



Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Экономика»

## **ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

**ПРАКТИКУМ  
для студентов  
экономических специальностей  
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2009

УДК 502(075.8)  
ББК 20.1я73  
О-75

*Рекомендовано научно-методическим советом  
гуманитарно-экономического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 4 от 29.12.2008 г.)*

Составители: *А. В. Воронич, Ю. В. Савченко*

Рецензент: зав. каф. «Экология» ГГУ им. Ф. Скорины канд. биол. наук  
*А. Н. Кусенков*

**О-75 Основы экологии** : практикум для студентов экон. специальностей днев. и заоч. форм обучения / сост.: А. В. Воронич, Ю. В. Савченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 59 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://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены проблемы охраны окружающей среды как на уровне страны, регионов, так и на уровне мировой экономики. Включены практические задания и задачи по основным экологическим проблемам.

Для студентов экономических специальностей дневной и заочной форм обучения.

**УДК 502(075.8)**  
**ББК 20.1я73**

© Воронич А. В., Савченко Ю. В.,  
составление, 2009  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Экология – важнейшая отрасль знаний необходимая для поддержания устойчивого развития природы, общества и сохранения жизни на Земле. На наших глазах экология приобретает черты всеобъемлющего и очень актуального мировоззрения, превращается в учение о путях выживания человечества.

### **Цель преподавания курса:**

- углубить знания по экологии и проблемам сохранения природной среды;
- дать представление об основных законах экологии и универсальности их действия;
- способствовать развитию экологического мышления и экологической культуры.

Задачами изучения курса является изучение современного состояния природной среды, глобальных и локальных экологических проблем, возможности преодоления экологического кризиса, в том числе и энергетического. Предмет «Основы экологии» изучают студенты всех ВУЗов, факультетов и специальностей РБ.

### **Студент приобретает знания:**

- о глобальных экологических проблемах, о причинах их возникновения и возможностях их преодоления;
- об экологической ситуации как на планете в целом, так и в своей стране – Республике Беларусь;
- студент должен понять, что необходимо предпринимать для снижения антропогенного пресса;
- он должен сознательно принимать участие во всех экологических акциях, направленных на сохранение и улучшение состояния окружающей среды.

### **Студент должен знать:**

- региональные и локальные экологические проблемы;
- он должен понимать их приоритет;
- у него должно быть сформировано экологическое мышление, позволяющие использовать знания полученные по своей специальности, для предупреждения возникновения новых экологических проблем или для их преодоления, если они существуют.

Комплекс знаний должен помочь будущим специалистам организовать человеческую деятельность в условиях жесткого экологического императива.

## ЧАСТЬ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ БЛОК

### ТЕМА 1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКЕ И ОБЩЕНАУЧНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

Термин экология (*экос* – дом, *логос* - учение, гр.) в науку ввел немецкий биолог Эрнест Геккель (рис. 1.1). В 1866 году в работе "Всеобщая морфология организмов" он писал:

*"...суммы знаний, относящихся к экономике природы: изучению всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и, прежде всего - его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми он прямо или косвенно вступает в контакт".*

Это определение удерживает экологию в рамках биологических наук. В последующем, содержание понятия экологии многократно расширялось. Под ней стали понимать науку, изучающую среду обитания всех живых существ, включая человека. Казалось бы уместно ограничить содержание экологии лишь природной средой. Однако, воздействуя на природную среду и изменяя ее, человек тем самым меняет условия существования не только растений и животных, но и самого себя, того общества, которое попадает под воздействие этого производства и природы, и созданных им изменений. Потому правомерно рассматривать всю окружающую человека среду. И не только природную, но также социальную и производственную, порой от природы основательно оторванную. Поскольку взаимодействие организмов между собой и окружающей их средой всегда системно, то есть всегда реализуется в форме некоторых систем взаимосвязей, поддерживающихся обменом вещества, энергии и информации, основным объектом исследования экологии являются **экосистемы**.

Самой крупной в иерархии экосистем является **биосфера**. **Учение о биосфере** – это обширная область знания о функционировании и развитии биосферы, включающая в себя целый ряд научных направлений естественнонаучного и общественного профиля. Учение о биосфере в том числе включает в себя **общую экологию**, которая состоит из четырех основных разделов: биоэкологии, геоэко-

логии, экологии человека и прикладной экологии.

**Прикладная экология** представлена комплексом дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношений между человеком и природой.

**Экологическое образование** формирует **экологическое мышление**, под которым понимается состояние человеческого познания и нравственности, обеспечивающее анализ и последующий синтез взаимосвязанных природных и техногенных объектов и процессов, как основу прогнозирования их развития и приоритетного выбора оптимальных в экологическом отношении решений и действий.

**Экология** – наука, изучающая общие законы функционирования экосистем различного порядка.

Методическую основу экологии как современной науки составляет сочетание системного подхода, натуральных наблюдений, эксперимента и моделирования. Экологическая практика охватывает собой множество приемов и методов исследований, адекватных многообразию направлений экологии и потому здесь перечислены лишь некоторые из них.

- Режимные систематические (мониторинговые) наблюдения за состоянием природных объектов и процессов и влияющими на них антропогенными (техногенными) факторами;
- аналитические исследования природных и искусственных (техногенных) объектов;
- исследования морфологических параметров природных объектов;
- статистические методы оценки процессов и явлений;
- дистанционные методы исследований и методы специальной картографии;
- методы математического моделирования;
- системный анализ;
- методы социальной демографии;
- паспортизация природных и искусственных объектов;
- экологический менеджмент;
- экологический аудит.

Как правило, в экологических исследованиях эти и другие применяемые методы исследований используются совместно или комплексно.

## **ТЕМА 2 ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

1. Изменение климата Земли в результате естественных геологических процессов, усиленных тепличным эффектом, вызываемым изменениями оптических свойств атмосферы выбросами в нее главным образом CO, CO<sub>2</sub>, других газов;

2. Замусоривание околоземного космического пространства (ОКП), 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, государствами и правительствами;

3. Сокращение мощности стратосферного озонового экрана с образованием так называемых "озоновых дыр", снижающих защитные возможности атмосферы против поступления к поверхности Земли опасной для живых организмов жесткой коротковолновой ультрафиолетовой радиации;

4. Химическое загрязнение атмосферы веществами, способствующими образованию кислотных осадков, фотохимического смога и других соединений, опасных для биосферных объектов, включая человека и создаваемых им искусственных объектов;

5. Загрязнение океана и изменение свойств океанических вод за счет нефтепродуктов, насыщения их углекислым газом атмосферы, в свою очередь загрязненной автотранспортом и теплоэнергетикой, захоронения в океанических водах высокотоксичных химических и радиоактивных веществ, поступления загрязнений с речным стоком, нарушения водного баланса прибрежных территорий в связи с регулированием рек;

6. Истощение и загрязнение всех видов источников и вод суши;

7. Радиоактивное загрязнение отдельных участков и регионов с тенденцией его расползания по поверхности Земли;

8. Загрязнение почв вследствие выпадения загрязненных осадков (например – кислотные дожди), неоптимального использования пестицидов и минеральных удобрений;

9. 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 и рассолов;

10. Продолжающееся накапливание на поверхности Земли бытового мусора и всякого рода твердых и жидких отходов;

11. Нарушение глобального и регионального экологического равновесия, соотношения экологических компонентов в прибрежной части суши и моря;

12. Продолжающееся, а местами - усиливающееся опустынивание планеты, углубление процесса опустынивания;

13. Сокращение площади тропических лесов и северной тайги, этих основных источников поддержания кислородного баланса планеты;

14. Освобождение в результате всех вышеуказанных процессов экологических ниш и заполнение ими иными, видами;

15. Абсолютное перенаселение Земли и относительное демографическое переуплотнение отдельных регионов, крайняя дифференциация бедности и богатства;

16. Ухудшение среды жизнеобитания в переуплотненных городах и мегаполисах;

17. Исчерпание многих месторождений минерального сырья и постепенный переход от богатых ко все более бедным рудам;

18. Усиление социальной нестабильности, как следствия все большей дифференциации богатой и бедной части населения многих стран, возрастания уровня вооруженности их населения, криминализации, природных экологических катаклизмов.

19. Снижение иммунного статуса и состояния здоровья населения многих стран мира, включая Россию, многократное повторение эпидемий, имеющих все более массовый и тяжелый по последствиям характер.

Концепция устойчивого развития была разработана в 1987 году, а в 1992 году принята официально на конференции ГА ООН в Рио-де-Жанейро.

Суть Концепции устойчивого развития: «Необходимо удовлетворять потребности нынешнего поколения с учетом возможности удовлетворения аналогичных потребностей будущими поколениями»

### ТЕМА 3 УРОВНЕВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИИ

Элементарной единицей в круговороте веществ и основной формой организации материи является вид. Эволюция видов – основной вопрос эволюционной теории. (К. Линней – бинарная классификация, лат. слова – I род II видовой эпитет -Lepus Europaeus-)

10 уровней организации живой материи: молекулярно-генетический, органоидный, клеточный, тканевый, органнй, организменный, популяционно-видовой, биоценотический (сообщество), экосистемный (биогеоценотический), биосферный.

Спектр уровней организации живых систем: организмы = популяции = сообщества (биоценоз) = биосфера.

Совокупность особей одного вида, обитающая длительное время на определённой территории, носит название популяции.

Термин «популяция» был заимствован из демографии, где он обозначал народонаселение (лат. populus).

Под популяцией понимается любая совокупность особей одного вида, проживающая длительное время на определённой территории, свободно скрещивающаяся друг с другом и дающая плодовитое потомство.

Сообщество (см. биоценоз) – надорганизменная система, состоящая из трёх компонентов: растительности, животных и микроорганизмов. В такой системе отдельные виды, популяции и группы видов могут заменяться соответственно другими без особого ущерба для содружества, а сама система существует за счёт уравновешивающих сил антагонизма между видами.

Стабильность сообщества определяется количественной регуляцией численности одних видов другими, а его размеры зависят от внешних причин – величины территории с однородными абиотическими свойствами, т.е. биотопа.

Функционируют в непрерывном единстве биоценоз и биотоп [участок с однородными экологическими условиями, занятый определёнными биоценозами] биогеоценоз [совокупность однородных природных элементов на определённом участке поверхности Земли] или экосистема.

Экология в качестве поля деятельности для своих исследований охватывает несколько уровней организации жизни: организменный и надорганизменный – от популяционно-видового до биосферного.



Изучая взаимосвязи живого с окружающей абиотической средой, экология решает разные задачи на каждом системном уровне организации жизни.

На организменном уровне рассматриваются проблемы адаптации организмов, механизмы, обеспечивающие устойчивость их функционирования.

На популяционном уровне – это исследование форм взаимоотношений между организмами, обеспечивающими существование популяции как целостной саморегулирующейся системы.

На биосферном (глобальном) уровне выявляются причины и механизмы изменений элементов биосферы в результате воздействия человеческой деятельности. Двойное положение человека:

- 1) гетеротрофный живой организм;
- 2) высокоразвитое живое существо (НТР, ВПК,...)

Экологию можно подразделить на общую и частную (специальную).

Общая экология (биоэкология) изучает популяции, взаимоотношения между организмами, организмом и средой, экологию сообществ (биогеоценозов), природные комплексы и биосферу.

Частная или специальная экология занимается изучением экологических аспектов конкретных организмов (экология растений, животных, человека и т.д.) или сообществ (экология с/х экосистем; прикладная экология (пром., инженерная, с/х)).

Аутэкология – экология особей и составленных ими видов.

Демэкология – экология популяций.

Синэкология – экология сообществ.

Биосферология – учение о функционировании биосферы.

Понятие среды обитания – то, что окружает организм и влияет (прямо или косвенно) на его жизнедеятельность (состояние, развитие, выживание и размножение).

Если происхождение природных явлений не связано с жизнедеятельностью ныне живущих организмов, то мы имеем дело со средой 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.

