

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Н.В. Барановская, Т.В. Усманова, И.А. Матвеевко**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2013

УДК 504.03(075.8)  
ББК 22.1я73  
Б25

**Барановская Н.В.**

Б25

Современные проблемы экологии и природопользования: учебное пособие / Н.В. Барановская, Т.В. Усманова, И.А. Матвеевко; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 192 с.

Пособие включает курс лекций на русском и английском языках, освещающих современные экологические проблемы, представляющих состояние экосистем и биосферы в целом в условиях развивающегося техногенеза, дающих понятие как об основных базовых параметрах и понятийном аппарате экологии, так и общих вопросах развития экологической политики и управления природопользованием.

Предназначено для студентов (в первую очередь магистров), обучающихся по специальностям 020700 «Геология», 022000 «Экология и природопользование» и 020804 «Геоэкология», а также по совместной программе двойного диплома «Экологические проблемы окружающей среды», реализуемой между Томским политехническим университетом и Париж Жюд (Франция).

**УДК 504.03(075.8)**  
**ББК 22.1я73**

*Рецензенты*

Доктор биологических наук, профессор ТГУ  
*А.С. Бабенко*

Доктор геолого-минералогических наук, профессор ТПУ  
*Л.П. Рихванов*

Кандидат биологических наук, доктор технических наук,  
профессор начальник департамента природных ресурсов  
и охраны окружающей среды Томской области  
*А.М. Адам*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013  
© Барановская Н.В., Усманова Т.В.,  
Матвеевко И.А., 2013  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....</b>	<b>7</b>
<b>ПРЕДИСЛОВИЕ.....</b>	<b>8</b>
<b>ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>9</b>
История экологии: понятия, термины, формулировки.	
Их трансформация в современных условиях .....	9
Цель.....	12
Задачи.....	12
Методология .....	12
Структура и отрасли экологии .....	14
Экосистемный подход.....	15
Популяционный подход.....	18
Основные законы и проблемы экологии.....	19
Законы Б. Коммонера.....	19
Законы социальной экологии .....	20
Значение экологического образования.....	23
Список литературы.....	25
<b>ЛЕКЦИЯ 2. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ</b>	
<b>И ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИИ.....</b>	<b>26</b>
Фундаментальные свойства живых систем .....	31
Биологическая продуктивность экосистемы и экологические	
сукцессии. 4 класса продуктивности экосистемы.....	43
Список литературы.....	47
<b>ЛЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И БИОСФЕРА</b>	
<b>ЗЕМЛИ.....</b>	<b>48</b>
Биосфера как среда жизни. Круговорот вещества,	
потоки энергии и информации как механизмы интеграции	
и гомеостаза биосферы.....	48
Ноосфера и техносфера, коадаптивное развитие .....	50
История развития знаний о химическом составе биосферы	
и масштабы проявления его изменений .....	51
Антропогенное преобразование биосферы.....	68
Список литературы.....	70
<b>ЛЕКЦИЯ 4. АТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ</b>	
<b>НА БИОСФЕРУ .....</b>	<b>71</b>
Виды природопользования .....	74
Загрязнение.....	75
Источники загрязнения окружающей среды .....	76

Современный экологический кризис.....	78
Основные экологические проблемы.....	81
Основные источники загрязнения окружающей среды .....	81
Энергетика.....	82
Объекты потенциальной ядерной и радиационной опасности.....	82
Транспорт – автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный.....	82
Сельское хозяйство .....	83
Коммунальные стоки .....	84
Физическое загрязнение .....	84
Биосфера: механизмы устойчивости .....	84
Список литературы.....	91
<b>ЛЕКЦИЯ 5. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА.....</b>	<b>92</b>
Понятие безотходного производства.....	93
Экологическое право .....	94
Экологическое законодательство на примере России .....	95
Федеральные Законы.....	95
Постановления Правительства РФ .....	96
Государственные кадастры природных ресурсов и объектов в России .....	98
ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения (СТ СЭВ 1364-78).....	99
Международные экологические отношения.....	102
Список литературы.....	104
<b>LECTURE 1. INTRODUCTION.....</b>	<b>105</b>
Historical background; notions, terms, formulations. Their transformation in current conditions .....	105
GOAL .....	107
OBJECTIVES.....	108
METHODOLOGY .....	108
Structure and sub-disciplines of ecology.....	109
Ecosystemic approach .....	111
Population approach .....	113
Low ang problems of ecology .....	114
B. Commoner.....	114
Low of social ecology .....	115
Importance of environmental education .....	118
Bibliography .....	119

<b>LECTURE 2. MAIN QUESTIONS AND OBJECTS OF ECOLOGY.....</b>	<b>120</b>
The fundamental properties of living systems.....	124
Biological productivity of ecosystem and ecological successions. 4 classes of ecosystem productivity.....	135
Bibliography .....	139
<b>LECTURE 3. ECOLOGICAL SYSTEMS AND THE EARTH'S BIOSPHERE .....</b>	<b>140</b>
Biosphere as a life environment. Matter cycle, energy and information fluxes as mechanisms of biosphere integration and homeostasis .....	140
Noosphere, technosphere and coadaptive development.....	142
History of Development in Knowledge about Chemical Composition of Biosphere and Scale of its Changes .....	143
Anthropogenic biosphere transportations .....	158
Bibliography .....	160
<b>LECTURE 4. ANTHROPOGENIC IMPACT ON BIOSPHERE .....</b>	<b>161</b>
There are kinds of natural management .....	164
Pollution.....	164
Environmental pollution sources .....	165
The modern environmental crisis .....	166
The main environmental problems .....	169
The main sources of pollution .....	169
Power Engineering .....	170
Objects of potential nuclear and radiological hazards .....	170
Highway, rail, water and air transport.....	171
Agriculture.....	171
Municipal wastes .....	172
Physical pollution .....	172
Biosphere: mechanisms of resistance.....	172
Bibliography .....	178
<b>LECTURE 5. RESOURCE USE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL POLICY.....</b>	<b>179</b>
The concept of wasteless production.....	180
Environmental legislation.....	181
Environmental legislation by the example of Russia .....	182
The Federal Laws .....	182
Orders of natural resource ministry of RF and Goscomecology.....	184
State land registers of natural resources and objects in Russia.....	185

GOST 17.0.0.01-76. The standard system in the sphere of nature protection and improvement in natural resource use. Basic statements (ST SEV1364-78) .....	186
International ecological relations.....	188
Bibliography .....	191

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЖВ – живое вещество

ССОП – Система стандартов в области охраны природы

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие составлено по материалам лекционных и практических занятий по курсу «Современные проблемы экологии и природопользования», читаемому в Томском политехническом университете для студентов специальности «Экология природопользования». При составлении данного пособия учитывалось, что студенты геоэкологи прослушали курс по «Геологии».

Авторы с признательностью примут все пожелания и замечания читателей данного учебного пособия.



## ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ

*Экология в системе научных знаний. Основные законы и проблемы экологии. Эволюция экологических взглядов на окружающий мир. Современное значение экологического образования.*

Как научная дисциплина экология имеет более чем вековую историю. Систематические экологические исследования ведутся приблизительно с 1900 г. Основы экологии можно найти в научных трудах ученых прошлого века (Гумбольдт, Ламарк, Северцев и др.). В развитие экологии значительный вклад внесли русские ученые Вавилов, Сукачев, Павловский, Шварц, Колесников и др. Особая заслуга принадлежит В.И. Вернадскому.

Экология как наука основана на разных отраслях биологии (физиология, генетика, биофизика), связана с другими науками (физика, химия, математика, география, геология), использует их методы и термины.

В связи с этим появились в последние годы понятия «географическая экология», «химическая экология», «математическая экология», «космическая экология», и «экология человека».

### **ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ: ПОНЯТИЯ, ТЕРМИНЫ, ФОРМУЛИРОВКИ. ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Слово «экология» происходит от греческого «ойкос», что означает «дом, непосредственное окружение человека». Термин этот появился в середине прошлого века. Кто именно ввел его, остается неясным, однако первое общее определение экологии дал в 1866 г. знаменитый немецкий биолог Эрнст Геккель. «Под экологией, – писал Геккель, – мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений живого 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. Одним словом, экология – это изучение всех сложных взаимоотношений, которые Дарвин называет условиями, порождающими борьбу за существование».

