию.

В рамках разработанных Государственных программ в области

охраны и использования вод предусмотрена реализация ряда **инвестиционных мероприятий**, направленных на:

- Увеличение обеспеченности систем питьевого централизованного водоснабжения населенных пунктов сооружениями обработки воды: строительство, реконструкция и ремонт очистных сооружений; строительство, реконструкция и ремонт станций обезжелезивания.

- Улучшение состояния (снижение износа) инженерных сетей и сооружений водоснабжения населенных пунктов: строительство, реконструкция и ремонт водопроводных сетей и водоводов; создание специализированных эксплуатационно-технических бригад для обслуживания сельских водопроводов.

- Увеличение обеспеченности населения централизованным водоснабжением.

- Переход на использование подземных источников для централизованного водоснабжения, что позволит обеспечить население водой более высокого качества.

- Мероприятия по направлению защиты источников питьевой воды, в том числе строительство, реконструкция и ремонт артезианских скважин, очистных сооружений канализации, канализационных насосных станций.

- Совершенствование законодательной и нормативно-правовой базы в сфере питьевого водоснабжения (доступ к воде, контроль качества и безопасности питьевой воды), в том числе усовершенствование подходов к мониторингу на основе реализации международных обязательств на внутригосударственном уровне в части методологии оценки рисков.

- Внедрение более совершенных методов исследований.

**Требования к качеству и безопасности питьевой воды** на территории республики изложены для воды централизованных систем водоснабжения в СанПиН 10-124 РБ 99 “Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества”.

Гигиенические нормативы качества и безопасности питьевой воды, рекреационных вод, санитарно-эпидемиологические требования к водным объектам, питьевому водоснабжению, водопользованию для хозяйственно-бытовых и иных нужд населения, местам водопользования разрабатываются научно-исследовательскими институтами Мини-

стерства здравоохранения Республики Беларусь и утверждаются Министром здравоохранения Республики Беларусь.

Для оценки качества воды и состояния водных экосистем используются:

- ПДК химических веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов;
- экологические показатели безопасности в области охраны вод:
  - биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) и концентрация аммонийного азота, концентрации фосфат-ионов (в пересчете на фосфор) и нитрат-ионов (в пересчете на азот) в реках;
  - общее содержание фосфат-ионов (в пересчете на фосфор) и азота общего (по Кьельдалю) в озерах;
- для оценки состояния водных экосистем используются методы, широко распространенные в странах СНГ и ЕС.

**Контроль за уровнем загрязненности поверхностных вод** суши в РБ проводится на всех водных объектах. Там расположены пункты наблюдения, учитываются физические, химические и гидробиологические показатели. В гидрохимических лабораториях определяется более 100 показателей качества воды, в том числе около 40 специфических загрязняющих веществ, среди них: содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах, вкус и цвет воды, состав и концентрация минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, состав и концентрация ядовитых и вредных веществ; устанавливается ее соответствие нормам ПДК. В зависимости от категории пункта наблюдения отбор проб воды проводят ежедневно, ежедекадно, ежемесячно или ежеквартально выше и ниже источника загрязнения по течению на разных расстояниях от него. При оценке степени загрязненности поверхностных вод используют нормативы ПДК вредных веществ, разработанные для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, отдельно – для рыбохозяйственных водоемов.

**Интегральная оценка качества воды** проводится по гидрохимическим показателям. При наличии данных о нескольких оцениваемых показателях определяется сумма приведенных концентраций к ПДК (принцип суммации воздействий). При этом критерием качества воды является значение:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C\phi_i}{ПДК_i} \leq 1, \quad (2)$$

где  $C\phi_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го вещества в воде водоема;  
 $ПДК_i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го ингредиента.

Качество поверхностных вод при наличии результатов по достаточному количеству показателей оценивается **индексом загрязнения воды (ИЗВ)**, который рассчитывается как 1/6 суммы отношений средних концентраций учитываемых ингредиентов (растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, азот нитритный, нефтепродукты и фенолы) к предельно допустимым концентрациям этих ингредиентов:

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (3)$$

где  $C_i$  – средняя концентрация определяемого ингредиента за период наблюдений;

6 – количество ингредиентов, учитываемых при расчетах.