## ТЕМА 4 ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ

В природе на организм одновременно воздействует огромное количество экологических факторов, поэтому при их анализе необходимо выделять наиболее значимые. Все факторы воздействуют в тесной взаимосвязи, оптимум и границы выносливости у организмов по отношению к одному фактору зависят от других воздействий.

Однако это взаимное влияние ограничено и ни один фактор не может быть полностью заменён другим. Е.д. обилие пищи увеличивает устойчивость организма к климатическим факторам (к снижению температуры). Но если температура окружающей среды будет близка к критическому значению, то никакое пищевое изобилие не спасёт организм от гибели.

Поэтому из всего перечня экологических факторов, воздействующих на конкретный организм, ограничивающим будет являться либо отсутствующий полностью, либо находящийся вблизи критических значений (min, max). Следовательно, фактор, уровень коего оказывается близким к пределам выносливости организма, т.е. присутствующий в избытке или недостатке, называется лимитирующим.

В 1840 г. химик-органик Ю. Либих, занимаясь агрохимией растений, сформулировал «закон минимума».

Согласно закону min, выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.

В 1913 г. американский учёный В. Шелфорд доказал, что не только вещества, находящиеся в недостатке, определяют жизнеспособность организма, но и избыток какого-либо вещества также может приводить к нежелательным последствиям.

Из повседневного опыта известно, что не только недостаток влаги сдерживает рост и развитие растений, её избыток ведёт к аналогичным последствиям.

Факторы, находящиеся в избытке или недостатке названы Шелфордом лимитирующими, а правило стало называться «законом лимитирующего фактора», или «законом толерантности» (лат. биол. полное или частичное иммунологической реактивности).

Согласно этому закону, лимитирующие факторы ограничивают жизнедеятельность организмов. Разумеется, закон Шелфорда справедлив не только для растений, но и для всех живых организмов. В качестве лимитирующего фактора могут выступать температура,

влажность, концентрация какого-либо вещества в воде, воздухе, почве, пищевые ресурсы и прочее.

Под антропогенным воздействием понимают деятельность, связанную с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и др. интересов человека, вносящую физические, химические, биологические и др. изменения в окружающую природную среду.

подавляющая часть антропогенных воздействий носит целенаправленный характер, т.е. осуществляется человеком сознательно для достижения конкретных целей. Существуют и антропогенные воздействия стихийные, непроизвольные, имеющие характер последствия (после застройки, обвал, провал, подтопление и ...).

Отрицательное воздействие человека на биосферу является загрязнением.

Законы экологии Б. Коммонера:

1. Всё связано со всем.
2. Всё должно куда-то деваться.
3. Природа знает лучше.
4. Ничто не дается даром.

Закон константности живого вещества биосферы (В.И. Вернадский) гласит: количество живого вещества (биомассы всех организмов) биосферы для данной геологической эпохи постоянно.

Закон необратимости эволюции (Л. Полло) – эволюция необратима, организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществлённому в ряду его предков.

## **ТЕМА 5. СТРУКТУРА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (БИОГЕОЦЕНОЗОВ)**

Любая единица экосистемы (биосистемы) включающая все совместно функционирующие организмы (биологическое сообщество) на данном участке и взаимодействующие с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему или экосистему. (Ю.Одум, 1986).

Приближено налагающиеся переходы для природных систем можно разделить на:

- а) с организационным и консорциумным типом управления;

б) и популяционных систем.

Для первой пары выхода из стационарного состояния до 100% от потока энергии или «нормы» потребления и пары саморазрушения составляет около 10 % от этой нормы.

Для популяционных систем превышение в среднем 10% объема изъятия приводит к выходу этих систем из стационарного состояния.

### **Устойчивость экосистем (принцип Ле-Шателье-Брауна)**

Принцип Ле-Шателье-Брауна гласит, что при внешнем воздействии выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие направляется в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

Так например растительность не давала прироста биомассы в соответствии с увеличением концентрации  $\text{CO}_2$ .

Достаточно признанным считается пары потребления S - 10% суммы вещества, который приводит с переходом через него к заметным изменениям в системах природы. Он в большей степени принят на эмпирическом интуитивном уровне, без различия форм и характера управления в данных системах.

Обычно выделяют:

- микроэкосистемы (подушка, лишайники);
- мезоэкосистемы (пруд, озеро, степь);
- макроэкосистемы (континент, океан);
- глобальную экосистему (биосфера земли);

### **Законы взаимодействия биосферы и общества (Дансеро)**

Ход исторических связей между природой и человеком приводит к одновременным переменам в природе и формах хозяйства. Форма хозяйства, меняясь вследствие затруднений, происходящих от перемен в природе, в свою очередь, вызывают цепные реакции в природе.

Постоянная обратная связь получила название «закона обратной связи взаимодействия человек - биосфера», или «закона бумеранга» (иначе – четвертого закона Б. Коммонера – «ничто не дается даром»).

Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения: всё, что было извлечено из неё человеческим трудом, должно быть возвращено.

Неизбежность платежей подчёркивается и законом незаменимости биосферы: нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества.

Сокращение естественной биоты в объёме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счёт создания очистных сооружений и перехода, к безотходному производству. Биосфера представляет собой единственную систему, обеспечивающую устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях.

Закон обратимости биосферы – биосфера стремится к восстановлению экологического равновесия тем сильнее, чем больше давление на неё. Это стремление продолжается до достижения экосистемами климакса.

Закон необратимости взаимодействия человек – биосфера: возобновимые природные ресурсы делаются невозобновимыми в случае глубокого изменения среды, значительной переэксплуатации, доходящей до поголовного уничтожения или крайнего истощения, т.е. превышения возможностей их восстановления.

Правило меры преобразования природных систем (нельзя переходить пределы, позволяющие им сохранять свойство саморегуляции).

- закон убывающей отдачи (Мальтус);
- правило демографического насыщения;
- правило интегрального ресурса (разные отрасли используют один и тот же ресурс => конкуренция => истощение)

Закон снижения энергетической эффективности природопользования (на 1 ед. всё больше энергии по ходу исторического развития).

Закон падения природно-ресурсного потенциала (ресурсы конечны, требуются аналоги).

## **ТЕМА 6 НАЗНАЧЕНИЕ И РОЛЬ БИОСФЕРЫ**

Биосфера, как кибернетическая система, обладает свойством саморегуляции. Одно из наиболее характерных проявления организованности биосферы состоит в наличии озонового экрана, находящегося на высоте около 45 км и поглощающего губительные для

живого вещества жесткие ультрафиолетовые лучи. Саморегуляция биосферы обеспечивается живыми организмами, что позволяет считать биосферу централизованной кибернетической системой, то есть системой, в которой один из элементов или одна из подсистем играет главенствующую роль в функционировании системы в целом. Такой элемент называют ведущей частью системы, или ее центром. Живое вещество биосферы и является ее ведущей частью.

Живые организмы являются структурными единицами живого вещества и элементами биосферы как системы. Живые организмы – это и аккумуляторы солнечной энергии, и трансформаторы для превращения ее в запасаемую химическую и выделяемую действующую энергию, и устройства, выполняющие работу, и хранители, преобразователи и передатчики информации.

Экосистему определяют как комплекс взаимосвязанных организмов разных видов и изменяемой ими абиотической среды, обладающий способностью к саморегуляции и полному самовозобновлению биоты (живой составляющей). В структуре экосистемы, следовательно, выделяют активную часть образованную разнородным живым веществом и пассивную - образованную неживым веществом в твердом, жидком и газообразном состояниях. Активную часть принято подразделять на несколько функциональных блоков, отличающихся преобладающей направленностью организуемых ими процессов: продуценты; консументы (редуценты и деструкторы).

Экосистемы (биогеоценозы) находятся в постоянном взаимодействии друг с другом и все вместе образуют гигантский круговорот вещества в пределах биосферы.

Вещество – основной (в нашем представлении) вид материи, из которого формируются элементы (взаимодействующие комплементарные части) биосферы. Его разновидности: живое органическое, живое неорганическое, неживое органическое и неживое неорганическое. Информация – определенность состояний, отношений и взаимодействии системы и ее элементов, реализуемых в материальных процессах, но не являющихся материей. Программа – это особым образом организованная часть материи, которая будучи введена в определенную часть активированной материи, способную воспринимать ее, при соответствующих условиях разворачивается, направляя активность материи по определенному руслу. Энергия – общая количественная мера всех форм движения (включая и взаимодействия) элементов в системе и системы в целом.

Вещество. Биосферу мы рассматриваем как проявление вещественной формы жизни. Источниками вещества для биосферы являются планетное и, в меньшей степени, космическое неживое вещество.

Живое вещество биосферы включает как органическое, так и неорганическое и представлено относительно однородными видовыми формами, пространственно организованными в дискретные тела небольшой протяженности.

Программа. Включает всю совокупность дискретных генетических матриц, или исходный генофонд живого вещества, получаемый биосферой к абстрактно синхронизированному началу развития поколения ценотически активных особей всех видов живых организмов. Программы на каждый вид материального носителя информации (видовое живое вещество) конкретны и полиморфны. Полиморфизм, по характеру возникновения, включает нормальную и аномальную составляющие. Нормальная составляющая связана с комбинированием элементарных матриц, включая и горизонтальных перенос генов, а аномальная составляющая - с ошибками, возникающими при репликации матриц и с изменениями, вызываемыми прямым или опосредованным действием активной среды.

Информация. Фактически, информация системы характеризует ее состояние в настоящем. Основу обновленного состояния живого вещества представляет вся совокупность генетических матриц, передаваемых новому поколению организмов, но «подготовленных» прежним состоянием биоты. Неживая среда, трансформированная активным живым веществом, на информационном входе представлена совокупностью изменившихся условий, в которых на основе программы должны «разворачиваться» вещественно-энергетические процессы, выражающиеся в построении и функционировании ценотически активной составляющей живого вещества. Непрерывные изменения, новообразования в состоянии биосферы оформляются в некоторую напряженность функционирования, или избыточность информации по отношению к материальному «оформлению» системы, что условно обозначим как «дефицит функции».

## ТЕМА 7 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

**Окружающая среда** – это совокупность всех факторов, влияющих на процессы жизнедеятельности. Выделяют **природную среду** (совокупность факторов природного происхождения, подвергающихся незначительному воздействию человеческой деятельности) и **техносферу** «вторую природу» - искусственно созданную человеком.

**Природные ресурсы** – элементы природы, которые при данном уровне развития производственных сил могут быть использованы в качестве средств производства (предметов и средств труда), составляя его сырьевую и энергетическую базы.

**Предметы труда** природного происхождения – природные материалы, которые в процессе производства подвергаются обработке и изменяют свою форму.

**Средства труда** природного происхождения – ресурсы природного происхождения, с помощью которых человек воздействует на природу или приспособливает для собственного потребления.

**Природные условия** – это элементы природы, которые непосредственно не участвуют в процессе производства, но оказывают прямое влияние на процессы жизнедеятельности общества.

С момента появления человечества природные условия и ресурсы определяли специфику его развития.

Население производства имеет тенденцию концентрироваться в характеризующих благоприятными климатическими условиями и имеющих высокую степень обеспеченности ресурсами, которая используется в настоящий момент в народном хозяйстве.

**Природно-ресурсный потенциал** – это совокупность всех природных ресурсов, которые используются или могут быть использованы с учётом темпов НТП.

Совокупный природно-ресурсный потенциал определяется, как совокупность потенциалов по каждому ресурсу.



## ТЕМА 8. АТМОСФЕРА

**Атмосфера** - газообразная оболочка планеты, состоящая из смеси различных газов, водных паров и пыли.

Через атмосферу осуществляется обмен веществ Земли с Космосом. Земля получает космическую пыль и метеоритный материал, теряет самые легкие газы: водород и гелий.