Время Геккеля и Дарвина можно назвать эпохой накопления фактов. Сформулированная Чарльзом Дарвиным теория эволюции путем естественного отбора заставила рассматривать организм в неразрывной связи с окружающей его средой: оказалось, что форма и поведение

каждого организма приспособлены к той среде, в которой он обитает. Вначале экология занималась в основном изучением естественной истории организмов, образом жизни животных и растений: где и когда их можно встретить, чем они питаются, кому они сами служат пищей, как реагируют на изменения в окружающей среде. Однако к концу XIX века этот узкий взгляд на экологию уступил место более широким представлениям о взаимоотношениях между всеми растениями и животными. Если аутоэкология изучала организм со всем тем, что его окружает, то синэкология изучала совокупности растений и животных и характерные особенности структуры и функции таких совокупностей, формирующихся под влиянием среды. Экология всегда рассматривала организмы и сообщества в тесной связи с окружающей их физической средой. Приспособительные изменения, возникающие в процессе эволюции, и реакции, появляющиеся в процессе индивидуального развития, дают возможность растениям и животным реагировать на изменения окружающей среды. Уже в сороковых годах нынешнего века экологи начали понимать, что биологическое сообщество и его окружение можно рассматривать вместе как нечто единое. Физическая среда и биологический мир в сочетании друг с другом образуют некую более крупную систему – экосистему, в пределах которой необходимые для жизни вещества совершают непрерывный круговорот между почвой, воздухом и водой, с одной стороны, и между растениями и животными – с другой.

Развитию экологии способствовали не только постепенно расширяющиеся представления о ней. Начиная с первой половины нашего века экология оказалась той точкой, в которой перекрещивались идеи генетиков, физиологов, математиков, агрономов и животноводов.

Понятие окружающая среда было введено в экологию биологом Я. Юкскюлем (1864–1944 гг.) для «внешнего мира, окружающего живые существа в той мере, в какой он воспринимается органами чувств и органами передвижения животных и побуждает их к определенному поведению». Концепция «окружающей среды» Я. Юкскюля положила начало экспериментальным исследованиям взаимоотношений животных того или иного вида со средой их обитания.

Толкования термина «экология» в словаре-справочнике «Природопользование» Н.Ф. Реймерса следующие:

1) часть биологии (биоэкология), изучающая отношения организмов (особей, популяций, биоценозов и тому подобное) между собой и окружающей средой, включает экологию особей (аут(о)экология), популяций (популяционная экология, демэкология) и сообществ (синэкология);

2) дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня; (экосистема – любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами);

3) комплексная наука, исследующая среду обитания живых существ (включая человека);

4) область знаний, рассматривающая некую совокупность предметов и явлений с точки зрения субъекта или объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой совокупности (это может быть и промышленное предприятие);

5) исследование положения человека как вида и общества в экосфере планеты, его связей с экологическими системами и меры воздействия на них.

Предметом изучения экологии в широкой постановке вопроса является система «организмы плюс среда их обитания», причем среда, преобразованная самими организмами и, в частности, человеком.

В последние десятилетие, когда угроза глобального экологического кризиса коснулась всего человечества, произошел взрывообразный рост беспокойности и общественного интереса к экологической проблематике. Если до 60-х годов XX столетия на экологию смотрели, главным образом, как на один из разделов биологии, то сейчас она вышла за ее рамки, переросла в новую интегрированную дисциплину, связанную с естественными, инженерно-техническими и гуманитарными науками. Важность и актуальность экологических проблем для судеб человечества столь велика, что для их решения необходима мобилизация всех отраслей знаний, накопленных человечеством. Происходит взаимопроникновение и взаимообогащение целями, идеями и методами между такими науками, как: науки о Земле, математика, физика, химия, классическая экология, вычислительная техника, теория больших систем, экономика, социология, политология, юриспруденция, этика, философия, медицина и др.

Этот процесс проникновения идей и задач экологии в другие области знания получил название экологизации. Экология становится интегральной гипернаукой («природа не знает факультетов»).

Расширение предмета экологии привело к появлению новых ее определений. Авторитетный американский эколог Юджин Одум дает такое определение (1986 г.):

*«Экология – междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи».*

Это очень широкое определение, но оно больше других соответствует современному широкому пониманию экологии. Экология приобретает роль всеобъемлющего мировоззрения и превращается в учение о выборе путей выживания человечества.

### **Цель**

Изучение законов функционирования экологических систем всех уровней и биосферы в целом в условиях природообразующей деятельности человечества и выработка тактики и стратегии поведения человечества в целях оптимизации функционирования этих систем.

### **Задачи**

Задачи экологии прямо вытекают из цели и существующих на планете проблем:

- 1) всеобъемлющая диагностика состояния природы планеты и ее ресурсов;
- 2) определение порогов выносливости экологических систем по отношению к антропогенной нагрузке;
- 3) выработка критериев оптимальности функционирования экологических систем;
- 4) изучение обратимости и путей восстановления антропогенных нарушений экологических систем;
- 5) разработка прогнозов изменений в биосфере и состояний окружающей человека среды при разных сценариях политического, экономического и социального развития человечества;
- 6) отказ от дискредитировавшей себя природопокорительной идеологии и формирование идеологии и методологии экоцентризма, направленной на экологизацию экономики, производства, политики и образования.

### **Методология**

Методологическую основу современной экологии составляет сочетание:

- 1) системного анализа;
  - 2) натуральных наблюдений и измерений;
  - 3) эксперимента;
  - 4) моделирования.
1. Признание экологических систем предметом экологии, принцип эмерджентности и холистический подход к изучению неизбежно приводят к необходимости использования в качестве методологической основы науки экологии *системного анализа*.

*Системный анализ – это направление научного познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объекта как системы.*

Системный подход в экологии состоит в определении составных частей экологической системы (подсистем) и взаимодействующих с ней объектов внешней среды, установлении совокупности внутренних и внешних связей, нахождении законов функционирования и их изменений в результате различных воздействий. Экологические системы как объект изучения имеют ряд особенностей по сравнению с искусственными кибернетическими системами, созданными человеком:

- а) беспрецедентная структурная сложность;
- б) многоуровневость и перекрестность связей;
- в) управляющие функции и обратные связи экологических систем диффузны и формируются внутри нее, а не направлены извне;
- г) законы функционирования многофакторны, сложны и всегда нелинейны.

Системный анализ завоевал признание лишь во второй половине XX века, что связано прежде всего с развитием инструментальных и дистанционных методов наблюдений и измерений, вычислительной техники, давших возможность изучать природные системы как целостные системы на количественном уровне, а также с проникновением в экологию идей кибернетики.

2. *Натурные наблюдения* – исторически первый метод экологического исследования. Современная система наблюдений включает космические, атмосферные, наземные подземные, наводные, подводные измерительные комплексы. В настоящее время действуют международная (глобальная) и национальная системы мониторинга – т. е. система контроля, оценки и прогноза качества природной среды, включающая исследование антропогенных воздействий.

3. *Эксперименты* широко применяются в экологии, как и в других естественных и технических науках. Отличие эксперимента от наблюдения состоит в том, что при эксперименте сознательно организуется определенное воздействие на экологическую систему и затем изучается реакция системы на это воздействие. Эксперименты делятся на лабораторные и натурные.

*Лабораторные эксперименты* позволяют обеспечить контроль большого числа факторов, исключив воздействие неконтролируемых. Классической схемой проведения лабораторных исследований является однофакторный эксперимент, когда изучается влияние избранного фактора при фиксированных значениях всех остальных.

*Натурные эксперименты* позволяют исследовать влияние одного или нескольких факторов в реальных условиях.

Особое место в изучении экологических систем занимают *непреднамеренные эксперименты*, которые явились следствием естественных процессов (извержение вулканов, образование и исчезновение островов и т. п.) или деятельности человека. По существу непреднамеренные антропогенные эксперименты – это вся история развития цивилизации, в процессе которой человечество постоянно «экспериментирует» с природой.

4. *Моделирование* – это изучение экологических закономерностей с помощью лабораторных, натурных или математических моделей. Под моделью понимается имитация того или иного явления реального мира, позволяющая делать прогнозы.

## СТРУКТУРА И ОТРАСЛИ ЭКОЛОГИИ

Сегодня различают следующие основные отрасли экологии:

1. *Общая экология* – изучает общие законы формирования, функционирования и эволюции экологических систем на основе анализа таких целостных ее характеристик, как продуктивность, круговорот вещества и энергии, устойчивость, биоразнообразие (генофонд) и др.

Ее ядром является теоретическая экология.

2. *Специальная экология (биоэкология)* – первоначально сформировавшееся научное направление, включающее специальные, чисто биологические разделы экологии; к настоящему времени разделившееся на подотрасли:

- а) *аутэкология* (от гр. *out* – отдельно) – экология отдельных особей и видов;
- б) *популяционная экология*;
- в) *синэкология* (от гр. *syn* – вместе) – экология многовидовых сообществ, биоценозов (от гр. *bios* – жизнь, *kinos* – сообща, вместе);
- г) *экология систематических групп* (бактерий, грибов, растений, животных, а также более мелких систематических единиц: типов, классов, отрядов и т. д.);
- д) *эволюционная экология* – учение о роли экологических факторов в эволюции.