Информация, полученная в системе мониторинга поверхностных вод, представляется в виде:

- абсолютных значений содержания гидрохимических ингредиентов (средние, максимальные, минимальные значения);
- приведенных к нормативным значениям (доли ПДК).

Согласно оценке качества воды с использованием ИЗВ, состояние водных объектов по гидрохимическим показателям в целом в стране оценивается как достаточно благополучное: свыше 87 % пунктов наблюдений в 2012 г. характеризовались хорошим качеством воды (I и II категории, “чистые” и “относительно чистые”). По гидробиологическим показателям градация по классам несколько отличная, поскольку они отражают в сравнении с гидрохимическими показателями интегральную оценку состояния водных экосистем.

## 7.3 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Процессы, проходящие в ризосфере (узком участке почвы, прилегающем к корням растения и попадающем под непосредственное действие корневых выделений и почвенных микроорганизмов), являются ключом к доступности питательных веществ и выносу их растениями. Биологическая активность почвы приводит к круговороту питательных веществ. Таким образом, ключ к продуктивности – биологическая активность почвы, для которой необходима биологизация земледелия. Сюда входят внесение органических удобрений, а также обработка пожнивных остатков микробными препаратами для ускоренного их разложения с функцией подавления патогенов как грибной, так и бактериальной природы.

Повышение экономического плодородия почвы достигается на основе мероприятий, которые увеличивают содержание в ней питательных веществ, улучшают агрофизические свойства и биологическую активность. Благодаря этому содержащиеся в почве питательные вещества становятся более доступными для усвоения растениями.

Охрана почвы и ее плодородия обеспечивается широкой системой специальных мер, куда входят безотвальная обработка почвы, почвозащитные севообороты, полезащитное лесонасаждение, другие способы борьбы с ветровой и водной эрозией.

### *Меры по рациональному использованию и охране земель:*

- предотвращение загрязнения почв промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами, борьба со стихийными свалками;
- предотвращение загрязнения почв минеральными удобрениями и ядохимикатами;
- борьба с засолением почв;
- борьба с эрозией почв;
- проведение научно обоснованной мелиорации;
- рекультивация территорий, использованных месторождением полезных ископаемых, других нарушенных земель;
- грамотное планирование ландшафта путем оптимального соотношения между участками разного функционального назначения (абиоценозами, лесами, парками).

## **Результаты использования минеральных ресурсов**

Минеральные ресурсы, или ресурсы недр земли, как и топливно-энергетические ресурсы, являются основой развития современной индустрии и научно-технического прогресса. Многие отрасли промышленности полностью или частично базируются на минеральном сырье: черная и цветная металлургия, химическая промышленность, электростанции, работающие на минеральном топливе, строительная индустрия и др. Основная отрасль тяжелой индустрии – машиностроение с его многочисленными направлениями – работает на минеральном сырье и минеральном топливе. Дальнейшее развитие мирового хозяйства немыслимо без широкого использования топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсов.

Верхняя часть литосферы подвергается интенсивному техногенному воздействию в результате хозяйственной деятельности человека, в том числе при проведении геологоразведочных работ и разработке месторождений полезных ископаемых. Возникающие в связи с этим негативные изменения нередко приводят к непрерывной ее перестройке и проявлению опасных и необратимых в экологическом отношении процессов и явлений. Изменения, происходящие в верхней части литосферы, оказывают существенное влияние на экологическую обстановку в конкретных районах, так как через ее верхние слои происходит обмен веществ и энергии с атмосферой и гидросферой, что в итоге приводит к заметному воздействию на биосферу в целом. При этом отчуждаются сельскохозяйственные и лесные угодья, происходит изменение теплового баланса недр, загрязнение окружающей среды нефтепродуктами, буровым раствором, кислотами и другими токсичными компонентами, используемыми при проводке скважин. Проведение сейсмических исследований с применением буровзрывных работ, плотность которых особенно высока в пределах Припятского прогиба, вызывает нарушение физико-химических свойств почвы и верхних слоев литосферы, загрязнение грунтовых вод, происходят также техногенные изменения минерального состава отложений.

Большое негативное воздействие на характер изменения литосферы оказывает добыча полезных ископаемых. В результате деятельности горнодобывающих предприятий происходит перемещение больших объемов пород, изменение режимов поверхностных, грунтовых и подземных вод в пределах обширных территорий, нарушение структуры и продуктивности почв, активизация химических и геохимических процессов.