Атмосфера Земли насквозь пронизывается мощной радиацией Солнца, определяющей тепловой режим поверхности планеты, вызывающий **диссоциацию** молекул атмосферных газов и ионизацию атомов.

Атмосфера имеет четко выраженное слоистое строение. Нижний, наиболее плотный слой воздуха – **тропосфера**. В зависимости от широты Земли ее высота 10-15 км. Здесь содержится 80 % массы атмосферы и до 80 % водяного пара, развиваются физические процессы, формирующие погоду и влияющие на климат нашей планеты.

Над тропосферой до высоты 40 км расположена **стратосфера**. В ней находится озоновый слой, поглощающий большую часть ультрафиолетовой радиации и предохраняющий жизнь на Земле.

Выше находится **ионосфера**, которая обладает повышенной ионизацией молекул газа. Этот слой высотой до 1300 км также бережет все живое от вредного воздействия космической радиации, влияет на поглощение и отражение радиоволн.

Далее до 10000 км простирается **экзосфера**, где плотность воздуха с увеличением высоты убывает, приближаясь к разреженности вещества пространстве.

Главными составными частями атмосферы являются:

Части атмосферы	Объем, %	Масса, %
азот	78	75,5
кислород	20,9	23,1
аргон	0,8	1,28
углекислый газ	0,03	0,05

Атмосфера является важной частью экосферы, с которой она связана биогеохимическими циклами, включающими газообразные компоненты; это главным образом круговороты углерода, азота, кислорода и воды. Большое значение имеют также физические свойства атмосферы: воздух оказывает лишь незначительное сопротивление движению и не может служить опорой для наземных организ-

мов, и это непосредственно сказалось на их строении. В то же время некоторые группы животных стали использовать полет как способ передвижения. В атмосфере, так как в океане, постоянно происходит циркуляция, энергию для которой поставляет Солнце.

Крупномасштабным результатом циркуляции воздушных масс является перераспределение водяных паров, так как атмосфера захватывает их в одном месте (где вода испаряется), переносит и отдает в другом месте (где выпадают осадки). Если где-то в атмосферу поступают газы, в том числе загрязняющие (например, двуокись серы в промышленных районах), то система атмосферной циркуляции перераспределит их и они выпадут в других местах, растворенные в дождевой воде.

Еще одна атмосферная переменная - это атмосферное давление, которое уменьшается с высотой. С увеличением высоты снижается парциальное давление кислорода

**Влажность и соленость.** Вода необходима для жизни и может быть важным лимитирующим фактором в наземных экосистемах. Вода поступает из атмосферы в виде осадков: дождя, снега, дождя со снегом, града или росы. В природе происходит непрерывный круговорот воды - гидрологический цикл, от которого зависит распределение ее на поверхности суши. Наземные растения поглощают воду главным образом из почвы. Быстрый дренаж, небольшое количество осадков, сильное испарение или сочетание всех этих факторов могут приводить к иссушению почв, а при избытке воды, напротив, возможно их постоянное переувлажнение.

**Свет.** Свет необходим для жизни, так как это источник энергии для фотосинтеза, однако есть и другие аспекты его воздействия на другие организмы. Рассматривая эти аспекты, полезно помнить, что интенсивность света, его качество (длина волны, или цвет) и продолжительность освещения (фотопериод) могут оказывать различное влияние.

На интенсивность света влияет угол падения солнечных лучей на земную поверхность; она изменяется в зависимости от времени дня, широты, сезона и экспозиции склона.

Длина дня (фотопериод) на экваторе более или менее постоянна (около 12 ч), но в более высоких широтах она изменяется в зависимости от времени года.

## ТЕМА 9 ГИДРОСФЕРА

**Гидросфера** — важнейший элемент биосферы, объединяющий воды земного шара, включая океаны и моря, подземные и поверхностные воды суши, ледники Арктики и Антарктиды.

Основная масса воды (1370 млн. куб. км, или 94% общего объема гидросферы) сосредоточена в Мировом океане, который занимает площадь в 361 млн. кв. км, или 70,8% поверхности планеты (510 млн. кв. км). Поверхностные воды суши (озера, реки, водохранилища, болота и почвенные воды) имеют 0,5 млн. куб. км, что составляет 0,4% всего объема гидросферы. Объем подземных вод более 61 млн. куб. км (4% объема биосферы). Лед и снег Арктики, Антарктики, Гренландии и горных ледников оценивается в 24 млн. куб. км (1,6% объема гидросферы). Наибольшее значение в биосфере имеют воды Мирового океана, атмосферы и поверхностных водоемов. В океане зародилась жизнь, его роль в биосфере огромна, но воды суши более активны в современных биосферных процессах.

Воды суши по своему физическому и химическому составу — довольно неоднородная среда. Однако преобладающая часть поверхностных водоемов и водотоков имеет пресную воду с концентрацией солей, как правило, не более 0,5 г/л. В связи с соленостью морская вода как жизненная среда резко отличается от пресной воды, хотя обе содержат химические элементы в количестве, необходимом для жизнедеятельности организмов. На Земле очень редко встречаются растения и животные, которые способны жить как в пресной, так и в соленой воде.

### **Экологическое значение гидросферы:**

- \*Условия жизни на Земле
- \*Всеобщий растворитель
- \*Влияние на погодные и климатические процессы
- \*Участие в газообмене
- \*Среда распространения света, звука и инфекционных заболеваний

### **Экономическое значение гидросферы:**

- \*Использование в целях транспортировки
- \*Источник электроэнергии
- \*Использование в производственных процессах, промышленности и сельском хозяйстве
- \*Источник продуктов питания

**\*Использование в рекреационных целях**

*Водные ресурсы* – пригодные для хозяйственного использования запасы поверхностных вод, включая почвенную и атмосферную влагу. Их объем определяется суммарным стоком в средний по водности год. Наибольшими ресурсами обладают Азия (31 %) и Южная Америка (25,2 %), наименьшими – Европа (6,9 %) и Австралия (5,1 %).

В странах СНГ среднегодовой объем стока составляет 4,7 тыс. км<sup>3</sup>, причем 90 % приходится на Российскую Федерацию.

Ресурсы поверхностных вод Беларуси – 58 км<sup>3</sup> в год (1,2 % общего стока СНГ), а естественные ресурсы пресных подземных вод – 15,9 км<sup>3</sup> в год. Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду загрязнений антропогенного происхождения.

**Основные направления охраны и рационального использования водных ресурсов:**

*государственное регулирование*, включает создание системы управления, прогнозирования и планирования на основе бассейнового принципа, которая базируется на данных водного кадастра, расчетах водохозяйственного баланса, водопотребления и водообеспечения;

*правовое регулирование*, осуществляется в соответствии с Водным кодексом Республик Беларусь (1998), в котором установлены права и обязанности водопользователей, и нормативно-правовыми актами;

*экономическое регулирование* включает финансирование мероприятий по рациональному использованию и охране вод; лимиты водопользования; нормативы платы за водопользование и водопотребление; нормативы платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты; налоговые, кредитные и другие льготы при использовании малоотходных и экологически безопасных технологий, проведении мероприятий, дающих значительный эффект в области рационального использования и охраны вод; покрытие ущерба, нанесенного водным объектам и здоровью людей, в связи с нарушением требований водного законодательства;

*организационные и технические мероприятия*, среди них очистка сточных вод (механическая, химическая, физико-химическая, биологическая); улучшение работ: очистных сооружений, внедрение замкнутого цикла водоснабжения; контрольно-запретительные мероприятия (установление экологических нормативов ПДК и ПДС).

## ТЕМА 10 ЛИТОСФЕРА

Под литосферой понимается внешняя оболочка «твердой» Земли, расположенная ниже атмосферы и гидросферы над астеносферой. Мощность литосферы изменяется от 50 км (под океанами) до 100 км (под материками). Ее верхняя, менее плотная и менее упругая оболочка называется земной корой, нижняя (подстилающая) – субстратом, входящим в состав верхней мантии.

Границей между земной корой и субстратом служит поверхность Мохоровичича. Скорость продольных сейсмических волн при переходе через эту поверхность сверху вниз возрастает скачкообразно с 6,7 – 7,6 до 7,9 – 8,2 км/сек, а поперечных – с 3,6 – 4,2 до 4,4 – 4,7 км/сек. Плотность вещества также увеличивается скачкообразно с 2,9 – 3,0 до 3,1 – 3,5 т/м<sup>3</sup>.

Земная кора различна на материках и под океанами. Материковая кора состоит из материка, его шельфа, материкового склона и материкового подножья. Его средняя мощность около 34 км, а максимальная (в горных странах) до 75 км. Она разделяется на три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый.

Осадочный слой (средняя плотность 2,4 – 2,5 т/м<sup>3</sup>), мощностью до несколько километров, состоит из разновозрастных измененных или неизмененных осадочных и вулканических пород, которые нередко разорваны, смяты в складки или смещены по разрывам. В образовании осадочного слоя большую роль сыграли живые организмы, похоронив себя в «былых биосферах».

Гранитный слой (средняя плотность 2,7 т/м<sup>3</sup>), мощностью 15 – 17 км.

Функциональные особенности земли заключаются в том, что она является:

- основным средством производства в сельском хозяйстве;
- пространственным базисом всех воспроизводственных процессов.

Как *средство производства* земля характеризуется рядом особенностей:

- не воспроизводится по мере физического износа;
- совмещает функции предмета и средства труда в одном процессе производства;
- присуща незаменимость;
- различается своей продуктивностью, ее ресурсы пространственно

ограничены, характерно постоянное местоположение.

*Земельные ресурсы* — это часть земельного фонда, которая пригодна для хозяйственного использования. Из общей площади поверхности Земли (510,2 млн км<sup>2</sup>) на долю суши приходится 29,2 %. Земельные ресурсы оцениваются в 129 млн. км<sup>2</sup> (за исключением ледяных пустынь Арктики и Антарктиды).

Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель. Наибольшие площади заняты сельхозугодьями — более 35 %, лесами и кустарниками — %, населенными пунктами, промышленностью и транспортом — свыше 3 %.

*Сельскохозяйственные угодья* — участки земли используемые в сельскохозяйственном производстве: пашня, многолетние насаждения, залежи, сенокосы и пастбища.

Крупнейшие площади сельхозугодий сосредоточены в Китае (более 13 % мировых), в США (около 10 %) и в России (5 %), сельскохозяйственная освоенность территории (отношение сельхозземель ко всей площади) колеблется в значительных пределах: от 7 % в Канаде до 63 % во Франции, что обусловлено различиями в природно-климатических условиях. В структуре земельного фонда Республики Беларусь на долю сельхозугодий приходится 45 %, а распаханность территории составляет 30 %, что в 3 раза превышает среднемировые показатели.

## ТЕМА 11 БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Природный ресурсный потенциал биологического разнообразия охватывает используемые ресурсы растительного мира (включая лесные), ресурсы животного мира, а также так называемые «неэксплуатационные» ресурсы биоразнообразия, т.е. в настоящее время не используемые для промышленного, хозяйственного или прямого потребления в существенных объемах.

Общее число видов живых организмов, составляющих биоразнообразие, практически невозможно точно определить даже для небольшой территории. Наиболее изучены сейчас позвоночные животные, которых в стране известно 467 видов, а беспозвоночных насчитывается более 30 000 видов различных групп (простейшие, мшанки, моллюски, черви, насекомые, наукообразные, ракообразные, многоножки). В результате фаунистических и таксономических исследований ежегодно выявляется ряд новых видов, ранее не отме-

ченных на территории страны.