3. *Геоэкология* – изучает взаимоотношения организмов и среды обитания с точки зрения их географической принадлежности. В нее входят:

- а) *экология сред* – воздушной, суши, почвенной, морской, пресноводной;
- б) *экология природно-климатических зон* – тундры, тайги, степи, пустыни, гор, болот, морских берегов, и т. п.;

в) *экология географических областей, регионов, стран, континентов.*

4. *Прикладная экология* – большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями взаимоотношений между человеческим обществом и природой. Прикладная экология имеет следующие основные разделы:

- а) *инженерная экология* – изучение и разработка инженерных норм и средств, отвечающих экологическим требованиям;
- б) *сельскохозяйственная экология* (агроэкология и экология сельскохозяйственных животных);
- в) *биоресурсная и промысловая экология*;
- г) *урбоэкология* (экология городов, населенных пунктов, коммунальная экология);
- д) *медицинская экология*;
- е) *экотоксикология*;
- ж) *приложения экологии к практике охраны природы и окружающей среды.*

5. *Экология человека* – комплекс дисциплин, изучающих взаимодействие человека к биологической особи и, как социального субъекта с окружающей его природной и социальной средой.

Сюда входят:

- а) *биоэкология человека*;
- б) *социальная экология* (экология личности, семьи).

Среди множества выделяемых в экологии подходов мы подробно остановимся только на «экосистемном» и «популяционном». В совокупности они охватывают всю экологию, но, как ясно уже из названия, первый в центр внимания ставит экосистему, а второй – популяцию. Различия между ними не сводятся, однако, только к объекту исследования. Нередко какой-нибудь объект (например, сообщество) может быть общим для обоих подходов, но трактовка этого объекта (признание чего-то важным, а чего-то второстепенным) и вся методология исследования различными. Сразу же подчеркнем, что ни один из этих подходов нельзя считать в принципе более правильным, чем другой: оба имеют право на существование, а применение того или другого определяется в значительной степени спецификой поставленных задач.

## **ЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД**

Четкого общепринятого определения экосистемы не существует, но обычно считается, что это совокупность разных, обитающих вместе организмов, а также физических и химических компонентов среды, необходимых для их существования или являющихся продуктами их

жизнедеятельности. Как правило, подразумевается, что в экосистему наряду с неживыми компонентами входят растения (продуценты), животные (консументы), бактерии и грибы (редуценты), т. е. набор организмов, способных в своей совокупности осуществлять полный круговорот углерода и других основных биогенных элементов (азота, фосфора и т. д.).

Проведение границ между экосистемами всегда есть до некоторой степени условность, уже хотя бы потому, что между экосистемами обязательно существует обмен веществом и энергией. Но даже если строго придерживаться такого, казалось бы, надежного критерия, как полнота биотического круговорота, то, оказывается, что для разных химических элементов реальные размеры того физического пространства, в пределах которого замыкается их цикл, существенно различаются. Следовательно, по-разному будут определяться в этих случаях и границы экосистемы. Не менее важен и временной масштаб, в котором рассматривается та или иная экосистема.

Трудности изучения структуры и функционирования экосистем определяются не только сложностями их пространственно-временной локализации, но и самой природой этих объектов, включающих в себя не только отдельные организмы и какие-либо их совокупности, но также обязательно и различные неживые компоненты. Некоторые из этих компонентов, активно потребляемые живыми организмами, относятся к разряду «ресурсов», например элементы минерального питания, вода и свет для растений. Другие составляют то, что называется «условиями существования», например температура, химический состав воды (если речь идет о водных организмах) и почвы (для растений) и т. д.

Структура экосистемы не может рассматриваться как простая иерархическая структура из нескольких уровней организации типа «особи – популяции – сообщества – экосистема», поскольку при этом вне экосистемы оказываются ее неживые компоненты. Очевидно, объединить в понятие экосистемы ее живые и неживые компоненты можно, только подчеркнув ту особую роль, которая принадлежит процессам их взаимодействия. Фактически это уже давно сделано Линдеманом (Lindeman, 1942), определившим экосистему как «...систему физико-химико-биологических процессов, протекающих в пределах некоторой пространственно-временной единицы любого ранга».

Несмотря на все сложности в установлении объема экосистемы и ее границ многие исследователи считали и продолжают считать, что именно экосистема является основным объектом экологии. Вокруг понятия экосистемы строит свой неоднократно переиздававшийся учебный курс общей экологии Ю. Одум (1986). Близкую позицию занимает



и испанский эколог Р. Маргалейф (Margalef, 1968), определяющий экологию как «биологию экосистем». Надо подчеркнуть, что экосистемный подход отнюдь не однороден. В пределах его можно выделить разные направления, существенно различающиеся между собой как по постановке проблем, так и по методам их решения.

Методологическая сложность заключается в том, что многие экологи, будучи по образованию и опыту работы зоологами или ботаниками, подходили к изучению целых экосистем так, как подходят специалисты-систематики к отдельному организму. Очевидно, что, в случае находки нового организма, прежде всего необходимо выяснить его систематическую принадлежность. Это важно уже хотя бы потому, что позволяет, не проводя дополнительных изысканий, прогнозировать ряд характерных его черт. Так, зная, что данное животное относится к классу млекопитающих, мы можем быть достаточно уверенными в том, что у него четырехкамерное сердце и семь шейных позвонков. Подход зоолога или ботаника-систематика не оказался, однако, столь успешным при попытках описать и классифицировать бесчисленное множество конкретных экосистем. Тщательное изучение их показало, что каждая экосистема по видовому составу и численному соотношению разных видов неповторима. Классификация их гораздо более мягкая, расплывчатая по сравнению с таксономической классификацией организмов, а главное – не является генетической (устанавливающей отношения родства) и поэтому обладает несравненно меньшей предсказательной силой. Другое направление, существующее в рамках экосистемного подхода – функциональное, концентрирующее основное внимание на изучении процессов жизнедеятельности организмов. Под жизнедеятельностью мы обычно понимаем совокупность основных осуществляемых организмом функций: питания, дыхания, фотосинтеза, экскреции и т. д. Исследованием того, как эти процессы протекают в отдельном организме, занимается физиология. Эколога же интересуют прежде всего результаты этой жизнедеятельности, особенно те, что оказывают заметное влияние на другие группы организмов, а также на функционирование экосистемы в целом.

Если структурное направление обращало основное внимание на живые компоненты экосистемы, то для функционального направления не менее важны и абиотические компоненты, а главным предметом исследования становятся процессы трансформации вещества и энергии в экосистемах.

Успехи, достигнутые в рамках функционального подхода к изучению экосистем, определяются прежде всего способностью его дать обобщенную, интегрированную оценку результатов жизнедеятельности

сразу многих отдельных организмов разных видов. Возможно это благодаря тому, что по своим биогеохимическим функциям, т. е. по характеру осуществляемых в природе процессов превращения вещества и энергии, организмы гораздо более сходны, более однообразны, чем по своему строению, по своей морфологии (Винберг, 1981). Например, все высшие зеленые растения потребляют воду, углекислый газ, сходный набор биогенных элементов (азот, фосфор и некоторые другие), и все они, используя энергию солнечного света, в ходе реакций фотосинтеза образуют близкие по составу органические вещества и выделяют кислород. Между количеством выделившегося кислорода и количеством образовавшегося органического вещества существует четкое соответствие, что позволяет по оценке одной из этих величин уверенно определить другую.

### ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД

Популяционный подход в экологии по своему теоретическому и прикладному значению, по развитости концептуального аппарата и разнообразию используемых методов нисколько не уступает экосистемному. Наряду с определением экологии как науки об экосистемах не меньшее право на существование имеет и определение экологии как науки о популяциях.

Популяционному подходу очень созвучно определение экологии, предложенное канадским исследователем Ч. Кребсом; «Экология—наука о взаимодействиях, определяющих распространение и обилие организмов» (Krebs, 1985, С. 4). В свете данного определения основными вопросами, на которые должен отвечать эколог, будут, очевидно, вопросы типа: почему те или иные организмы в данный момент встречаются в этом, а не в каком-либо другом месте; почему их численность (или биомасса) именно такая, а не какая-либо другая; а если она меняется во времени, то почему именно так, а не как-либо по-другому? Подобные вопросы могут показаться на первый взгляд слишком частными и даже несущественными для познания общих закономерностей, к выявлению которых стремится каждая наука и экология. Однако обращение к истории экологии (да и биологии вообще) показывает, что заметный прогресс в ее развитии достигается именно тогда, когда исследователи пристально анализировали частные случаи и последовательно задавали вопросы, поиски ответов на которые продвигали к решению достаточно общих проблем.

В качестве группы организмов, распространение или динамика которой изучается, чаще всего фигурирует совокупность особей одного вида, т. е. популяция. Как мы уже упоминали выше, в одну экосистему

(при традиционном ее понимании) входят сотни или даже тысячи видов. Понятно, что никаких реальных усилий исследователей не хватит на то, чтобы с позиций популяционного подхода детально изучить все популяции, хотя если бы это было выполнено, то тем самым были бы решены если не все, во всяком случае многие проблемы, возникающие на экосистемном уровне.