Особенностью добычи полезных ископаемых является их временный характер: при истощении запасов полезного ископаемого на месторождении горные работы прекращаются. В связи с этим разработку месторождений целесообразно вести так, чтобы формируемые при этом новые ландшафты, выемки, отвалы, инженерные сооружения могли бы в последующем с максимальным эффектом использоваться для других народнохозяйственных целей. Это обеспечит снижение негативного воздействия горных работ на окружающую среду и уменьшит затраты на ее восстановление.

**Основной путь рационального использования полезных ископаемых** как источников сырья и энергии состоит в совершенствовании способов добычи для повышения коэффициента извлечения их из недр при разработке месторождений, уменьшении отходов при добыче, в процессе обогащения и переработки, полная утилизация всех полезных компонентов.

Следует постоянно совершенствовать технологию производства – методы и способы превращения ресурсов в необходимую продукцию, природные материалы заменять синтетическими. Большое значение имеет расширение работ по геологической разведке с целью создания потенциальных запасов минерального сырья. При разработке минеральных ресурсов необходимо соблюдать комплекс мероприятий, направленных на охрану прилегающих к горнодобывающим предприятиям таких компонентов природной среды, как почва, растительность, рельеф местности, состав атмосферного воздуха. Совершенствовать процессы добычи и использования полезных ископаемых в направлении более полного удовлетворения требованиям охраны окружающей среды и экологизации производства.

Отношения, возникающие в связи с геологической разведкой, использованием и охраной недр Беларуси, регулирует Кодекс Республики Беларусь о недрах.

**Использование и охрана недр осуществляется по следующим направлениям:**

- соблюдение установленного законодательством страны порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами;
- полное и комплексное геологическое изучение недр, обеспечивающее достоверную оценку запасов полезных ископаемых;

- недопущение порчи разрабатываемых и близлежащих месторождений полезных ископаемых в результате пользования недрами, а также запасов этих ископаемых, консервируемых в недрах;
- обеспечение наиболее полного извлечения из запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;
- рациональное использование вскрышных пород;
- охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других бедствий, снижающих качество и промышленную ценность полезных ископаемых.

Охрана недр и рациональное использование минеральных ресурсов непосредственно связаны с перспективами развития добывающих отраслей, геологоразведочных работ, проведением природоохранных мероприятий в целом по стране. Производственные программы (бизнес-планы) предприятий добывающей промышленности и геологоразведочных работ, с одной стороны, и планы охраны окружающей среды, с другой, должны разрабатываться в едином блоке. Добыче и потреблению минеральных ресурсов предшествуют геологоразведочные работы. Именно на стадии поиска и разведки полезных ископаемых выявляются наиболее рациональные пути их использования.

#### **7.4 МЕРЫ ПО ОХРАНЕ ФЛОРЫ И ФАУНЫ**

Международное сообщество призывает к радикальному переосмыслению отношения к природе. Предлагается изменить структуру потребления природных ресурсов в сторону бедных стран, а также усилить меры по контролю роста численности населения, чтобы перейти к устойчивой экономике и лучшему уровню жизни для большей части человечества. В противном случае ученые прогнозируют социальные, экономические и экологические аварии и катастрофы ранее невиданных масштабов.

Времени для спасения планеты осталось мало, но оно еще есть. Правительства и отдельные люди могут предпринять целый ряд действий, чтобы остановить сокращение биоразнообразия. Некоторые экосистемы, как водные, так и наземные, должны быть взяты под защиту. Некоторые территории вообще нужно оставить в покое для под-

держания здоровья более крупных систем. Нужно восстановить природные экосистемы и управлять ими так, чтобы поддерживать их целостность. Если остановить уничтожение лесов к 2020 г., то к 2050 г. можно дополнительно сохранить 180 миллионов гектаров леса.

Экологи также призывают страны мира к большей энергоэффективности. Они говорят о необходимости использования возобновляемых источников энергии, в частности – ветра и солнца. Это поможет странам снизить зависимость от топлива, сэкономить деньги и замедлить изменения климата, вызванные увеличением выбросов углекислого газа. Экологи призывают к более эффективному использованию водных ресурсов и прекращению избыточного вылова рыбы.