Среди позвоночных млекопитающие представлены 76 видами, включая 5 наиболее важных ресурсных видов копытных, 15 видов хищных, ряд видов грызунов, рукокрылых, насекомоядных и др., в том числе и акклиматизированных в 20 столетии, американскую норку, енота-полоскуна, ондатру и уссурийскую енотовидную собаку. С начала 17 столетия в Беларуси исчезло около 10 видов млекопитающих. Среди них 2 вида вымершие – лесной тарпан и тур. Перестали встречаться также северный олень, европейский лесной кот, лань, песец, россомаха, выхухоль. Целиком были истреблены благородный олень и зубр. Олень позже был реинтродуцирован, а популяция зубра восстановлена из особей, содержащихся в неволе.

К настоящему времени на территории Беларуси зарегистрировано 310 видов птиц, из которых 227 гнездятся, 42 относятся к случайно залетным, 28 встречаются во время миграций, 9 только зимуют. За последние 1,5-2 столетия с территории Беларуси исчезло около 10 видов птиц, а за последние 50 лет двадцатого века появились на гнездовании 27 новых видов, в т.ч. и ранее исчезнувшие виды – большой баклан, серый гусь, лебедь-шипун, что свидетельствует об активных процессах динамики фауны. Из амфибий в Беларуси проживает 13 видов: 2 – тритонов и 11 видов отряда бесхвостых: жабы, лягушки, жерлянка, квакша, чесночница. В фауне рептилий 7 видов: 1 вид черепах, 3 – ящериц и 3 – змей. Ихтиофауна включает 62 вида, из которых 3 вида миног и 59 видов рыб. Аборигенная фауна рыб представлена 46 видами; 13 видов заселены в водоемы с целью разведения. На протяжении 20 столетия исчезли минога речная и 9 видов рыб: осетры атлантический и русский, белуга, вырезуб и др. За этот период акклиматизированы, интродуцированы и появились в результате инвазий 11 видов: амур белый, бычки (гонец, кругляк, песочник), ротан-головешка, сомики американский и каналный, форель радужная, толстолобики белый и пестрый, чебачек амурский. Среди беспозвоночных Беларуси особенно высоким видовым разнообразием выделяются насекомые, которые составляют не менее 70% всех видов животных.

В Красную книгу Республики Беларусь, третье издание которой вышло в 2004г., занесено 104 вида позвоночных и 85 видов беспозвоночных животных (рис. 5.1), которые находятся на территории страны в наиболее угрожаемом состоянии.

## ТЕМА 12. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Одним из наиболее эффективных средств рационального природопользования и охраны окружающей среды является экологическое нормирование. С его помощью регулируется допустимая нагрузка на экологические системы, и устанавливаются границы воздействия хозяйственной деятельности на среду обитания.

Экологическое нормирование представляет собой процесс установления показателей предельно допустимого воздействия человека на окружающую природную среду. Главная цель нормирования – обеспечение взаимоприемлемого сочетания экономических и экологических интересов. Предельно допустимые нормативы представляют собой компромисс между экологией и экономикой, позволяющий развивать хозяйство и сохранять окружающую среду.

Систему экологического нормирования подразделяют на три составляющие – технологическую, научно-техническую и медицинскую. В основе технологических показателей нормирования лежит способность экономики обеспечивать выполнение установленных пределов воздействия на человека и окружающую природную среду.

К научно-техническим показателям можно отнести способность технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем направлениям.

Медицинские (санитарно-гигиенические) нормативы качества окружающей среды определяют пороговый уровень угрозы здоровью населения и компонентам биосферы. К ним относятся предельно допустимая концентрация вредных веществ, допустимый уровень радиационного воздействия, размер санитарно-защитных зон.

К настоящему времени созданы стандарты качества воздушной среды по 1080 загрязнителям, для защиты питьевой воды – по 1373 соединениям, для ведения рыбного хозяйства – по 972 соединениям и для защиты рекреационных водных источников – по 14 соединениям.

Разработаны и внедрены значения ПДК вредных веществ в воздухе жилой и рабочей зон. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м, где размещается место постоянного пребывания работающих. В жилой зоне атмосферные загрязнители действуют круглосуточно на все группы населения (включая детей и пенсионеров), и поэтому они более жесткие. В рабочей зоне вредные химические вещества действуют в течение 6-8 часов на лиц трудоспособно-



го возраста, которые проходят регулярные медицинские осмотры и поэтому здесь допускается более высокая концентрация

Численно, степень загрязнения определяется концентрациями загрязняющих веществ, соответственно в воздушном бассейне, почве, растительности, водных источниках. Эти концентрации могут быть безопасны для объектов живой природы, могут приводить к их угнетению и в крайних случаях к гибели. Максимальная концентрация загрязняющего вещества в природных средах, которая практически не влияет на состояние природных объектов получила наименование предельно допустимой концентрации или ПДК. Для воздушной среды ПДК приводятся в  $\text{мкг}/\text{м}^3$  или  $\text{мг}/\text{м}^3$ , а для водной в  $\text{г}/\text{дм}^3$ ,  $\text{мг}/\text{дм}^3$  или  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ .

Просчитываются такие показатели:

ПДК<sub>рз</sub> – предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в рабочей зоне;

ПДК<sub>сс</sub> – предельно допустимые средние суточные концентрации;

ПДК<sub>мр</sub> – предельно допустимые максимальные разовые концентрации;

КЛ – концентрации летальные.

Величины предельно допустимых концентраций определяются экспериментально и утверждаются МИНЗДРАВом в качестве нормативов для проектирования сооружений, загрязняющих природные объекты, оценки работы, очистных станций и установок и решения многих природоохранных вопросов.

Содержание в воде кислорода оценивается величинами биологического потребления кислорода БПК на 1, 2, 5...n сутки и, соответственно обозначается БПК<sub>1</sub>, БПК<sub>2</sub>, БПК<sub>5</sub>,...БПК<sub>n</sub> и химической потребностью в кислороде – ХПК, то есть количество кислорода эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде,  $\text{мг O}_2/\text{мг}$  вещества.

Из требований к ограничению концентрации загрязняющих веществ в природных объектах вытекают требования к ограничению сбросов загрязняющих веществ предельно допустимым выбросом – ПДВ, для воздушной и предельно допустимым сбросом ПДС, соответственно для водной среды (иногда они определяются как ПДУВ – предельно допустимый уровень выброса и ПДУС – предельно допустимый уровень сброса). Соответственно, ПДВ, ПУДВ определяет

предельно допустимое количество вредных веществ, сбрасываемых в атмосферу источником, обеспечивающее предельно допустимые их концентрации в приземном слое воздуха. Обычно эти концентрации рассчитываются для створа, расположенного на каком-то заданном расстоянии до источника, определяющимся особенностями ландшафта или районной планировкой территории. Или, в более общей формулировке, ПДВ представляет собой количество (объем или массу) загрязняющего вещества, выбрасываемого источником за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям для окружающей природной среды или здоровью людей.

Предельно допустимый сброс (ПДС) в водные объекты – масса вещества, в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени, обеспечивающая разбавление до ПДК этих веществ в расчетном створе или в местах водопользования.

Принципиальная разница между ПДВ в воздушную среду и ПДС в водную состоит в том, что помимо рассеивания (в воздухе) и разбавления (в воде), в водоисточнике действуют также процессы самоочищения, тогда как в воздушной среде под воздействием влаги, низкой температуры или солнечного излучения возникают фотохимические эффекты, ведущие к формированию сложных и высокотоксичных соединений, усиливающих отрицательное влияние загрязнителей на организм живых существ, включая в первую очередь – человека.

### **ТЕМА 13 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

В последние годы развитие экономики Беларуси происходило в сложных условиях. Достаточно ощутимо сказались удорожание импортируемых энергоресурсов. Удельный вес убыточных предприятий в промышленности составил 28,3%, из них в электроэнергетике – 12,5%, в топливной промышленности – 43,2%, в химической и нефтехимической промышленности – 34,8%. Несмотря на это объем производства продукции промышленности достиг в 2004г. 138% к уровню 1990 года.

В промышленности Беларуси осуществляется интенсивное техническое перевооружение предприятий. Создание передовых производственных технологий является одной из важнейших задач инновационной деятельности. Только в 2004 г. в стране этим занимались 295 организаций промышленности, науки и научного обслуживания, а также высшие учебные заведения. Ими создано за год 375 передовых производственных технологий, из которых новыми для Беларуси были 340 и лишь 11 – принципиально новыми. Патентной чистотой обладали 103 созданные передовые производственные технологии. Получено 73 патента на изобретение, 20 – на полезную модель и 4 – на промышленный образец.

Всего в 2004г. в промышленности использовалось 14944 передовых производственных технологий, но только 536 из них имели патенты на изобретения. Следует также заметить, что 38,3% технологий используются в течение 10 и более лет. Поэтому судить довольно сложно, насколько такие технологии передовые.

Энергетика оказывает влияние на окружающую среду посредством выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросов сточных вод, а также за счет вовлечения земель в строительство новых объектов. За 2004 год в республике выработано 31207 млн. кВт.ч электрической энергии, в том числе 33 млн. кВт.ч гидроэлектростанциями. Добыча нефти (включая газовый конденсат) составила 1804 тыс.т, газа – 245 млн.м<sup>3</sup>. Это несколько ниже, чем в 2000 году. За последние пять лет практически не увеличилось производство топливного торфа и топливных брикетов.

Чтобы уменьшить загрязнение водных ресурсов, вводятся в действие новые мощности по очистке. Так, в 2004 году введены в строй станции и сооружения для очистки сточных вод мощностью 37,4 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Введены также системы оборотного водоснабжения на 8,4 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Мощность очистных сооружений канализаций в городах и поселках городского типа достигла 3292,2 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

#### **ТЕМА 14. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Усиление глобальных экологических проблем и проблем, связанных с использованием природных ресурсов, привело к возникновению мировой идеи устойчивого развития (устойчивого роста), ко-

торая заключается в сбалансированном и всестороннем решении политических, социально-экономических и экологических задач в интересах настоящего и будущего поколений. Модель устойчивого развития (устойчивого роста) предусматривает стабильное функционирование и сбалансированное поступательное движение политической, экономической, социальной и экологической сфер и позволяет не только учитывать потребности человека в благоприятной окружающей среде, но и поддерживать устойчивость естественных и преобразованных экосистем.

Основными направлениями работы по реализации государственной экологической политики являются:

- совершенствование природоохранного законодательства;
- внедрение эффективных методов управления и контроля за природопользованием и охраной окружающей среды;
- создание целостной системы финансирования природоохранных мероприятий;
- совершенствование системы органов управления и экологического контроля;
- реализация программы подготовки кадров и повышения экологической культуры населения;
- развитие международного сотрудничества и более активное использование зарубежного опыта в решении экологических проблем.

Одним из механизмов обеспечения устойчивого развития, экономической и экологической безопасности, предусмотренных законодательством, является механизм правового регулирования экономического обеспечения природопользования и охраны окружающей среды, включающего платное использование природных ресурсов, обозначаемое как "платежи за пользование природными ресурсами", "платность природопользования", "плата за природные ресурсы", "платежи за использование природных ресурсов" и некоторыми другими дефинициями.

В условиях происходящих в Беларуси социально-экономических преобразований в природоресурсовой сфере стали зарождаться новые общественные экономические отношения рентно-налогового характера и содержания. Наряду с формированием института налогов в неприродоресурсовой, цивилистической сфере возникли объективные предпосылки законодательного введения принципа и механизма платного природопользования как юридиче-

ской формы реализации государством права собственности на природные ресурсы, а также средства достижения баланса экономических и экологических интересов общества.

Улучшение природопользования достигается посредством планирования и проведения различных природоохранных мероприятий. Основными из них могут быть следующие:

- строительство и эксплуатация очистных и обеззараживающих сооружений и устройств (наиболее актуально в животноводстве);

- развитие малоотходных и безотходных технологических процессов и производств;

- размещение предприятий и систем транспортных потоков с учетом экологических требований;

- рекультивация земель;

- меры по борьбе с эрозией почвы;

- меры по охране и воспроизводству флоры и фауны;

- меры по охране недр и рациональному использованию минеральных ресурсов (в сельском хозяйстве, прежде всего, водных);

- адаптивное районирование селекции и агротехники, увеличение видового и сортового разнообразия агроэкосистем;

- увеличение работ по детоксикации сельскохозяйственных угодий, загрязненных выбросами тяжелых металлов.