Популяционный подход концентрирует свое внимание на отдельных видах. Чаще всего это виды, имеющие важное хозяйственное значение (вредители сельского и лесного хозяйства, объекты промысла, переносчики опасных заболеваний и т. д.), но иногда это и просто массовые виды или виды редкие, нуждающиеся в охране.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ**

В 30-е гг. XX столетия были сформулированы Бауэром и Вернадским два важных закона.

1-й закон говорит о том, что геохимическая энергия живой материи в биосфере (включая и человечество как высшее проявление живой материи, наделенной разумом) стремится к максимальному выражению.

2-й закон содержит констатацию того, что в ходе эволюции остаются те виды живых существ, которые своей деятельностью максимально увеличивают биогенную геохимическую энергию.

Жизнь на Земле развивается только в условиях постоянного притока новой энергии, так как весь цикл циркуляции живой материи осуществляется в одной и той же массе живой субстанции с маленьким коэффициентом восстановления.

Человек проник в эту систему за счет того, что нарушил систему потребления и накопления энергии живой природы. Причем потребности общества в энергии постоянно увеличиваются, в связи с чем требуют большой структурной реорганизации биосферы, а производство новой энергии становится энергетически неблагоприятным.

Общество действительно подчинено целому ряду единых экологических закономерностей природной среды, но оно обладает и рядом свойств, которые не подвластны этим закономерностям.

Поэтому при формулировании законов социальной экологии ученые исходят из законов «теоретического экологического влияния», однако, их не следует понимать как законы социальной экологии.

### **Законы Б. Коммонера**

В работе Б. Коммонера изложены четыре основных глобальных экологических закона, которые могут считаться законами социальной экологии.

*1-й закон.* Стремление человеческой среды возникает вследствие нарушения отношений в экологической системе в рамках ее причинно-следственных отношений.

Из этого следует, что влияние на любую природную систему на Земле вызывает целый ряд эффектов, оптимальное развитие которых трудно предвидеть.

*2-й закон* содержит положение о том, что человек живет в замкнутом пространстве, поэтому все, что создается, и все, что берется от природы, ей же определенным способом снова возвращается.

*3-й закон* указывает на связанность наших знаний о природе и нашего воздействия на нее. То есть если мы не будем знать, как переформлять природу, мы не можем ее «улучшать» нашими действиями, значит надо вернуться к тем формам жизни, которые представляют экологическую гармонию.

*4-й закон* говорит о том, что глобальные экологические системы представляют собой неделимое целое и все, что человек из них извлекает, должно быть компенсировано. Поэтому потребление природных ресурсов не может быть безгранично.

Более конкретно Законы Коммонера гласят:

*Все связано со всем.* Биосфера – наш общий дом.

Экологического счастья в одной стране быть не может, с загрязнением океана, парниковым эффектом и озоновыми дырами должно бороться все сообщество.

*За все надо платить.* Международное сообщество финансирует научные проекты, позволяющие сохранить биологическое развитие.

*Все надо куда-то девать.* Международное сообщество приняло специальные законы, запрещающие вывоз и захоронение ядовитых и радиоактивных отходов в бедных странах. Мировой океан также не место для отходов.

*Природа знает лучше.* Человек должен сохранить экологическое равновесие биосферы, не пытаясь быть умнее природы, и создавать искусственную среду разума - ноосферу.

### **Законы социальной экологии**

Пять законов социальной экологии сформулировал Н.Ф. Реймерс. Он расположил их в такой последовательности.

1. Правила социально-экологического равновесия.
2. Принцип культурного управления развитием.
3. Правила социально-экологического замещения.
4. Закон исторической (социально-экологической) необратимости.
5. Закон ноосферы В.И. Вернадского.

### **Закон «Правила социально-экологического равновесия»**

Соотношение скоростей демографического насыщения, давления общества на среду жизни и изменений в самом обществе можно сформулировать в виде *правила социально-экологического равновесия*: общество развивается до тех пор и постольку, поскольку сохраняет равновесие между своим давлением на среду и восстановлением этой среды природно-естественным и искусственным образом. Так как внешние условия исторического развития, среда жизни: людей и функционирования их хозяйства разрушены или заметно разрушены, то воспроизводство природных ресурсов и поддержание социально-экологического равновесия требуют значительных материальных, трудовых и денежных ресурсов.

Этап экстенсивного прогресса общества имел основания в виде широчайшего распространения людей, максимального стремления человечества к «покорению» природы, увеличению ее продуктивности путем сукцессионного омоложения, возрастания энергопроизводства, роста численности трудоспособного населения (что вело к общему увеличению людей) и быстрому обороту товаров. Единственным критерием развития была экономическая прибыль, обогащение.

*Закон «Принципы культурного управления развитием»* гласит, что религия, обычаи и юридические законы формулировали правила поведения людей в их взаимоотношениях с природой и внутри общества в соответствии с только что сказанным. Культура и мораль как ее составная часть также соответствовали времени. Морально-религиозные каноны разделяли человечество на большие группы. Рост престижа обычно соответствовал количеству денег, религиозному и политическому могуществу, степени общественной агрессивности. Все это в конечном итоге было направлено на поддержание равновесия между развивающимся обществом и средой его развития. Таков принцип культурного управления развитием.

### **Закон «Правила социально-экологического замещения»**

Потребности человека отчасти социально-экологически заменимы. Исключение составляют лишь так называемые основные нужды, главным образом физиолого-психологического характера. Из *правила социально-экологического замещения* следует и то, что способы такого замещения могут быть различными. Даже незаменимые потребности удовлетворяются разными путями: собирательством, промыслом, скотоводством, земледелием и т. д. Все эти формы хозяйства различно воздействуют на природу и ее же условиями определяются. Известны различные способы «преобразования» природы. Например, развитие сельского хозяйства в охотничье-промысловых районах или земледельческих оазисов

в пастбищно-промысловых районах. Более того, доминирующая культура способна менять сам тип хозяйства.

Пройдя какую-то фазу взаимодействий с природой, общество, как правило, не может вернуться на предыдущую ступень, если не произойдут какие-то катастрофические социально-экологические явления, ведущие к общественной деградации. Но и такая деградация не есть возврат к историческому прошлому. Скорее, это угасание собственной, а затем восприятие новой «импортной» культуры.

Однако все это были региональные, а не глобальные явления.

Время от времени высказываются гипотезы, сходные с теорией катастроф Ж. Кювье. Согласно им человечество доходило до каких-то высот цивилизации, затем происходила катастрофа типа «атомной зимы», и все начиналось сначала. Едва ли такая точка зрения имеет под собой фактические основания, прежде всего археологические.

### ***Закон исторической (социально-экологической) необратимости***

Процесс развития человечества как целого не может идти от более поздних фаз к начальным, т. е. общественно-экономические формации, определенным образом взаимодействующие с природной средой и естественными ресурсами, не могут сменяться в обратном порядке. Отдельные элементы социальных отношений (например, рабство, возродившееся в самых чудовищных формах в период сталинизма) в истории повторялись. Возможно повторение и уклада хозяйства (например, возвращение от оседлого к кочевому хозяйству), но общий процесс однонаправлен, как необратима и эволюция. Иное представление кажется абсолютно нелогичным: меняется природная среда, меняется человечество, и принятие концепции обратимости было бы согласием с тем, что в одну и ту же реку можно войти дважды, да еще и не состарившись ни на миг.

### ***Закон ноосферы В. И. Вернадского***

Биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т. е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы «человек–природа». Иными словами, хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией, базирующейся на прогнозно-плановых началах, регулировании процессов естественного развития. Лишь благо и заинтересованное понимание, а не насилие и волюнтаризм могут быть в основе формирования ноосферы. Человечеству придется решить массу тяжелых для нового времени проблем, но это будут иные, чем сейчас, проблемы.

Только определенная гуманизация общества, относительно бесконфликтное его включение в систему биосферы, основанное на ис-

пользовании только прироста ресурсов, может спасти человечество. *Управлять люди будут не природой, а прежде всего собой.* И в этом смысл закона ноосферы.

Более подробно можно констатировать:

*1-й закон* говорит о том, что общество развивается тогда и настолько, насколько сохраняется равновесие между его «давлением» на среду и возможностью восстановления этой среды естественным или искусственным путем.

*2-й закон* (принцип) говорит об ограниченности экономического развития экологическими рамками и указывает на необходимость управлять развитием с учетом глубоких процессов взаимодействия, происходящих между обществом, природой и человеком и теми группами, в которых человек живет.

*3-й закон* (правило) говорит о необходимости понимания возможного изменения социально-экологических потребностей человека разными способами, которые обусловлены природной средой и которые на нее влияют.

*4-й закон* говорит о том, что процесс развития общества через определенные фазы не может происходить от более поздних фаз по направлению к предыдущим.