Помочь в сохранении природных ресурсов могут и обычные люди. Для этого нужно стать “умными” потребителями: можно пройти пешком, а не ехать на машине; можно покупать продукты местного производства, а не доставленные издалека.

Т.к. из всех запасов природных богатств, доступных человеку на планете Земля, наиболее важными и востребованными являются биологические ресурсы, то, несмотря на то, что они являются возобновляемыми, необходимо поддерживать условия, при которых их запасы смогут находиться не только в пределах нормы, но и стабильно увеличиваться на благо всего человечества.

Поэтому возникла необходимость безотлагательных мер по охране флоры и фауны, сохранению биоразнообразия и генофонда планеты, восстановлению биоресурсов и их рациональному использованию.

Научно обоснованное природопользование также предусматривает использование растений и животных в научных, культурно-просветительских, воспитательных и эстетических целях, использование полезных свойств жизнедеятельности животных – почвообразователей, естественных санитаров среды, опылителей растений, использование животных, растений для получения продуктов их жизнедеятельности. *Основная форма охраны животных – это охрана в процессе их эксплуатации.*

Важную роль в охране биологических ресурсов играет наличие Красной книги, сети особо охраняемых территорий, создание правовых основ охраны окружающей среды.

В Беларуси принят закон **“Об охране и использовании животного мира”**. Закон регламентирует охотничий промысел, применение

химических средств защиты растений, предотвращение гибели животных при строительстве и эксплуатации производственных объектов.

Эксплуатация охотничьих животных должна проводиться по принципу расширенного воспроизводства. В Республике Беларусь к охотничьим промысловым видам относятся 22 вида млекопитающих, 31 вид птиц, 1 вид рептилий, а из беспозвоночных – виноградная улитка. Организовано 212 охотничьих хозяйств. Наиболее массовый объекты охоты – это водоплавающие птицы. Кроме того, ежегодно добывается до 80 тыс. зайцев, 5 тыс. белок, 1 тыс. кабанов.

Ведение охотничьего хозяйства включает не только добычу животных, но и ряд биотехнических мероприятий: подкормки, помощь животным, реакклиматизация, борьба с браконьерством, болезнями.

Большая роль в белковом питании человека принадлежит рыбодоводству. В Республике Беларусь создано 11 крупных рыбохозяйств. Всего рыбохозяйственный фонд включает более 1 тыс. озер (общая площадь 130 тыс. га), 115 водохранилищ (45 тыс. га) и 40 тыс. км рек. Среднегодовой вылов составляет 1,5...2 тыс. т, однако наблюдается тенденция к уменьшению этого количества. Около 75 % улова дают озера, 8 % – водохранилища, 17 % – реки.

Основные принципы рационального использования промысловых рыб те же, что и для животных. Организуется охрана нерестилищ, зимовальных ям, спасение молоди, обеспечение прохода на нерестилища, борьба с загрязнением гидросферы, сезонный запрет рыбной ловли. Уловы любителей и браконьеров предположительно превышают промысловые в 2 раза, поэтому предусматриваются жесткие меры борьбы с незаконным выловом рыбы.

#### **7.4.1 Значение сохранения биологического разнообразия**

Стараясь изменить природные условия, человек вступил в конфликт с силами естественной саморегуляции, что губительно сказывается на природных системах и их обитателях. Одним из результатов такого конфликта стало стремительное сокращение биологического разнообразия природных экосистем.

Во второй половине XX в. человечество столкнулось с противоречием между растущими экономическими потребностями и невозможностью биосферы эти потребности обеспечить. Богатства природы, возможности ее самовосстановления оказались безграничными. Устранение этого противоречия возможно только в рамках

**устойчивого развития** человеческого общества, основанного на удовлетворении наших экономических потребностей **в пределах хозяйственной емкости биосферы**, т.е. в пределах, не влекущих за собой необратимых изменений природной среды. В противном случае сокращение биологического разнообразия может реально перерасти в экологическую катастрофу, угрожающую нашему существованию на Земле.

То, что нам известно о биотической регуляции окружающей среды, позволяет заключить, что **данный предел уже превзойден, однако необратимые изменения биосферы еще не произошли**, и у человечества есть шанс возвратиться в область допустимых воздействий.