Проектируемый и планируемый комплекс природоохранных мероприятий должен обеспечить:

- соблюдение нормальных требований к окружающей среде, отвечающих интересам охраны здоровья людей и охраны окружающей среды;

- повышение экологической устойчивости сельского хозяйства, культивируемых видов сельскохозяйственных культур;

- повышение экологической устойчивости сельского хозяйства требует проведения экологического зонирования сельскохозяйственных угодий с установлением особых требований (режимов) их использования;

- производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции и продовольствия, поступающих на конечное потребление после ее переработки на предприятиях пищевой промышленности.

## ТЕМА 15 ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В систему органов управления и надзора по охране природы (рис. 1) входят органы общей компетенции и органы специальной компетенции.



Рис. 1. Органы управления и надзора по охране природы

Экологическое воспитание – это способ воздействия на чувства людей, на сознание, взгляды и представления Оно повышает уро-

вень сознательности граждан, прививает бережное отношение к природе, вызывает озабоченность и ее состоянием, обеспечивает подготовленность каждого к нравственному поведению в природной среде.

Юридическая ответственность – это обязательство юридических и физических лиц перед обществом и государством по соблюдению действующих законов по охране окружающей среды. Правовая система нашей страны предусматривает четыре формы ответственности: дисциплинарную (включая материальную), административную, гражданско-правовую, уголовную.

Физические лица могут нести все виды ответственности, а также юридические, т. е. предприятия, учреждения и организации привлекаются лишь к административной гражданско-правовой ответственности.

Все виды правонарушений в сфере охраны окружающей природной среды и соответствующие им формы ответственности имеют общие черты: виновность и противоправность деяния (действия или бездействия), нарушение природоохранного законодательства, причинение вреда здоровью человека или окружающей природной среде, причинную связь между элементами состава правонарушения.

Вред жизни и здоровью человека от неблагоприятного воздействия окружающей природной среды выражается в полной или частичной потере жизнеобеспечивающих (биологических) функций организма.

При возмещении вреда здоровью граждан, причиненного загрязнением и иными экологически вредными воздействиями окружающей природной среды, компенсации по общему правилу подлежат следующие расходы:

1) затраты на лечение и восстановление здоровья; 2) расходы на возмещение материальных потерь в связи с утратой работоспособности; 3) иные убытки – вынужденный переезд на новое место жительства, преждевременный уход на пенсию, упущенные профессиональные возможности, а также ущерб, вызванный психическими отклонениями из-за негативного воздействия окружающей среды, моральный вред. Решающее значение имеет наличие причинной связи между вредом здоровью и источником его причинения, которая доказывается результатами медико-социальной экспертизы.

Действующее законодательство предусматривает исковую и административную формы возмещения вреда.

## ЧАСТЬ 2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ

### 2.1 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

#### Задание 1

##### Экологическая реклама

Задание выполняется группами численностью не менее 2 человек в каждой. Группа самостоятельно определяют тематику рекламного проекта. Обязательным условием является общность конечных функции проекта каждого исполнителя входящего в группу.

##### Пример:

- 1) общая функция – перевозка пассажиров: самолет, автомобиль, железнодорожный вагон, корабль;
- 2) очки, линзы, лазерная коррекция - способ улучшить зрение;
- 3) деревянные и пластиковые стеклопакеты – источник света, шумоизоляция, теплоизоляция и т.д.

Основная задача, которая ставится перед исполнителем: показать, что именно его проект является наиболее перспективным в группе. При этом в основу положены три основных принципа: экономическая эффективность; экологическая безопасность; простота и удобство в процессе создания, использования (потребления) и утилизации (рециклинга).

Рекомендуется согласовать тематику проекта с преподавателем, с целью предупреждения заведомого преимущества одной из сторон в рамках проектной группы, а также дублирования тематики другими группами.

#### Задание 2

##### Пищевая цепочка

Необходимо сформировать пищевую цепочку (не менее 5 звеньев) и затем указать в ней автотрофные и гетеротрофные организмы, продуценты, консументы (1,2 и т.д. порядка) и редуценты (деструкторы).

##### Методические указания

*Популяция* – это совокупность особей одного вида имеющая общий генофонд и общие условия обитания.

Группы различных популяций взаимосвязанных между собой на



ограниченной территории называются - *биоценоз*.

В биоценозе организмы делятся на:

1. *Автотрофные* – способные превращать солнечную энергию и неорганические вещества в органику (*например*: береза, клевер).

2. *Гетеротрофные* – для поддержания жизни используют в основном органику (*например*: корова, волк).

*Продуценты* – организмы, формирующие из солнечной энергии и других элементов первичную биологическую продукцию (*например*: яблоня).

*Консументы* – гетеротрофные организмы питающиеся растениями или другими гетеротрофами (*например*: кролик, собака).

*Редуценты (деструкторы)* – разрушители органического вещества (*например*: бактерии).

Специфической характеристикой описывающей перенос энергии по пищевой цепочке в биоценозе являются *трофические уровни*.

### **Пример:**

Ряска – карась – окунь – щука – бактерии.

Автотрофные организмы: ряска.

Гетеротрофные организмы: карась, окунь, щука, рак.

Продуценты: ряска.

Консументы: карась (1-го порядка); окунь (2-го порядка); щука (3-го порядка).

Редуценты (деструкторы): бактерии.

## **Задание 3**

### **Классификация природных ресурсов**

Аудитория разбивается на группы, каждая из которых составляет перечень разноплановых природных ресурсов. Затем группы обмениваются своими разработками. Группа, получившая перечень должна рассмотреть каждый вид указанного ресурса и отнести к той или иной категории, согласно рассмотренным классификационным группам.

### **Методические указания**

*Хозяйственная (экономическая)* классификация природных ресурсов:

1. Ресурсы материального производства:

1.1. промышленные ресурсы (*например*, нефть);

1.2. сельскохозяйственные ресурсы (*например*, земельные ресурсы);

1.3. строительные ресурсы (*например*, песчано-гравийные смеси).

2. Ресурсы сферы услуг:

2.1. ресурсы прямого потребления (*например*, питьевая вода);

2.2. ресурсы косвенного потребления (*например*, деревья в городских парках).

*Рекреационные ресурсы* – ресурсы, способствующие восстановлению жизненных сил и здоровья населения (*например*, санитарно-курортные зоны, парки, лесопарки).

*Бальнеологические ресурсы* – минеральные грязи, минеральные воды (столовые и лечебные).

*Природная или естественная (по генезису)* классификация: минеральные ресурсы, земельные ресурсы, биологические ресурсы, ресурсы животного и растительного происхождения и т.д.

*Природно-экологическая (экологическая)* классификация:

1. Исчерпаемые: возобновляемые (*например*: растения и животные) и невозобновляемые (*например*: нефть, уголь, газ).

2. Неисчерпаемые: космические (*например*: энергия солнца), климатические (*например*: сила ветра), водные (*например*: морская вода).

*Рыночная классификация:*

1. Стратегические ресурсы – непосредственно влияющие на безопасность (*например*: урановые руды).

2. Ресурсы экспортного назначения — ресурсы, формирующие значительные валютные поступления в бюджет страны (*например*: для РФ: нефть, уголь; для РБ: лес, калийные соли).

3. Ресурсы внутреннего рынка (*например*: строительные пески).

*Классификация по степени вовлеченности в хозяйственный оборот:*

1. Вышедшие из оборота (*например*: уничтоженные виды животных и растений).

2. Вовлеченные в хозяйственный оборот (*например*: медь, нефть, уголь).

3. Потенциальные ресурсы (*например*: солнечная энергия).

4. Гипотетические ресурсы (*например*: «космический ветер»).

**Пример:**

Беловежский зубр.

Естественная классификация: животное.

Природно-экологическая: исчерпаемый, возобновляемый ресурс.

По степени вовлеченности в хозяйственный оборот: ресурс в обороте и т.д.

**Задание 4****Классификация загрязнений**

Аудитория разбивается на группы, каждая из которых составляет перечень разноплановых загрязнений. Затем группы обмениваются своими разработками. Группа, получившая перечень, должна рассмотреть каждый вид указанного загрязнения и отнести к той или иной категории, согласно рассмотренным классификационным группам.

**Методические указания**

*Классификация загрязнений:*

1. *По характеру распространения по поверхности:*

1) точечные; 2) пятнистые; 3) сплошные.

2. *По характеру распределения во времени:*

1. Распределенные во времени:

– постоянные (*например*: загрязнения обусловленные падением космической пыли);

– периодические (*например*: загрязнения вызванные осенним листопадом);

2. Стихийные (*например*: загрязнения вызванные взрывом, пожаром).

*По скорости распространения:*

1. Внезапные (*например*: загрязнения, возникающие при извержениях вулканов, взрывах).

2. Стремительные (*например*: загрязнения вызванные продуктами горения при пожарах).

3. Умеренные (*например*: загрязнения в результате наводнений).

4. Плавные (*например*: эпидемии).

*По масштабам:*

1) локальные; 2) местные; 3) региональные; 4) национальные; 5) глобальные.

4. *По характеру воздействия:*

- 1) химические;
- 2) физические (механические, радиоактивные, тепловые, шумовые, электромагнитные, и т.д.);
- 3) биологические.

**Пример:**

Загрязнение, возникшее в результате аварии на ЧАЭС:

По происхождению: антропогенное (искусственное).

По скорости распространения: внезапное.

По характеру воздействия: физическое (радиоактивное) и т.д.

## **Задание 5**

### **Классификация полезных ископаемых**

#### **Методические указания**

Аудитория разбивается на группы, каждая из которых составляет перечень различных ресурсов. Затем группы обмениваются своими разработками. Группа, получившая перечень, должна распределить полезные ископаемые по классификационным группам.

**Пример:**

Топливо-энергетические: нефть, уголь.

Рудные: железная руда.

Строительные материалы: мрамор.

Гидроресурсы: минеральная вода.

## **Задание 6**

### **Классификация экологической документации**

Необходимо разбить по группам в соответствии с приведенной классификацией экологическую документацию, собранную во время прохождения студентами производственной (экскурсионной) практики. Допускается использовать в качестве исходного материала для работы список документов, где приведен перечень наименований различных форм отчетности используемых субъектами хозяйствования. В последнем случае список предоставляется преподавателем в нескольких вариантах и распределяется среди студентов методом случайного выбора.

#### **Методические указания**

Экологическая документация субъекта хозяйствования обобща-

ются в следующие группы:

1. Документы, устанавливающие право собственности (владения) на природные ресурсы.
2. Разрешительные документы.
3. Документы об отсутствии негативного воздействия.
4. Документы учета природоохранной деятельности предприятия.
5. Правовые документы.

### **Пример:**

Экологический паспорт – разрешительная группа документации; договор купли-продажи дачного участка – документ, устанавливающий право собственности.

## **Задание 7**

### **Классификация состояний окружающей среды**

Для выполнения данного задания аудитория разбивается на группы. Каждая группа указывает не менее 10 общеизвестных объектов (экокомплексов), затем представляет этот перечень другой группе в аудитории. Задача другой группы определить, к каким из категорий согласно природно-экологической и медико-социальной классификациям относиться каждый из объектов (экокомплексов), включенных в список.

### **Методические указания**

*Природно-экологическая или экологическая классификация состояний окружающей среды:*

а) *естественное* состояние: минимальное антропогенное воздействие на природную среду; биомасса максимальная; биопродуктивность минимальна;

б) *равновесное* состояние: скорость восстановительных процессов выше скорости антропогенных нарушений в экосистеме; биомасса высока, биопродуктивность выше естественной;

в) *кризисное* состояние: скорость антропогенных нарушений превышает скорость восстановительных процессов; биопродуктивность резко повышена; биомасса снижается;

г) *критическое* состояние: обратимая замена прежде существовавших экосистем на менее продуктивные (частичное опустынивание); биомасса и биопродуктивность невысоки и снижаются.