*5-й закон* – закон Вернадского, по которому биосфера неизбежно переходит в ноосферу, т. е. в такую сферу, в которой человеческий разум играет доминантную роль в развитии системы «человек–природа». Таким образом, ученые Н.Ф. Реймерс, Э. Бауэр, В.И. Вернадский, Б. Коммонер и др. при формировании законов социальной экологии так или иначе исходят из закономерностей общей экологии, поэтому законы социальной экологии содержат в себе выражение этих закономерностей.

## **ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

В настоящее время стихийное развитие взаимоотношений с природой представляет опасность для существования не только отдельных объектов, территорий, стран и т.п., но и для всего человечества.

Это объясняется тем, что человек тесно связан с живой природой происхождением, материальными и духовными потребностями, но в отличие от других организмов, эти связи приняли такие масштабы и формы, что это может привести (и уже приводит!) к практически полному вовлечению живого покрова планеты (биосферы) в жизнеобеспечение современного общества, поставив человечество на грань экологической катастрофы.

Человек, благодаря данному ему природой разуму, стремится обеспечить себе «комфортные» условия среды, быть независимым от ее физических факторов, например, от климата, от нехватки пищи, избавиться от вредных для него животных и растений (но совсем не «вредных» для остального живого мира!) и т. п. Поэтому человек, прежде всего, отличается от других видов тем, что взаимодействует с природой через создаваемую им культуру, т. е. человечество в целом, развиваясь, создает на Земле культурную среду благодаря передаче из поколения в поколение своего трудового и духовного опыта. Но, как отмечал К. Маркс, «культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно... оставляет после себя пустыню».

Остановить стихийное развитие событий помогут лишь знания о том, как ими управлять, и в случае с экологией, эти знания должны «овладеть массами», по крайней мере большей частью общества.

Экологические знания необходимы каждому человеку, чтобы сбылась мечта многих поколений мыслителей о создании достойной человека среды, для чего надо построить прекрасные города, развить настолько совершенные производительные силы, которые смогли бы обеспечить гармонию человека и природы. Как справедливо отметил американский эколог Б. Коммонер в начале 70-х «поиски истоков любой проблемы, связанной с окружающей средой, приводят к неоспоримой истине, что коренная причина кризиса заключена не в том, как люди взаимодействуют с природой, а в том, как они взаимодействуют друг с другом... и что, наконец, миру между людьми и природой должен предшествовать мир между людьми». Таким образом, экологические знания позволяют осознать всю пагубность войны и распрей между людьми, ведь за этим кроется не просто гибель людей и даже цивилизаций: это приведет к всеобщей экологической катастрофе, к гибели всего человечества. Значит, важнейшее из экологических условий выживания человека и всего живого - это мирная жизнь на Земле. Именно к этому должен и будет стремиться экологически образованный человек. Изменение, а тем более уничтожение природной среды влечет за собой пагубные последствия для жизни человека. Экологические знания позволяют ему убедиться в этом и принимать правильное решение с целью охраны природы, в том числе и на бытовом уровне.

Отсюда следует, что в настоящее время остановить нарушение экологических законов можно, только подняв на должную высоту экологическую культуру каждого члена общества, а это возможно сделать прежде всего через образование, через изучение основ экологии. Что особенно важно для специалистов в области наук технического направления, в первую очередь для инженеров-строителей, инженеров



в области химии, нефтехимии, металлургии, машиностроения, пищевой и добывающей промышленности и т. д.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. [http://ecologu.ru/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=2&id=27&Itemid=4](http://ecologu.ru/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=2&id=27&Itemid=4)
2. <http://uchebnikfree.com/page/dikanuch/ist/ist>
3. <http://www.studfiles.ru/dir/cat17/subj306/file15101/view153309.html>
4. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekczij-soczialnaya-ekologiya/8-zakony-soczialnoj-ekologii-zakony-kommonera-zakon-noosfery-v-i-vernadskogo-zakon-istoricheskoy-soczialno-ekologicheskoy-neobratimosti.html>
5. <http://www.ecology-portal.ru/publ/4-1-0-150>

## ЛЕКЦИЯ 2. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ И ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИИ

*Взаимодействие организма и среды. Фундаментальные свойства живых систем. Использование вещества и энергии в экосистемах. Климатическая зональность и типы наземных экосистем. Компоненты и динамика наземных экосистем. Процесс сукцессии.*

Организм и среда. Любой организм вступает в многочисленные отношения с окружающим его миром. При этом компоненты окружающей среды и процессы, идущие в ней, оказывают на него разнообразное влияние. Это влияние может быть положительным или отрицательным, кратковременным или постоянно действующим, однако в любом случае оно для него не безразлично. В экологии разработаны представления о факторах среды и условиях существования. Если считать, что любое воздействие на организм является фактором среды, то число таких факторов крайне велико. Они отличаются спецификой действия.

Наиболее часты классификации факторов среды, в которых отдельно рассматриваются факторы абиотические (неживой природы) и факторы биотические (связанные с воздействием организмов друг на друга). Среди абиотических выделяют климатические факторы, которые в свою очередь могут быть разделены на воздействие света, температуры, влажности воздуха или химизма (чаще для водной среды). Другая группа объединяет факторы неживой среды, которые называются эдафическими (эдафос – грунт, почва), их действие определяется свойствами почв или грунтов (механический и химический составы, толщина гумусового слоя, мощность самого почвенного слоя и т. п.). Для водных организмов существенны химический состав воды, толщина водного слоя, течения, количество кислорода, освещенность, которая различна на разных глубинах, давление и т. п.

Биотические факторы обычно делят на две большие группы:

- связанные с внутривидовыми отношениями;
- действующие в отношениях между видами.

При внутривидовых отношениях различают факторы взаимопомощи, конкуренции и иерархии. Примером взаимопомощи могут служить колонии птиц, ситуации, в которых они либо предупреждают друг друга об опасности, либо совместными усилиями отбиваются от врага. Если вороны заметили хищную птицу, то несколько пар, как правило, непрерывно ее атакуют до тех пор, пока она не улетит подальше. Даже крохотные ласточки-береговушки отважно атакуют кошку, которая пытается добраться до их нор, расположенных на крутом обрыве. В результате хищник предпочитает уступить. Известны совместные охоты некоторых

хищных зверей (волчьих стай, львиных прайдов и т. п.). Конкуренция может возникать в борьбе за место (поющие самцы мелких птиц весной голосом определяют границы своих гнездовых участков, медведи метят когтями кору деревьев, также обозначая свои владения, в любом случае пришельцу предстоит выдержать жестокое сражение, если он попытается захватить чужую территорию). Даже у кобелей домашних собак в качестве рудимента осталась привычка метить свою территорию, орошая столбики, основания деревьев, забор и т. п. Жесткая конкуренция возникает у многих животных в борьбе за пищу, при этом в некормные годы более слабые особи погибают в первую очередь. Наконец, серьезную борьбу ведут животные за право участвовать в размножении (вспомните бои копытных, драки между самцами хищных зверей, наконец, тока ряда видов птиц). Призом победителя является возможность оставить на Земле потомков. Следует, правда, указать, что если активная борьба самцов за самку (1-я форма полового отбора, по Ч. Дарвину) отбирает самцов по силе и жизнеспособности, то при активном выборе самками самцов (2-я форма полового отбора) самцы-производители отбираются и по другим признакам. Так, кулики-турухтаны также токуют, но при этом выигрывает не тот, кто сильнее, а тот, воротничок которого, «с точки зрения самок» самый красивый (практически окрас и пышность воротничка у всех самцов неодинаковы). Именно к такому самцу могут подлететь несколько самок, к другому же – ни одной.

Иерархия (соподчинение) – специфическая форма отношений между особями одного вида. В каждой группе особей одного вида и пола имеется особь, господствующая над другими. Такую особь называют обычно первой буквой греческого алфавита – альфой. Есть особь, которая доминирует над всеми, но подчиняется альфе, это – бета, гамма подчиняется альфе и бете, но подавляет всех остальных. Иерархия может быть очень жесткой, у некоторых видов в присутствии альфы подчиненные особи не могут не только размножаться, но даже есть или пить. Первоначально явление иерархии было выявлено у видов, ведущих групповой (стайный, стадный и т. п.) образ жизни. Однако впоследствии было обнаружено, что даже у видов, живущих одиночно, явление иерархии есть. Так, если встречаются два сверчка, то более сильная особь особым образом шевелит усиками, после чего особь более низкого ранга ретируется. Иерархия выявлена у всех видов животных, которые изучались с целью ее установления. Следует отметить, что в течение жизни особь изменяет свой ранг. Так, молодые горные бараны сначала держатся на краю стада, но по мере взросления передвигаются ближе к центру, который занят вожаком (альфой). Если вожак состарился, ослаб, то он может потерять свое лидирующее положение

или вообще быть изгнанным из стада. В описанном примере самая ценная с точки зрения воспроизводства потомства особь занимает самое безопасное место, менее ценные особи чаще оказываются жертвами хищников. Если одну и ту же особь поместить в разные группы, то в каждой группе она будет занимать свое специфическое место. Так, опыты с домашними курами показали, что одна и та же курица в одной стае может быть альфой, в другой занимать более низкие иерархические ступеньки. Легко видеть, что иерархия в конечном итоге способствует выживанию всего вида за счет лимитирования менее ценных (в биологическом отношении) особей.