#### **Причины необходимости сохранения биоразнообразия:**

- потребность в биологических ресурсах для удовлетворения нужд человечества (пища, материалы, лекарства и др.);
- этический и эстетический аспекты;
- **главная причина** состоит в том, что биоразнообразие играет ведущую роль в обеспечении устойчивости экосистем и биосферы в целом (поглощение загрязнений, стабилизация климата, обеспечение пригодных для жизни условий). Биоразнообразие выполняет регулируемую функцию в осуществлении всех биогеохимических, климатических и других процессов на Земле. Каждый вид вносит определенный вклад в обеспечение устойчивости не только своей локальной экосистемы, но и биосферы в целом. Богатство и разнообразие всего живого на Земле является основой жизни и одним из важнейших источников устойчивого развития человечества.

Снизить степень нагрузки на природу и в дальнейшем соблюдать допустимый уровень – единственный для нас способ выжить. При этом речь идет не столько о сокращении загрязнения окружающей среды, сколько о сохранении естественных экосистем, сохранении биологического разнообразия как главного регулятора устойчивости биосферы. Ведь наша цивилизация, используя огромное количество технологий, разрушающих экосистемы, не предложила, по сути, ничего, что могло бы заменить естественные регуляторные процессы. И очевидно, что научиться как-то регулировать состояние окружающей среды техническими средствами в те сроки, которые нам остались до начала катастрофических изменений в биосфере, человечество не успеет. Так что единственный шанс устранить реальную угрозу жизненно важным интересам будущих поколений состоит в освобождении пути для стабилизирующего действия самих природных сил.

#### **7.4.2 Международная деятельность, направленная на сохранение биоразнообразия**

Защита исчезающих видов обеспечена принятой в 1973 году **Конвенцией о международной торговле видами дикой флоры и фауны, находящимися под угрозой исчезновения**, реализацией которой занимается ЮНЕП. 172 государства – участника Конвенции проводят периодические встречи по обновлению списка видов растений и животных или продуктов растительного и животного происхождения, таких как слоновая кость, которые подлежат охране путем введения квот на добычу или полного ее запрета.

**Боннская конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных 1979 г.** и ряд смежных соглашений направлены на сохранение диких животных, мигрирующих по земле, воде и воздуху, и среды их обитания. 104 государства являются участниками Конвенции.

В 1992 году была принята **Конвенция о биологическом разнообразии**, цель которой: “сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и справедливое распределение доходов от использования генетических ресурсов”. Конвенция обязывает государства сохранять биоразнообразие, обеспечивать его устойчивое развитие и предусматривает добросовестное и справедливое распределение выгод от использования генетических ресурсов. Ее Картахенский протокол, который вступил в силу в 2003 году, направленный на обеспечение безопасного использования генетически модифицированных организмов, подписали в настоящее время 143 страны.

В дополнение к Конвенции о биологическом разнообразии была принята **Программа действий в XXI в.** В ней рекомендовано направлять деятельность человечества, в первую очередь, на выявление состояния биоразнообразия и потенциальных угроз ему в каждой из стран, признающих ценности, провозглашенные данной программой.

**Программа ЮНЕСКО “Человек и биосфера”** занимается вопросами разработки в рамках естественных и общественных наук основы для устойчивого использования и сохранения биологического разнообразия, а также улучшения отношения людей к окружающей среде во всем мире. Программа стимулирует проведение междисциплинарного исследования, предполагая наличие демонстрационного этапа и организацию подготовки с использованием биосферных заповедников в качестве живых лабораторий для изучения устойчивого развития.

Проблема сохранения биологического разнообразия занимает

важное место и в экологической политике Республики Беларусь. Наше государство осознает важность объединения международных усилий в решении глобально значимых экологических проблем мира. В Республике Беларусь Конвенция о биологическом разнообразии ратифицирована постановлением Верховного Совета Республики Беларусь от 10.06.93 № 2358-ХП **“О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии”**. Перспективные приоритетные направления по выполнению конвенции определены в **“Национальной стратегии и Плане действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь”**. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды и другими заинтересованными государственными органами постоянно ведется работа по намеченным в национальной стратегии направлениям. Так, в республике приняты и вступили в действие **Закон “Об охране окружающей среды”**, **Закон “О растительном мире”**, **Закон “О животном мире”**, ряд иных нормативных правовых документов, призванных обеспечить правовую и экономическую основу сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия.