д) *катастрофическое* состояние: труднообратимый процесс замены экосистемы на менее продуктивную (сильное опустынивание), биомасса и биопродуктивность стремительно падают.

е) состояние *коллапса*: необратимое разрушение экосистемы, биомасса и биопродуктивность близки к нулю.

*Медико-социальная* классификация состояний окружающей среды:

а) *благополучная* зона: происходит устойчивый рост продолжительности жизни, уровень заболеваемости сокращается;

б) зона *напряженной экологической ситуации*: отдельные показатели здоровья населения в норме либо выше, но продолжительность жизни сокращается;

в) зона *экологического бедствия*: показатели здоровья населения ухудшаются, продолжительность жизни сокращается;

г) зона *экологической катастрофы*: жизнь не возможна.

### **Пример:**

ГГТУ им. П.О. Сухого корпус №3 – зона напряженной экологической ситуации, критическое состояние.

## **Задание 8**

### **Планирование природоохранных мероприятий**

Необходимо каждому студенту разработать комплекс мероприятий по улучшению экологической ситуации в районе (населенном пункте, области и т.п.) проживания. Затем требуется составить перечень 8-15 наиболее часто встречающихся мероприятий в аудитории и проанализировать их с точки зрения экологической эффективности и экономической целесообразности. При этом аудитория должна быть разбита на группы в зависимости от методологических подходов к определению целесообразности природоохранных затрат.

### **Методические указания**

Выделяют три основных подхода при определении целесообразности природоохранных затрат:

1. *Экстенсивный*. Сторонники данного подхода считают природоохранные затраты не эффективными, а, зачастую, сдерживающими экономическое развитие. При этом подходе оценки природоохранных затрат и экологического ущерба минимизируются.

2. *Экономический*. Сторонники сопоставляют необходимость природоохранных затрат с полученными результатами. В основе это-

го сопоставления лежат нормативные требования. Именно в рамках данного подхода разработаны методы определения ущерба от загрязнения окружающей среды, методы расчета платы за пользование природными ресурсами и загрязнение среды, определены критерии природоохранной деятельности.

3. *Глобальный.* Сторонники опираются на идею сбалансированности эколого-экономических факторов с учетом долговременных эффектов. Природоохранные затраты в этом случае достигают максимальных значений.

### Задание 9

#### Эколого-экономический кроссворд

Для выполнения данного задания необходимо, используя основные экологические и экономические термины и определения курса, создать кроссворд либо его аналоги (сканворд, чайнворд, ребус и т.д.). Количество слов на одного автора-составителя должно быть не менее 16. Рекомендуется: 1) придерживаться пропорции при использовании экологических и экономических терминов 1:1; 2) максимально охватывать тематику курса (использовать материалы всех пройденных тем) либо напротив ограничиться узкоспециализированным направлением (леса, реки, экологические платежи и т.д.); 3) учитывать общие правила оформления работ подобного рода (лаконичность и четкость постановки задания, симметричность оформления и т.д.).

### Задание 10

#### Глобальные проблемы

Необходимо дать характеристику глобальных проблем в соответствии с таблицей.

*Таблица. 10.1*

#### Характеристика глобальных проблем

Проблема (наименование)	Суть	Причины возникновения	Последствия			Пути решения
			экономические	экологические	социальные	

#### Методические указания

*Глобальные* проблемы по своим масштабам охватывают площадь всего земного шара либо его значительной части.

В зависимости от преобладающих факторов глобальные проблемы носят *экологический* (**например**: загрязнение вод мирового океана), *экономический* (**например**: мировой финансовый кризис) или *социальный* (**например**: транснациональная миграция) характер. В тех случаях, когда не возможно определить категорию преобладающих факторов, характер проблем является комбинированным (**например**: проблема безработицы является социально-экономической).

## ПРАВИЛА ВЫБОРА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Вариант выбирается в соответствии с порядковым номером в группе (согласно списку в журнале). В заданиях вариант обозначен символом «№».

В ряде случаев для определения исходных данных требуется произвести математическое действие (\*, ÷, -, +) со значением №.

*Например*:

1. Объем выпуска продукции в результате внедрения установки предварительной очистки воды увеличится на  $(№+1000)$  тыс. руб. Это означает, что в ходе решения необходимо использовать значение номера варианта (№) исполнителя и 1000 при единицах измерения «тыс. руб.». Т.е. для варианта 1 это значение равно 1001 тыс. руб.  $(1+1000)$ , для варианта 11 – 1011 тыс. руб.  $(11+1000)$  и т.д.

2. Объем вырубленной древесины составляет  $(№ \times 100) \text{ м}^3$  ежегодно. Т.е. для варианта 2 это значение равно  $200 \text{ м}^3 (2 \times 100)$ , для варианта 20 -  $2000 \text{ м}^3 (20 \times 100)$  и т.д.

### 2.3 ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Определите ущерб в ЗАЗ, наносимый в результате работы промышленного объекта, который ежегодно выбрасывает в атмосферу через трубу высотой  $h$  метров  $M_a$  тонн вещества  $A$  и  $M_b$  тонн вещества  $B$ . Температура в устье источника составляет  $T_{уст}$  °С, а среднегодовая температура воздуха в регионе  $T_{ос}$  °С. В структуру ЗАЗ входят различные виды территорий с различными площадями. исходные данные представлены в таблицах 2.1-2.6.



Таблица 1.1

**Вид территорий, входящих в ЗАЗ и их площадь, га**

Показатель					
Вид	Площадь	Вид	Площадь	Вид	Площадь
Защитная зона	$N_{\text{з}}$ *	Леса	$10*N_{\text{з}}$	Сенокосы	$20+N_{\text{з}}$
Заповедник	$N_{\text{з}}$	Заповедник	$400+N_{\text{з}}$	Дачный поселок	$10+N_{\text{з}}$
Курортная зона	$N_{\text{з}}$	Сады	$10*N_{\text{з}}$	Город (плотность 1000 чел./га)	$600+N_{\text{з}}$
Виноградники	$N_{\text{з}}$	Пашни	$10*N_{\text{з}}$	Деревня (плотность 40 чел./га)	$50+N_{\text{з}}$

Таблица 1.2

**Загрязняющее вещество и его масса**

$N_{\text{з}}$	Показатель			
	Вещество А		Вещество В	
	Наименование	Масса, т	Наименование	Масса, т
1-5	Фенол	$N_{\text{з}}/100$	Молекулярный хлор	$N_{\text{з}}/2$
6-10	Оксид углерода	$10*N_{\text{з}}$	Сажа без примесей	$N_{\text{з}}/2$
11-15	Серная кислота	$N_{\text{з}}$	Аммиак	$N_{\text{з}}$
16-20	Фенол	$N_{\text{з}}/100$	Оксиды алюминия	$N_{\text{з}}$
21-25	Древесная пыль	$2*N_{\text{з}}$	Молекулярный хлор	$N_{\text{з}}/2$
26-30	Оксид цинка	$N_{\text{з}}/100$	Оксиды алюминия	$N_{\text{з}}$

Таблица 1.3

**Среднегодовая температура воздуха в регионе, температура у устья источника, эффективность систем очистки**

$N_{\text{з}}$ *	Показатель			
	Температура, °С		Высота источника выбросов, м	Эффективность очистки, %
	В устье источника	Среднегодовая в регионе		
1-5	150	15	25	45
6-10	180	17	45	95
11-15	190	15	70	50
15-20	120	16	120	75
21-25	110	17	155	80
26-30	100	20	100	91

Таблица 1.4

**Значение показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха ( $\sigma_a$ ) над различными территориями**

Вид территории	Значение
Курорты, санатории, заповедники, заказники, зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы, населенные пункты со средней плотностью населения свыше 50 чел./га	8
Территории промышленных предприятий, промузлов, включая защитные зоны, населенные пункты с плотностью населения менее 50 чел./га	4
Территории лесов и сельскохозяйственных угодий	0,4

Таблица 1.5

**Значение коэффициента  $f$  в зависимости от высоты источника загрязнения и разности температур в устье источника и в окружающей среде\***

Разность температур,	Значение коэффициента в зависимости от высоты			
	до 20 м	20-100 м	100-300 м	свыше 300 м
25-50 °С	0,9	0,6	0,3	0,2
	3,7	2,8	1,8	1,4
50-150 °С	0,8	0,4	0,2	0,1
	3,5	2,4	1,4	1,1
свыше 150 °С	0,7	0,4	0,1	0,1
	3,3	2,2	1,2	0,9

\* При выбросе после очистки с коэффициентом улавливания свыше 90 % принимаются значения  $f$ , которые находятся в числителе; при выбросе с коэффициентом улавливания от 70 до 90 % принимаются значения  $f$ , которые находятся в знаменателе; при выбросе с коэффициентом улавливания до 70 %  $f$  принимается равным 10.

Таблица 1.6

**Значение показатель относительной опасности  $A$   
для некоторых веществ**

Вещество	Значение
Оксид углерода	1
Сернистый ангидрид	22
Сероводород	54,8
Серная кислота, ангидрид	49
Оксиды азота в пересчете (по массе) на NO <sub>2</sub>	41,1
Аммиак	10,4
Фенол	310
Молекулярный хлор	89,4
Оксиды алюминия	33,8
Сажа без примесей (пыль углерода без учета примесей)	41,5
Древесная пыль	19,6
Оксид цинка	245

**Методические указания**

Экономическая оценка ущерба, произведенного годовыми выбросами в атмосферу, для отдельного источника определяется по формуле:

$$Y_{атм} = \gamma \times \sigma_a \times f \times M, \quad (1.1)$$

где  $\gamma$  – множитель, численное значение которого равно 2,4 ден. ед. / усл. т;  $\sigma_a$  – показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха (табл. 1.4);  $f$  – безразмерный множитель, который учитывает характер рассеивания примеси в воздухе (табл. 1.5);  $M$  – приведенная масса годового выброса, усл. т.

Для определения величины  $\sigma_a$  используется формула:

$$\sigma_a = \sum_{j=1}^m \frac{S_j}{S_{ЗАЗ}} \times \sigma_{a_j}, \quad (1.2)$$

где  $m$  – число видов загрязненных территорий;

$S_j$  – площадь загрязненной территории  $j$ -го вида в ЗАЗ, га;

$S_{ЗАЗ}$  – площадь ЗАЗ, га.

Приведенная масса определяется по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i, (1.3)$$

где  $n$  – количество веществ;

$m_i$  – масса  $i$ -го вещества, т.

$A_i$  – показатель относительной опасности для  $i$ -го вещества (табл. 1.6).

**Пример:**

Определите ущерб, наносимый теплоэлектростанцией (ТЭС), работающей на каменном угле, если известно, что используемые на ТЭС электрофильтры улавливают 45 % выбросов сажи, а оставшиеся в количестве 5 т/год из трубы высотой 50 метров выбрасываются в атмосферу. Зона активного загрязнения (ЗАЗ) составляет 4000 га, из них 20 га занимает санитарно-защитная зона и 3980 га леса первой группы. Разница температур у устья источника и в окружающей среде составляет 100 °С.

**Решение**

Определим приведенную массу загрязнителя:

$$M_{\text{сажи}} = 41,5 \times 5 = 207,5 \text{ (усл.т.)}$$

Рассчитаем показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха:

$$\sigma_a = \frac{20}{4000} \times 4 + \frac{3980}{4000} \times 0,4 = 0,418$$

Ущерб от загрязнения составит:

$$Y_{\text{атм}} = 2,4 \times 0,418 \times 10 \times 207,5 = 2081,6 \text{ (ден. ед.)}$$

Ущерб, наносимый окружающей среде выбросами ТЭС составляет 2081,6 ден. ед. в год.