Факторы, которые определяются межвидовыми отношениями, могут быть разделены на четыре группы: антибиоз, симбиоз, нейтрализм и межвидовая иерархия.

Антибиоз (враждебность жизни) включает в себя все виды конкуренции (за пищу, за место и т. д.), паразитизма, хищничества, к этой же группе относятся вредные воздействия, которые связаны с выделением неприятных для каких-то видов химических выделений других видов.

Симбиоз (отношения взаимовыгодного существования) также весьма разнообразны. Так, рак-отшельник может посадить на раковину хищную актинию, которая не только дает ему дополнительную защиту, но и возможность подбирать «крошки со своего стола». Акулу сопровождают прилипалы, которые прикрепляются к поверхности тела и используют остатки ее пиршеств. Симбионтами этой рыбы являются и рыбки-лоцманы, наводящие акулу на жертву, а затем пользующиеся остатками пищи. Спутниками крупных хищников-львов оказываются шакалы. Иногда используются не только остатки пищи или поверхность тела, но и норы. Так, пестрая утка-пеганка может поселиться в норе лисы. Лиса не трогает сожительницу, а утка в случае опасности своим «змеиным» шипением отпугивает незваных гостей. Степень выраженности симбиотических отношений различна, но в любом случае симбиоз выгоден (хотя бы одному из сожителей) и никому не наносит ущерба.

Нейтрализм – отсутствие каких-либо отношений между особями разных видов. Так, ласточка добывает свою пищу (беспозвоночных) в воздухе днем, а летучие мыши ловят других беспозвоночных ночью. При этом ласточки и летучие мыши не мешают и не помогают друг другу, т. е. видимых связей между ними нет.

Межвидовая иерархия наблюдается в тех случаях, когда животные разных видов образуют смешанные группы. Так, в стайках разных видов синиц, которые кочуют по зимним российским лесам, обычно встречаются поползни, пищухи, при этом каждая особь четко знает свое место в смешанном иерархическом ряду. Смешанные стада жвачных

животных саванн, в которые входят разные виды антилоп и других копытных, также позволяют констатировать явление межвидовой иерархии.

С увеличением масштабов своей деятельности человек оказывает все большее воздействие на природу. Поэтому большинство экологов выделяют особую группу не абиотических и в то же время не биотических факторов. Речь идет об антропоических факторах. Разные виды деятельности человека специфичны по своему воздействию на природу. Однако можно разделить эти факторы воздействия на две большие группы:

- а) деструкционные,
- б) трансформационные.

Деструкция природных комплексов означает их разрушение, уничтожение. Примером деструкционного воздействия может быть лесной пожар, вырубка леса, уничтожение степных сообществ при распашке земель и т. п.

Трансформация не уничтожает экосистему, а лишь в большей или меньшей мере меняет ее облик. При этом общий облик экосистемы остается приблизительно сходным с первоначальным. Так, если лесоруб уничтожает лесную экосистему (деструкция), то охотник или грибник изымает из экосистемы некоторое число организмов, не затрагивая ее основные структуры. В ходе трансформации могут изменяться некоторые условия существования. Например, туристы могут вытаптывать (уплотнять) почву, которая становится менее благоприятной для обитания ряда видов растений.

Между деструкционными и трансформационными воздействиями нет четкой границы. Так, слабое загрязнение воздуха несколько ухудшит условия жизни организмов в экосистеме. В то же время чрезвычайное загрязнение может разрушить экосистему в целом.

Действие факторов на организм подчиняется многим закономерностям, однако, среди них можно выделить самые существенные. На наш взгляд, наибольшее значение имеют две из них. Н.Ф. Реймерс (1990) предложил их называть «законами».

1. Закон совокупного действия природных факторов (Э. Митчерлиха – А. Тинемана – Бауле); сформулирован Н.Ф. Реймерсом в двух определениях:

а) величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего, фактора, но от всей совокупности экологических факторов одновременно;

б) тот из необходимых факторов окружающей природной среды определяет плотность популяции биологического вида (от нуля до максимальной численности), который действует на стадию (фазу) развития организмов, имеющую наименьшую экологическую валентность,

притом воздействует в количестве и с интенсивностью, наиболее далеко отстоящими от оптимума, необходимого виду на данной стадии. В такой формулировке закон справедлив лишь при условии, что организмы сами активно не избирают необходимое им из окружающей среды и не способны изменять ее.

Лимитирующий фактор – синоним термина «условие существования». Понимается как количество фактора (например, температуры), необходимое для обеспечения жизни и полного развития организмов, включая возможность размножения. Если представить воздействие температуры на организм, то для многих видов наших широт оптимальные температурные условия будут лежать между 10–25 градусами тепла (для человека эти пределы равны 18–23 градусам), если температура будет ниже или выше, то организм оказывается в неблагоприятной пессимальной зоне, а температуры ниже –60 и более 100 градусов не позволяют выжить организмам вообще. Такие значения температур называются летальными. Примерно так же, как температура, действуют на организм все прочие факторы, т. е. имеется оптимальная зона количества фактора, две пессимальных зоны и две летальных границы. Как правило, в пессимальных зонах развитие и размножение организмов подавлено.

Экологическая валентность – способность видов переносить колебания действия факторов. Чем больше экологическая валентность, тем большие колебания условий среды способен переносить организм. Классификации условий существования, естественно, аналогичны таковым для факторов среды.

2. Закон минимума (сформулирован Ю. Либихом в 1840 г.) – выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т. е. жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к минимуму, необходимому организму или экосистеме: дальнейшее их снижение ведет к гибели организма или деструкции экосистемы. Дополнительное правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор иным функционально близким веществом или фактором (например, одно вещество заменить другим, функционально близким), что, впрочем, далеко не всегда положительно для организма. Так, вытеснение в костях животных кальция радиоактивным стронцием резко повышает их хрупкость, т. е. чем больше стронция, тем больше переломов. В то же время правило взаимодействия факторов позволяет рационально заменять дефицитные вещества и воздействия, что важно для рациональной эксплуатации живых ресурсов; выяснение же слабого звена

цепи чрезвычайно важно в экологическом прогнозировании, планировании и экспертизе проектов.

Следует иметь в виду, что избыточное количество фактора также неблагоприятно для организмов. Эта закономерность была сформулирована в середине XX в. В. Шелфордом в виде правила или закона толерантности. Диапазон между минимумом и максимумом экологического воздействия определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Н.Ф. Реймерс (1990) пишет: «Смысл закона толерантности очевиден: грубо говоря, плохо и недокормить, и перекормить, все хорошо в меру».

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВЫХ СИСТЕМ

*Факторы и процессы формирования элементного состава живого вещества.*

К живому веществу (ЖВ) В.И. Вернадский (1994) предлагал отнести:

- 1) все живые организмы, животные и растительные, в том числе человечество;
- 2) всю ту часть вещества окружающей их среды – жидкой (вода), твердой (пища), газообразной, которая, безусловно, необходима для сохранения им жизни;
- 3) все выделения организмов, находящиеся вне организма (пот, моча и т. д.);
- 4) все отмершие и отмирающие их части (листья и т. д.);
- 5) все трупы организмов и их остатки.

Все это предопределяет, как отмечал В.И. Вернадский чрезвычайно резкие изменения химического состава ЖВ, в связи с изменением биогеохимических функций ЖВ (табл. 1).

Прежде всего, это функция рассеивания химических элементов и функция создания новых, ранее неизвестных в природе химических элементов, например, трансурановых и их изотопов, например,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{129}\text{I}$  и др.

В.И. Вернадский обращал внимание на то, что практически все основные биогеохимические функции ЖВ в биосфере могут быть выполнены простейшими одноклеточными организмами, исключение составляют две последние функции, связанные с деятельностью человечества. Именно деятельность человечества в большей части приводит к тем колоссальным изменениям биосферы в целом, о которых говорилось выше.