Сегодня очевидно, что сохранение разнообразия живых организмов и биологических систем на Земле – необходимое условие выживания человека и устойчивого развития цивилизации.

## СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, Т.А. Экология. Природа-Человек-Техника: учебник для вузов / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 343 с.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С.В. Белов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 680 с.
3. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. Предисловие Р.К. Баландина. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 576 с.
4. Водный кодекс РБ: принят Палатой представителей 02 апреля 2014 г.: одобрен Советом Республики 11 апреля 2014 г.: Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3951&p0=2013030001>
5. Галай, Е.И. Использование природных ресурсов и охрана природы / Е.И. Галай. – 2-е изд. – Минск: Амалфея, 2008. – 252 с.
6. Гальперин, М.В. Экологические основы природопользования: учебник / М.В. Гальперин. – 2-е изд. – Москва: Форум Инфра-М, 2007. – 255 с.
7. Галюжин, С.Д. Общая и прикладная экология: учебное пособие для студентов ВУЗов / С.Д. Галюжин, Е.В. Кашевская, Т.С. Самолыго; Под ред. Е.В. Кашевской. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003. – 192 с.
8. Доклад ЮНЕП “Глобальная экологическая перспектива: ГЕО-4. Окружающая среда для развития” в рамках Программы ООН по окружающей среде
9. Казначеев, В.П. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере / В.П. Казначеев; отв. ред. В.К. Шумный; АН СССР, Сиб. отделение; Ин-т цитологии и генетики. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1989. – 248 с.
10. Квашнин, И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / И.М. Квашнин. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 391 с.
11. Кодекс Республики Беларусь о земле: принят Палатой представителей 17 июня 2008 г.: одобрен Советом Республики 28 июня 2008 г.: с изм. и доп.: текст Кодекса по состоянию на 4 января 2014 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь.

– Режим доступа:  
[http://etalonline.by/?type=text&regnum=Hk0800425#/?type=text&regnum=Hk0800425#load\\_text\\_none\\_1\\_](http://etalonline.by/?type=text&regnum=Hk0800425#/?type=text&regnum=Hk0800425#load_text_none_1_)

12. Лотош, В.Е. Переработка отходов природопользования / В.Е. Лотош. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.

13. Маврищев, В.В. Основы экологии и энергосбережения: учеб. пособие / В.В. Маврищев, Г.С. Сачек. – Минск: Акад. МВД, 2010. – 224 с.

14. Маврищев, В.В. Основы экологии: ответы на экзаменац. вопр. / В.В. Маврищев. – 3-е изд., доп. – Минск: ТетраСистемс, 2012. – 176 с.

15. Маврищев, В.В. Основы экологии: учебник / В.В. Маврищев. – 3-е изд., испр. и доп. – Минск: Выш. шк, 2007. – 447 с.

16. Невзоров, В.В. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: ЭУМКД для студентов всех специальностей [Электронный ресурс] / В.В. Невзоров, Н.С. Крючек, О.Ю. Морозова. – Гомель: УО “ГГТУ им. П.О. Сухого”, 2010. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1514>

17. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Закон Республики Беларусь от 7 января 2012 г. № 340-З // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 10.01.2012 г. – № 2/1892 – Режим доступа: <http://www.ohranatruda.by/topic/1150-vvoditsya-v-dejstvie-zakon-respubliki-belarus-34/>

18. Об охране атмосферного воздуха: Закон Республики Беларусь от 16 декабря 2008 г. № 2-З: с изм. и доп.: текст по состоянию на 12 декабря 2012 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 13.12.2012 г. – 2/2004. / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=H10800002&p2={NRPA}>

19. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХП: с изм. и доп.: текст по состоянию на 22 января 2013 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 25.01.2013 г. – 2/2016. / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=v19201982&p2=%7BNRPA%7D>

20. Об утверждении перечня мероприятий технического (технологического, проверочного) характера: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 30 ноября 2012 г., № 1105: с изм. и доп.:

текст по состоянию на 3 марта 2014 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=C21400194&p1=1>

21. Одум, Ю. – Экология: в 2-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 328 с.

22. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. Учебное пособие для инженера-эколога. / Под ред. А.Ф. Порядина, А.Д. Хованского. – М.: НУМЦ Минприроды России, Издательский Дом “Прибой”, 1996. – 350 с.

23. Промышленная экология: учебное пособие / Под ред. В.В. Денисова. – Ростов н/Д: Феникс; М.: ИКЦ “МарТ”; Ростов н/Д: Издательский центр “МарТ”, 2009. – 720 с.

24. Рассашко, И.Ф. Общая экология: тексты лекций для студентов специальности 1-33 01 02 “Геоэкология” [Электронный ресурс] / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 с.

25. Реймерс, Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Журнал “Россия Молодая”, 1994. – 367 с.

26. Решетько, М.В. Рациональное природопользование. Часть I: учебное пособие / М.В. Решетько. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2011. – 140 с.

27. Семенова, И.В. Промышленная экология: учеб. пособие для студ. ВУЗов / И.В. Семенова. – М.: “Академия”, 2009. – 528 с.

28. Сметанин, В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления / В.И. Сметанин. – М.: Колосс, 2003. – 21 с.

29. Сорокопуд, А.Ф. Природоохранное оборудование и инженерная защита окружающей среды: учебное пособие / А.Ф. Сорокопуд. – Кемерово: Изд-во Кемер. технологич. инст-та пищ. пр-ти, 2005. – 62 с.

30. Трифонова, Т.А. Экологический менеджмент. Учеб. пособие / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, М.Е. Ильина. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2003. – 291 с.

31. Чернов, А.В. Среда обитания человека как социокультурный феномен / А.В. Чернов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/sreda-obitaniya-cheloveka-kak-sotsiokulturnyi-fenomen#ixzz3WeMsXcjA>

32. Экология и экономика природопользования: учебник / под ред. Э.В. Гирусова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ЮНИТИ, 2007. – 592с.

33. <http://ecologia.by> – Журнал “Экология на предприятии”

34. <http://www.flobe.ru/> - Интернет-журнал “Экологическая безопасность”

35. <http://www.minpriroda.gov.by/> - сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды

36. [www.ecoindustry.ru](http://www.ecoindustry.ru) – портал “Экология производства”

37. [www.gosatomnadzor.gov.by](http://www.gosatomnadzor.gov.by)

38. [www.tnpra.by](http://www.tnpra.by) - Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ</b> .....	5
1.1 ПРЕДМЕТ И ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ.....	5
1.2 СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ.....	6
1.3 СВЯЗЬ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ .....	11
1.4 ПОНЯТИЕ, ПРЕДМЕТ И СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА .....	16
1.5 КОНЦЕПЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РБ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	19
1.6 КОНСТИТУЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА В РБ .....	22
1.7 ИСТОЧНИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРАВА.....	25
1.8 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ...	31
1.8.1 Закон “Об охране окружающей среды” .....	31
1.8.2 Лесной кодекс.....	32
1.8.3 Кодекс о земле.....	33
1.8.4 Кодекс о недрах.....	34
1.8.5 Водный кодекс.....	35
1.8.6 Закон “Об охране атмосферного воздуха” .....	37
1.8.7 Закон “Об особо охраняемых природных территориях и объектах” .....	38
1.8.8 Закон “О животном мире” .....	40
1.8.9 Закон “О государственной экологической экспертизе” ...	41
1.8.10 Законом “Об обращении с отходами” .....	42
1.8.11 Указ Президента Республики Беларусь “О некоторых вопросах обращения с отходами потребления” .....	43
1.9 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВА И ОБЯЗАННОСТИ ГРАЖДАН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, ГАРАНТИИ ПРАВ.....	47