## Задача 2

Определите эффективность выращивания леса по данным таблицы 2.1

Таблица 2.1

### Основные экономические показатели выращивания лесной продукции

Делянки	Показатели, ден. ед.					
	$T_z$	$T_k$	$T_{нк}$	$D_n$	$P_{mn}$	$C_v$
I	$10 \cdot N_{\text{д}} + 1000$	200	100	200	150	1500
II	1500	$10 \cdot N_{\text{д}} + 10$	150	250	200	1800
III	2000	300	$10 \cdot N_{\text{д}}$	300	200	2000
IV	1800	250	200	$10 \cdot N_{\text{д}} + 100$	150	2200
V	1700	280	130	300	$10 \cdot N_{\text{д}}$	2200
VI	1800	250	150	250	230	$10 \cdot N_{\text{д}} + 2000$

### Методические указания

Показатель общей экономической эффективности выращивания леса ( $\mathcal{E}_3$ ) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}_л}{C_v}, \quad (2.1)$$

где  $\mathcal{E}_л$  – экономический эффект от выращивания леса, ден. ед.;

$C_v$  – себестоимость выращивания леса, ден. ед.

Экономический эффект от выращивания леса ( $\mathcal{E}_л$ ) определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_л = T_z + T_k + T_{нк} + D_n + P_{mn} - C_v, \quad (2.2)$$

где  $T_z$ ,  $T_k$ ,  $T_{нк}$  – таксовая стоимость запаса древесины в возрасте рубки, ликвида кроны, пней и корней соответственно, ден. ед.;

$D_n$  – доходы от подсочки и побочного лесопользования, ден. ед.;

$P_{mn}$  – продукция промежуточного лесопользования, ден. ед.

### Пример:

По данным таблицы рассчитайте экономическую эффективность выращивания древостоя.

Таблица 2.2

**Основные экономические показатели выращивания  
лесной продукции**

Делянки	Показатели, ден. ед.					
	$T_z$	$T_k$	$T_{пк}$	$D_n$	$P_{пш}$	$C_v$
I	1000	300	150	250	200	2000
II	2500	100	130	200	400	1500
III	3000	350	100	200	150	2500

**Решение**

Показатель общей экономической эффективности выращивания леса определяется по формулам 2.1, 2.2.:

$$\mathcal{E}_{лI} = \frac{1000 + 300 + 150 + 250 + 200 - 2000}{2000} = 0,25;$$

$$\mathcal{E}_{лII} = \frac{2500 + 100 + 130 + 200 + 400 - 1500}{1500} = 1,25;$$

$$\mathcal{E}_{лIII} = \frac{3000 + 350 + 100 + 300 + 150 - 2500}{2500} = 0,56.$$

Наибольшая эффективность выращивания леса отмечена на II делянке, наименьшая – на I делянке.

**Задача 3**

Определите ущерб, наносимый сельскому хозяйству загрязнением среды. Данные для расчетов представлены в таблицах 3.1, 3.2.

Таблица 3.1

**Некоторые показатели, характеризующие хозяйственную  
деятельность сельхозпредприятия до загрязнения**

Показатели	Значения
А	1
1. *Годовой чистый доход с 1 га земли, ден. ед.	$10 \cdot N_2 + 1000$
2. *Площади, занимаемые, га:	
2.1. зерном	$100 + N_2$
2.2. картофелем	$100 - N_2$
2.3. сахарной свеклой	$10 + N_2$
3. Урожайность, ц/га:	
3.1. зерна	40
3.2. картофеля	200
3.3. сахарной свеклы	320

Продолжение таблицы 3.1

4. *Поголовье крупного рогатого скота, голов	400+№
5. *Поголовье кур-несушек, голов	1000+№
6. Надой молока на одну корову в год, кг	4500
7. Яйценоскость, шт./год	250
8. *Закупочные цены, ден. ед.:	
8.1. за 1 ц зерна	15
8.2. за 1 ц картофеля	18
8.3. за 1 ц свеклы	14
8.4. за 1 кг молока	0,11
8.5. за 1000 штук яиц	50

\* отмеченные показатели не изменились под влиянием загрязнения

Таблица 3.2

**Некоторые показатели, характеризующие хозяйственную деятельность сельхозпредприятия после загрязнения**

Показатели	Значения
1. Площадь земель изъятых из оборота вследствие загрязнения, га	№
2. Урожайность, ц/га:	
2.1. зерна	38
2.2. картофеля	180
2.3. сахарной свеклы	310
3. Надой молока в год на одну корову, кг	4400
4. Яйценоскость кур, шт./год	240

**Методические указания**

Ущерб, наносимый сельскому хозяйству ( $Y_{c/x}$ ) можно определить по формуле:

$$Y_{c/x} = Y_{из} + Y_p + Y_ж, (3.1)$$

где  $Y_{из}$  – ущерб от изъятия земель сельскохозяйственного оборота вследствие их загрязнения, ден. ед.;  $Y_p$  – ущерб от недобора продукции в растениеводстве вследствие снижения урожайности, ден. ед.;  $Y_ж$  – ущерб от недобора продукции в животноводстве вследствие снижения продуктивности, ден. ед.

Ущерб от изъятия земель из оборота может быть рассчитан по формуле:

$$Y_{\text{из}} = \sum_{i=1}^n S_i \times D_i, \quad (3.2)$$

где  $S_i$  – площадь  $i$ -го участка, изъятого из оборота, га;  $D_i$  – средне годовая величина чистого дохода получаемого с 1 га площади  $i$ -го участка, ден. ед.

Ущерб в растениеводстве рассчитывается по формуле:

$$Y_p = \sum_{i=1}^n S_i \times \Delta Y_i \times Ц_i, \quad (3.3)$$

где  $S_i$  – загрязненные площади, занятые  $i$ -ой культурой, га;

$\Delta Y_i$  – снижение урожайности  $i$ -ой культуры, ц/га;

$Ц_i$  – закупочная цена за 1 ц продукции  $i$ -ой культуры, ден. ед.

Ущерб животноводству рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^n M_i \times \Delta \text{Пр}_i \times Ц_i'', \quad (3.4)$$

где  $M_i$  – поголовье  $i$ -ой продуктивной группы, голов;

$\Delta \text{Пр}_i$  – снижение продуктивности  $i$ -ой продуктивной группы в натуральном выражении;

$Ц_i''$  – закупочная единицы продукции  $i$ -ой продуктивной группы, ден. ед.

**Пример:** Определите ущерб, наносимый сельскому хозяйству загрязнением среды, если известно, что вследствие ухудшения среды снизились надои молока на 2000 кг/год на одну корову и уменьшилась урожайность пшеницы на 2 ц/га. Общее поголовье молочных коров составляет 500 голов, а общая площадь земель занятых под посевы пшеницы — 100 га. Закупочная цена за 1 кг молока составляет 0,1 ден. ед., а за 1 центнер пшеницы - 15 ден. ед.

К тому же из оборота было изъято 10 га земельных угодий, чистый доход с которых составлял 1500 ден. ед./га.



### Решение:

Ущерб от изъятия земель из оборота:

$$Y_{\text{из}} = 10 \times 1500 = 15000 \text{ (ден.ед.)}$$

Ущерб в растениеводстве:

$$Y_p = 100 \times 2 \times 15 = 30000 \text{ (ден.ед.)}$$

Ущерб в животноводстве:

$$Y_{\text{ж}} = 500 \times 2000 \times 0,1 = 100000 \text{ (ден.ед.)}$$

Суммарный ущерб, нанесенный сельскому хозяйству загрязнением среды:

$$Y_{\text{с/х}} = 15000 + 3000 + 100000 = 118000 \text{ (ден.ед.)}$$

Результаты расчетов показали, что вследствие загрязнения среды сельскохозяйственному предприятию был нанесен ущерб в размере 118000 ден. ед., большую часть которого составил ущерб животноводству (100000 ден. ед.).

### Задача 4

На одном из предприятий города очищается  $M_0$  млн.  $\text{м}^3$  воды, которые в последующем через систему канализации попадают в реку. Из сточных вод в процессе очистки извлекается  $M_1$  т вещества  $A$  и  $M_2$  т вещества  $B$ . Удельные капитальные вложения в очистные сооружения составляют  $K$  ден. ед., удельные эксплуатационные расходы на очистку 1-го  $\text{м}^3$  –  $C$  ден. ед. Дайте экономическую оценку эффективности природоохранного мероприятия, если константа для оценки экономического ущерба от годовых поверхностных стоков в реку  $\gamma = 140$  ден. ед./усл. т.

Таблица 4.1

## Вид загрязняющего вещества и его масса

№	Показатель			
	Вещество А		Вещество В	
	Наименование	Масса, т	Наименование	Масса, т
1-5	Взвешенные вещества	1100	Формальдегиды	1
6-10	Азот общий	1800	Бензин	3
11-15	Сульфаты	5000	Медь	0,5
15-20	БПК	4000	Цинк	0,5
21-25	Сульфаты	5000	Дизтопливо	29
26-30	Азот общий	1900	СПВА	16

Таблица 4.2

Удельные капитальные вложения и эксплуатационные расходы на очистку 1 м<sup>3</sup> сточных вод в городе, ден. ед.

№	Показатель		
	Город	К	С
1, 6, 11, 16, 21, 26	Гомель	0,005	0,006
2, 7, 12, 17, 22, 27	Минск	0,004	0,005
3, 8, 13, 18, 23, 28	Гродно	0,006	0,004
4, 9, 14, 19, 24, 29	Могилев	0,005	0,004
5, 10, 15, 20, 25, 30	Брест	0,006	0,004

## Методические указания

Расчет эффективности водоохраных мероприятий ( $\mathcal{E}^{\text{вод}}$ ) выполняется по формуле:

$$\mathcal{E}^{\text{вод}} = Y_{\text{вод}} - \sum_{i=1}^n V_c \times (r \times K + C), \quad (4.1)$$

где  $Y_{\text{вод}}$  – ущерб от загрязнения поверхностными стоками, ден.ед./год;

$V_c$  – объем годового сброса неочищенных сточных вод, содержащих  $i$ -ый вид загрязнителя, м<sup>3</sup>;

$r$  – норматив эффективности равный 0,1;

$K$  – удельные капитальные вложения, необходимые на очистку 1-го м<sup>3</sup>, ден. ед.;

$C$  – удельные эксплуатационные затраты на очистку 1-го м<sup>3</sup>, ден. ед.

Экономическую оценку годового ущерба от загрязнения поверхностными стоками можно определить по формуле:

$$Y_{\text{вод}} = \gamma \times \sigma_{\text{вод}} \times M, \quad (4.2)$$

где  $\gamma$  – константа для оценки экономического ущерба от годовых поверхностных стоков в реку, ден. ед./ усл. т;

$M$  – приведенная масса, усл. т;

$\sigma_{\text{вод}}$  – константа для водохозяйственного хозяйства (табл. 4.3);

Таблица 4.3

**Значение константы  $\sigma_{\text{вод}}$  для различных водохозяйственных участков**

Речные бассейны	Административный состав участка	Значение $\sigma_{\text{вод}}$
Западная Двина	Витебская область, кроме юго-западной части (бассейн реки Березина)	0,50
Неман	Минская область, западная часть; Гродненская область; Брестская область	0,58
Днепр	Могилевская область; Минская область, без западной части; Брестская область, кроме юго-западной части; Гомельская область	1,75

Приведенная масса определяется по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i, \quad (4.3)$$

где  $n$  – количество веществ;

$m_i$  – масса  $i$ -го вещества, т;

$A_i$  – показатель относительной опасности для  $i$ -го вещества.

Показатель относительной опасности рассчитывается по формуле:

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_i}, \quad (4.4)$$

где  $\text{ПДК}_i$  – предельно допустимая концентрация для  $i$ -го вещества

(табл. 4.4).