*Неоднородность состава ЖВ обусловлена дифференцировкой способности к накоплению и перераспределению элементов на различных структурных уровнях его организации: субклеточном (органеллы), клеточном, организменном, видовом и т. д., а так же зависимостью от специфики физиологических реакций организма и внутренних факторов его развития.*

Таблица 1

*Основные биогеохимические функции живого вещества  
(по В.И. Вернадскому, с изменениями по Л.П. Рихванову и др., 2006)*

Газовая функция ( $N_2$ – $O_2$ – $CO_2$ – $CH_4$ – $H_2$ – $NH_3$ – $H_2S$ )	Все организмы
Кислородная функция. Образование свободного кислорода	Хлорофильные организмы
Окислительная функция	Бактерии, большей частью автотрофные
Восстановительная функция	Бактерии
Концентрационная функция	Все организмы
Кальциевая функция	Водоросли, бактерии, мхи и др. организмы
Функция разрушения органических соединений	Бактерии, грибы
Функция восстановительного разложения	Бактерии
Функция метаболизма и дыхания	Все организмы
Функция рассеивания химических элементов	Человечество
Функция создания новых химических элементов и их изотопов	Человечество

В связи с включением человечества в состав ЖВ, к основным биогеохимическим функциям, выделенным В.И. Вернадским следует добавить еще несколько геохимических функций, обусловленных деятельностью человечества (техногенезом по А.Е. Ферсману, 1937).

Так, по данным Е.А. Бойченко в разных органеллах клеток происходит концентрирование определенных химических элементов в 10–1000 раз отличающихся по сравнению с целой клеткой. Например,  $Ti$  в нейтральных липидах больше, чем в клетке в 100 раз и т. д.

Г.Н. Саенко (1992) показала, что концентрация  $Bg$  в морских растениях в одном и том же участке моря колеблется от 203 до 1004 мг/кг сухого вещества.



По данным А.А. Кист (1987) микроорганизмы, бактерии, водоросли более эффективно накапливают микроэлементы за счет более тесной связи с окружающей средой, что в целом характерно для организмов, стоящих сравнительно более низко на эволюционной лестнице. Он отмечает, что для таких видов характерно накопление элементов тем более интенсивное, чем меньше их концентрация во внешней среде. Это свойство живых организмов с успехом используется в практике геологических, экологических исследований, внимательно изучается в медицинской практике. Так, В.Т. Волковым и др. (2004) выдвинуты ряд гипотез о формировании патологических состояний человека в результате избирательного аккумуляирования определенных химических элементов (железа, золота и др.) нанобактериями, обитающими в организме человека, для построения своей оболочки, что приводит к формированию минеральных отложений и камней в разных частях тела. Авторами Л.П. Рихвановым и др. (2006)) для Томского района Томской области отмечена закономерность увеличения количества нанобактерий в водах, с высоким содержанием железа на территории Томского района Томской области. Способность отдельных клеточных структур усваивать химические элементы остается их свойством и в составе более сложно-организованных систем. Современные методы исследования вещественного состава (электронная микроскопия и др.) позволяют диагностировать нахождение многих химических элементов в виде отдельных минералов, минералов и наноминералов в мельчайших структурах нашего организма. Так, профессор Энрико Сабиони (Италия), неоднократно демонстрировал нахождение тех или иных наноминералов в клетках живых организмов, в том числе урана, карбонатов и др. при изучении «балканского синдрома» (как следствие использования в войне с Югославией боеголовок из урана-238 (устное сообщение в докладах в г. Афины, Греция, 2005 и в г. Вильнюсе, Р. Литва, 2006 гг).

Примером такого минералообразования в костной ткани на фибриллярном белке (коллагене) является формирование гидроксилapatита, являющегося, с одной стороны, накопителем фосфора, а с другой – играет опорную (конструкционную) функцию вместе с коллагеном в костной ткани. Таких минералов, возникающих при участии ЖВ, названных в свое время Я.В. Самойловым (1929) *биолитами* достаточно много.

К ним можно отнести: кальцит, арагонит, скрытокристаллическая разновидность кремнезёма (опал) и др.

При этом обращается внимание на эволюционные изменения преобладающего состава минералов в скелетных тканях. Так, кремневые скелеты с  $\text{SiO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  встречаются рано в эволюционном ряду организмов,

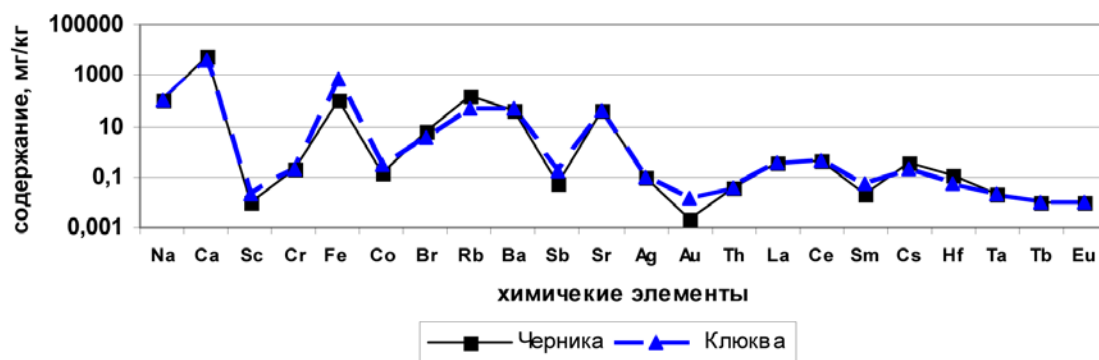
сохраняясь у растений и некоторых организмов (Foraminifera и др.) в настоящее время. Карбонатные (Ca, Mg) скелеты появились также рано, но затем они сменились на Са-Р (фосфат кальция + хитин) и фосфат Са+белок.

Следует особо отметить, развиваемую в последнее время идею академика Н.П. Юшкина о биоминеральных взаимодействиях. Используя «фиброкеритовую» модель простейшей живой ячейки, по химическому составу соответствующую составу белка, им предложена концепция углеводородной кристаллизации жизни (Н.П. Юшкин, 2002).

В работе Н.А. Агаджаняна (1975) констатируется, что в организме человека имеются множество различных физиологических функций, для которых характерна суточная ритмичность. В течении суток в тканях тела человека изменяется кислотно-щелочное равновесие, в результате чего внутренняя среда организма в период с 3 до 15 часов находится преимущественно в кислой фазе, а с 15 до 3 – в щелочной. Это приводит к изменениям элементного состава различных органов и тканей, наблюдаемым, в частности, Л.И. Жук на примере суточной смены химического состава крови (Zhuk, 1988). Сдвиги кислотно-щелочного баланса могут быть так же одной из причин формирования биолитов в составе живых организмов. Отмечается так же сезонная ритмичность – ритм обмена веществ, ритм системы кровообращения, нейроэндокринной системы и др. Так, по данным В.Е. Зайчик и соавторов (1990) наблюдается сезонная цикличность в насыщенности кальцием костей человека, выражающаяся в потере этого элемента в зимнее – весенний период с последующей компенсацией в летнее – осенний, с разницей в содержании, составляющей 18,5 %.

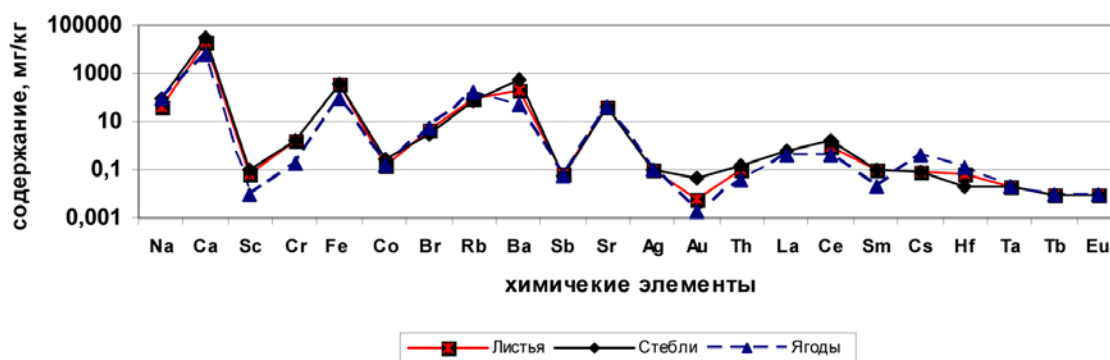
Из практики биогеохимических исследований хорошо известно, что разные части растений избирательно накапливают те или иные виды микроэлементов, что подтверждается нашими исследованиями ягодных: черника (*Vaccinium myrtillus*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*) и лекарственных: лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*) растений (рис. 1 в). На рисунке хорошо видно, что корневая часть растения лабазника вязолистного накапливает значительно более высокие количества большого ряда химических элементов по сравнению с надземной. Эта особенность для растений в целом широко освещена как в литературе прошлого века (Грабовская, 1963 и др.), так и в современных источниках (Кабата – Пендиас, 2008; др.). В данном конкретном случае это имеет большое практическое значение, поскольку речь идет о части лекарственного растения, обладающего лечебным эффектом воздействия на организм человека.