1.10	МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО .....	47
1.11	ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	50
2	СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА: ОКРУЖАЮЩАЯ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ, БЫТОВАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ .....	54
2.1	ПОНЯТИЕ, СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....	54
2.2	БИОСФЕРА, ЕЕ СТРУКТУРА И ГРАНИЦЫ .....	57
2.3	РЕСУРСЫ БИОСФЕРЫ.....	61
2.3.1	Оборот веществ и превращение энергии в биосфере .....	61
2.3.2	Фотосинтез и его роль в биосфере .....	69
2.3.3	Пища как источник энергии.....	73
2.3.4	Климатические факторы.....	74
2.3.5	Почва.....	75
2.4	ЭКОСИСТЕМЫ.....	76
2.4.1	Структура и функционирование экосистем.....	77
2.4.2	Устойчивость экосистем .....	84
2.4.3	Основные экосистемы: естественные, искусственные, охраняемые.....	87
2.5	РОЛЬ АТМОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ.....	90
2.6	РОЛЬ ГИДРОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ .....	94
2.7	РОЛЬ ЛИТОСФЕРЫ В ЭКОСИСТЕМЕ, БИОСФЕРЕ .....	100
2.7.1	Почва как верхняя оболочка литосферы и как важнейший компонент экосистемы и биосферы в целом.....	100
2.7.2	Земельный фонд планеты.....	104
2.7.3	Природные ресурсы литосферы .....	105
2.7.4	Почвенные минеральные ресурсы и недра Беларуси, их использование .....	107
2.8	БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПЛАНЕТЫ.....	113
2.8.1	Флора и фауна – основные компоненты и генофонд биосферы .....	115

2.8.2	Лес, его роль в биосфере .....	121
2.8.3	Роль биоресурсов в круговороте веществ, преобразовании и аккумуляции энергии .....	123
2.9	БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ НЕПРЕРЫВНОСТИ БИОЦЕНОЗА .....	125
2.9.1	Понятие биологического разнообразия .....	125
2.9.2	Состояние и значение биологического разнообразия на планете.....	129
2.9.3	Проблема численности населения планеты.....	132
2.10	ТЕХНОСФЕРА .....	133
2.10.1	Техногенез. Этапы техногенеза .....	133
2.10.2	Понятие и состав техносферы.....	137
2.10.3	Техногенный материальный баланс .....	139
2.10.4	Факторы производственной среды и их влияние на человека .....	143
2.10.5	Соизмерение производственных и природных потенциалов территории.....	146
2.11	БЫТОВАЯ СРЕДА.....	146
2.11.1	Факторы, влияющие на человека в быту .....	146
2.11.2	Город как среда обитания человека.....	148
2.12	СОЦИАЛЬНАЯ СРЕДА.....	150
2.12.1	Понятие социума.....	150
2.12.2	Среда обитания человека как духовная и социальная реальность .....	150
2.12.3	Социальные факторы, влияющие на человека .....	153
2.12.4	Культура экологического мышления и экологической ответственности как фактор совершенствования среды обитания человека .....	155
3	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ .....	161
3.1	ЭТАПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ .....	161

3.2	ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КРИЗИСОВ .....	168
3.3	КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТОКОВ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....	173
3.4	СУЩНОСТЬ И ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ.....	174
3.5	ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ СИСТЕМЫ “ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ” .....	175
3.6	ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ, ХИМИЧЕСКИХ, БИОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЧЕЛОВЕКА .....	183
4	ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ “ЧЕЛОВЕК-СРЕДА ОБИТАНИЯ” .....	186
4.1	ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	186
4.2	ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА .....	187
4.3	ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	190
5	ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	193
5.1	ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ....	193
5.2	ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ.....	195
5.3	ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ.....	201
5.3.1	Региональные аспекты водопользования Республики Беларусь.....	201
5.3.2	Загрязнение гидросферы .....	210
5.4	ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛИТОСФЕРЫ.....	216
5.4.1	Виды и эффективность использования сельскохозяйственных земель, факторы потерь плодородия почв .....	216
5.4.2	Отрицательное воздействие человека на растительность и животный мир.....	226
6	НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	230

6.1 НОРМИРОВАНИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	230
Гигиеническое нормирование загрязнений атмосферы .....	230
6.2 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА.....	233
6.3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ .....	236
7 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	240
7.1 КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА... ..	240
7.2 ОХРАНА И КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ГИДРОСФЕРЫ .....	244
7.3 РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ .....	250
7.4 МЕРЫ ПО ОХРАНЕ ФЛОРЫ И ФАУНЫ .....	253
7.4.1 Значение сохранения биологического разнообразия.....	255
7.4.2 Международная деятельность, направленная на сохранение биоразнообразия .....	257
<b>СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>259</b>

**Целуева Светлана Николаевна**

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ**

**Пособие  
для слушателей специальности  
1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении  
и приборостроении» заочной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 12.12.16.

Пер. № 3Е.

<http://www.gstu.by>