Таблица 4.4

**Значение ПДК для некоторых распространенных веществ, загрязняющих водоемы**

Вещество	ПДК, г/м <sup>3</sup>
Азот общий	10
Аммиак	0,05
БПК	3,0
Взвешенные вещества	20,0
Медь	0,01
Нефть и нефтепродукты	0,05
СПАВ	0,5
Сульфаты	500
Формальдегиды	0,1
Хлориды	350
Цинк	0,01

**Пример:** На одном из предприятий в городе Гомеле очищается 4000000 м<sup>3</sup> воды, которые в последующем через систему канализации попадают в реку Сож. Из сточных вод в процессе очистки извлекается 1200 т взвешенных веществ и 2 тонны нефтепродуктов. Удельные капитальные вложения в очистные сооружения составляют 0,005 ден. ед., удельные эксплуатационные расходы на очистку 1-го м<sup>3</sup> — 0,004 ден. ед. Дайте экономическую оценку эффективности природоохранных затрат, если константа для оценки экономического ущерба от годовых поверхностных стоков в реку  $\gamma = 140$  ден. ед./усл. т.

**Решение**

Определим коэффициент относительной опасности для загрязняющих веществ:

$$A_{\text{вв}} = \frac{1}{20} = 0,05(\text{усл.т/т}); \quad A_{\text{н}} = \frac{1}{0,05} = 20(\text{усл.т/т}).$$

Приведем загрязнения к единому «монозагрязнителю»:

$$M = 0,05 \times 1200 + 20 \times 2 = 100(\text{усл.т}).$$

Найдем предотвращенный ущерб:

$$Y_{\text{вод}} = 140 \times 1,75 \times 100 = 24500 (\text{ден.ед.}).$$

Рассчитаем экономический эффект от природоохранного мероприятия:

$$\mathcal{E}^{\text{вод}} = 24500 - 4000000 \times (0,1 \times 0,005 + 0,004) = 6500 (\text{ден. ед.})$$

Абсолютная экономическая эффективность затрат в водоохранное мероприятие составит:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{6500}{18400} = 0,35.$$

Полученные результаты показывают, что установка водоохранного оборудования экономически обоснована и позволяет получить экономический эффект равный 6500 ден. ед. Абсолютная экономическая эффективность затрат в рассматриваемое мероприятие составит 0,35.

### **Задача 5**

Используя результаты, полученные при выполнении задания 8, проранжируйте природоохранные мероприятия и определите очередность их реализации. В качестве экспертов привлекаются 8-16 человек из аудитории.

#### **Методические указания**

Для определения очередности реализации природоохранных мероприятий применяется метод экспертных оценок.

Процесс разбит на несколько этапов:

- составление перечня необходимых природоохранных мероприятий и рабочей анкеты;
- выбор представительной группы экспертов, компетентных в решении поставленных задач;
- распространение анкеты среди экспертов, обработка результатов;
- обобщение полученных оценок, определение степени согласованности мнений;

– ранжирование мероприятий по доле вклада в решение проблемы.

Одним из наиболее распространенных методов экспертных оценок является метод ранговой корреляции. Эксперт, получив рабочую анкету, распределяет мероприятия по местам в соответствии со степенью важности. Он ставит на первое место то мероприятие, которое, по его мнению, является наиболее важным и которое должно быть осуществлено в первую очередь, присвоив ему самый высокий ранг – 1. Другим присваиваются ранги 2, 3, 4 и т.д. – по степени важности. Ранг, равный  $n$ , где  $n$  – число мероприятий в анкете, присваивается мероприятию, обладающему наименьшей природоохранной эффективностью. Если эксперт считает, что несколько мероприятий одинаково важны, то он может присваивать им одинаковые ранги.

Необходимым условием экспертного анализа является определение согласованности мнений экспертов. Такой оценкой согласованности служит коэффициент конкордации  $W$ , который может изменяться от 0 до 1. Чем меньше  $W$ , тем ниже степень согласованности мнений экспертов.

Коэффициент конкордации вычисляю следующим образом. Определяют суммы рангов по столбцам матрицы:

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = R_{i1} + R_{i2} + \dots + R_{im}, \quad (5.1)$$

где  $R_{ij}$  – ранг, присвоенный  $j$ -ым экспертом  $i$ -ому мероприятию;  
 $m$  – число экспертов.

Вычисляют среднюю по всем параметрам сумму рангов:

$$R_{cp} = m \times \frac{n+1}{2}, \quad (5.2)$$

где  $R_{cp}$  – средняя сумма рангов.

Определяют сумму квадратов отклонений от средней суммы:

$$\sum d_{ij}^2 = \sum_{j=1}^m (R_{ij} - R_{cp})^2, \quad (5.3)$$

где  $d_{ij}$  – отклонение от средней суммы по  $i$ -ому мероприятию.

Вычисляют коэффициент конкордации:

$$W = 12 \times \frac{\sum d_{ij}^2}{m^2 \times (n^3 - n)}. \quad (5.4)$$

Затем находят статистический критерий  $\chi^2$  с  $n - 1$  степенями свободы:

$$\chi_{n-1}^2 = m \times (n - 1) \times W. \quad (5.5)$$

Таблица 5.1

**Значения критерия  $\chi^2_{0,05}$ , соответствующие степеням свободы  $n-1$**

Степень свободы $n-1$	$\chi^2_{0,05}$
7	14,1
8	15,5
9	16,9
10	18,3
11	19,7
12	21,0
13	22,4
14	23,7

Если рассчитанный  $\chi^2$  превышает (либо равен) табличному значению  $\chi^2_{0,05}$ , то коэффициент конкордации существенно отличается от 0, и согласованность мнений экспертов является достаточной.

*Например.* Определите очередность природоохранных мероприятий и согласованность мнений экспертов. Исходные данные представлены в таблицах 5.2, 5.3.

Таблица 5.2

**План природоохранных мероприятий в городе**

Номер мероприятия	Мероприятие
1.	Озеленение городских кварталов
2.	Установка фильтров на автомобилях
3.	Развитие сети автодорог
4.	Расширение парка городского электротранспорта
5.	Реконструкция канализационной сети

6.	Ограничение движения на территории города
7.	Модернизация водоочистных установок
8.	Использование альтернативных источников энергии
9.	Рекультивация земель

Таблица 5.3

**Исходные данные для определения очередности мероприятий**

№ стр.	Эксперты	Номер мероприятия и присвоенный ему ранг								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	А	3	4	9	7	8	5	6	1	2
2	Б	9	7	2	5	4	1	8	6	3
3	В	5	7	8	3	9	4	6	2	1
4	Г	3	6	7	1	4	8	9	2	5
5	Д	3	9	5	1	6	7	8	2	4
6	Е	1	3	9	4	2	7	8	5	6
7	Ж	6	8	1	7	5	9	3	2	4
8	З	2	4	6	7	1	8	5	9	3
9	И	1	3	5	7	2	9	8	4	6
10	К	2	5	7	6	1	8	9	3	4
11	ΣR	35	56	59	48	42	66	70	36	38
12	Новый ранг	1	6	7	5	4	8	9	2	3

Используя формулу, определим сумму рангов, результаты представим в строке 11 таблицы 5.3.

Мероприятию, получившему наименьшую сумму рангов (Озеленение городских кварталов – сумма рангов 35), присваиваем номер 1 и далее определим новый ранг мероприятий по возрастающей сумме рангов. Результаты представим в строке 12 таблицы 5.3.

Проведем проверку надежности полученных результатов.

Рассчитаем среднюю по всем параметрам сумму рангов:

$$R_{cp} = 10 \times \frac{9+1}{2} = 50.$$

Определим сумму квадратов отклонений:

$$\begin{aligned} \sum d_{ij}^2 &= (35 - 50)^2 + (56 - 50)^2 + (59 - 50)^2 + (48 - 50)^2 + (42 - 50)^2 + \\ &+ (66 - 50)^2 + (70 - 50)^2 + (36 - 50)^2 + (38 - 50)^2 = 1407 \end{aligned}$$



Вычислим коэффициент конкордации:

$$W = 12 \times \frac{1407}{10^2 \times (9^3 - 9)} = \frac{1407}{72000} = 0,2.$$

Рассчитаем статистический критерий со степенью свободы  $8(9-1)$ :

$$\chi^2 = 10 \times (9 - 1) \times 0,2 = 16.$$

Так как рассчитанный  $\chi^2 = 16$  больше табличного значения  $\chi_{0,05}^2 = 15,5$  (табл. 5.1), то коэффициент конкордации существенно отличается от 0. Следовательно, полученную нами очередность мероприятий можно считать достоверной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Республики Беларусь 1994 года (с изменениями и дополнениями 24 ноября 1996 г.). – Мн.: Беларусь, 1997. -94 с.
2. Водный кодекс Республики Беларусь. // Ведамасці Нацыянальнага сходу РБ. – 1999. – № 33.
3. Кодекс Республики Беларусь о земле от 4 января 1999г. // НРПА Республики Беларусь. –1999. – № 2-3.
4. Кодекс Республики Беларусь о недрах от 15 декабря 1997 г. // Ведамасці Нацыянальнага сходу. –1998. – № 8-9.
5. Лесной кодекс Республики Беларусь от 21 июня 1979 г. // СЗ БССР. 1979. – № 18.
6. Об охране окружающей среды: Закон РБ от 26 ноября 1992 июля г. (в ред. от 17.09.2002) // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 40. – Мн.: Минприроды Республики Беларусь, Белорусский научно-исследовательский центр «Экология». 2002. Ведамасці Вярхоўнага Савета РБ. –1993. – № 1.
7. Временная типовая методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М: Экономика, 1986.
8. Методика подсчета убытков, причиненных государству нарушением водного законодательства: Утв. Министром природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ 6 января 1995 г. // Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. Вып. 19. -Мн.: Минприроды Республики Беларусь, Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», – 1995. С. 96 - 145.
9. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: Учеб. 2-е изд., перераб и доп. – Мн.: БГЭУ, 2002. – 586с.
10. Шимова О.С., Соколовский Н.К. Экономика природопользования: Учеб. пособ. –М: ИНФРА-М, 2005. – 377с.
11. Коробкин, Коробкин В.И. Экология: учеб. для вузов.- Ростов-на-Дону: Феникс, 2001.- 575с.: ил. – Библиогр.: с. 547-575.
12. Маврищев В.В. Основы общей экологии: Учебное пособие/ В.В. Маврищев. – Мн.: Выш.шк., 2000.- 317с.: Библигр.: с. 314-315

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
ЧАСТЬ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ БЛОК	4
ТЕМА 1. Понятие об экологии как науке	4
ТЕМА 2. Основные экологические проблемы современности	5
ТЕМА 3. Уровневая классификация экологии	8
ТЕМА 4. Основные законы экологии	10
ТЕМА 5. Структура экологических систем	11
ТЕМА 6. Назначение и роль биосферы	13
ТЕМА 7. Природные условия и природные ресурсы	16
ТЕМА 8. Атмосфера	17
ТЕМА 9. Гидросфера	19
ТЕМА 10. Литосфера	21
ТЕМА 11. Биологические ресурсы	22
ТЕМА 12. Основы экологического нормирования	24
ТЕМА 13. Характеристика особенностей воздействия промышленного предприятия на окружающую среду	26
ТЕМА 14. Современное состояние окружающей среды	27
ТЕМА 15. Правовые аспекты охраны окружающей среды	30
ЧАСТЬ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ И ЗАДАЧИ	32
ЛИТЕРАТУРА	58
СОДЕРЖАНИЕ	59

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

**ПРАКТИКУМ**  
**для студентов**  
**экономических специальностей**  
**дневной и заочной форм обучения**

Составители: **Воронич** Александр Владимирович  
**Савченко** Юрий Валерьевич

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 23.03.09.

Рег. № 29Е.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)  
<http://www.gstu.gomel.by>