Ягода черники (*Vaccinium myrtillus*) и клюквы (*Oxycoccus palustris*)



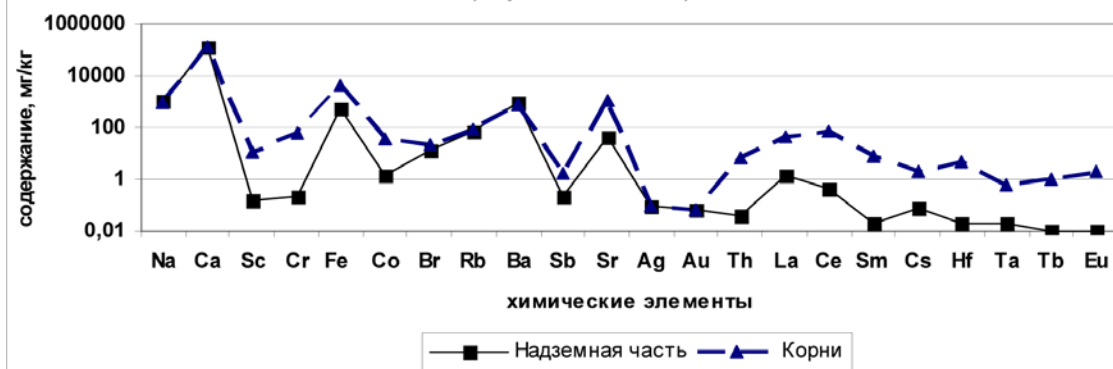
a)

Черника (*Vaccinium myrtillus*)



б)

Лабазник вязолистный  
(*Filipendula ulmaria*)



в)

Рис. 1. Избирательное накопление химических элементов в разных видах (а) и частях ягодных (б) и лекарственных (в) растений

На примере ягодных культур (рис. 1, а, б) хорошо видно, что надземные части растений имеют менее выраженные отличия и касаются

они, как правило, отдельных элементов. Так, в стеблях черники (*Vaccinium myrtillus*) в большей мере накапливаются барий и золото, а для листьев характерны несколько более повышенное содержание железа и хрома. Это связано, прежде всего, с функциями элементов в растительном организме: железо и хром входят в состав пигментов, барий присутствует в механических тканях. Для ягод характерно накопление цезия, что может быть объяснено не только физиологическими показателями, но и характеризовать изменение качества окружающей среды. Это отражено на рис. 1 (а) при сравнении ягод черники с ягодами клюквы. Цезий примерно в таких же количествах концентрируется в клюкве, произрастающей в данной местности. К видовым характеристикам можно отнести специфичное накопление черникой рубидия и железа, а золота клюквой.

Изменение элементного состава живых организмов происходит в зависимости от стадии физиологического развития и состояния ЖВ, которые зависят от времени суток, сезона года, степени освещенности, возраста и ряда других параметров.

При изучении элементного состава лекарственного растения *Atragespesciosa* Weinm., собранного в 1998 г., мы обнаружили, что в фазу бутонизации им преимущественно накапливались самарий, лантан, европий, торий, сурьма, хром, рубидий, скандий, железо, натрий; в фазу цветения, начала плодоношения – золото, цинк, барий, церий и тербий (Шилова и др., 2002). Возможно, это связано с избирательностью поглощения элементов данным видом растения в разные фазы вегетационного периода, в зависимости от биохимических процессов, протекающих в анализируемых органах (см. рис. 2).

Проведенные первого исследования показали, что в зависимости от стадии вегетационного развития картофеля уровень накопления микроэлементов так же существенно изменяется (табл. 2).

Таблица 2

*Изменение содержания валовых форм химических элементов в ботве и клубнях картофеля юга Томской области (ОПХ «Сидоренко») на разных стадиях вегетации*

Элементы, мг/кг сырой массы	Ботва		Картофель	
	1 <sup>й</sup> сбор	2 <sup>й</sup> сбор	1 <sup>й</sup> сбор	2 <sup>й</sup> сбор
NO <sub>3</sub>	4964	7867	343	340
K	20000	20000	20000	20000
Na	46	22	109	111
Ca	14098	17712	440	430

Окончание табл. 2

Элементы, мг/кг сырой массы	Ботва		Картофель	
	1 <sup>й</sup> сбор	2 <sup>й</sup> сбор	1 <sup>й</sup> сбор	2 <sup>й</sup> сбор
Mg	4207	6363	827	800
Fe	389	710	887	848
Zn	84	120	34	30
Co	<1	<1	<1	<1
Mo	<1	<1	<1	<1
Cu	6,9	52	3,6	3,5
Cr	2,3	2,5	1,3	1,0
Ba	51	77	2,3	2,4
Sr	61	80	3,6	2,5
Si	73	91	29	23
Al	217	427	49	36
Pb	1,6	7,3	1,4	3,4
Mn	58	110	11	10

Примечание: 1<sup>й</sup> сбор – период цветения, 2<sup>й</sup> сбор – период массовой уборки.

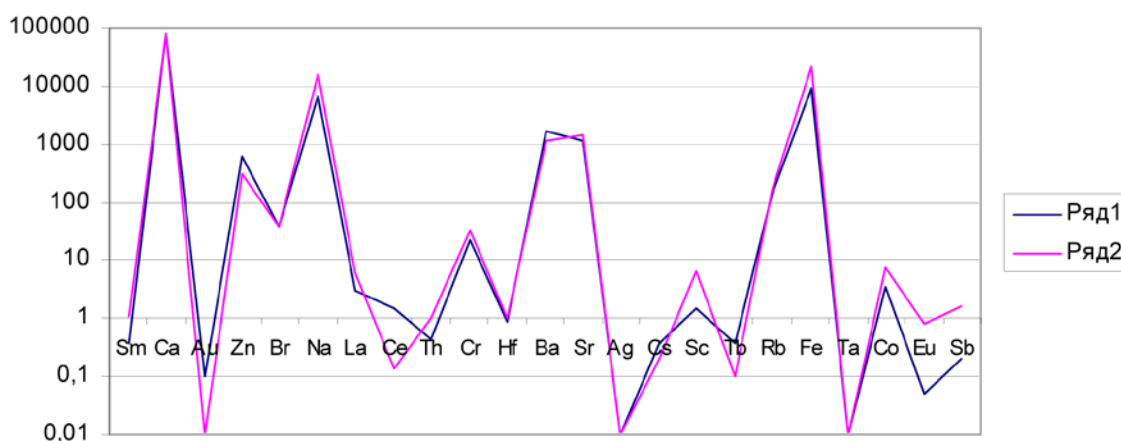


Рис. 2. Нормированная кривая накопления элементов надземной частью *Atragene speciosa Weinm* в зависимости от фазы вегетации. По оси абсцисс – элементы. По оси ординат – содержание элементов в золе (мг/кг)  
Условные обозначения: 1 – фаза бутонизации; 2 – фаза цветения – начала плодоношения

Наиболее ярким примером изменения концентрации элементов от возраста биологического вида, приведенном в литературных источниках, может служить калий в организме человека, который определялся с использованием счетчиков излучения человека (СИЧ) по изотопу  $K^{40}$  непосредственно во всем теле (см. рис. 3). Общая когорта обследованных людей составила 2960 человек в возрасте от 1 до 79 лет.

Установлено, что к 10–12 годам у женщин, и к 18–20 годам у мужчин накапливается максимальное количество этого элемента, а затем его концентрация постепенно с возрастом понижается в 1,5–2 раза к 60–70 годам у обоих полов («Человек. Медико-биологические данные», 1977).

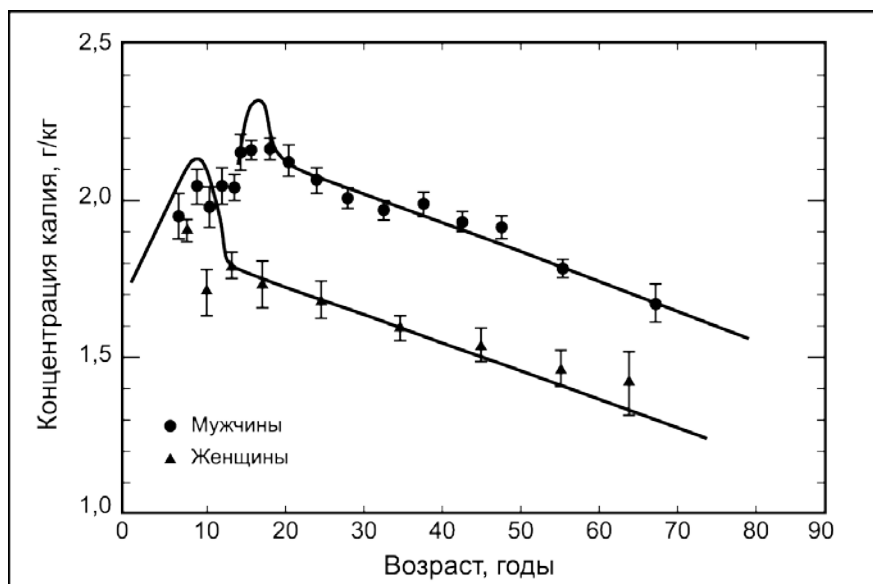


Рис. 3. Зависимость содержания калия в организме человека от возраста (по «Человек...», 1977)

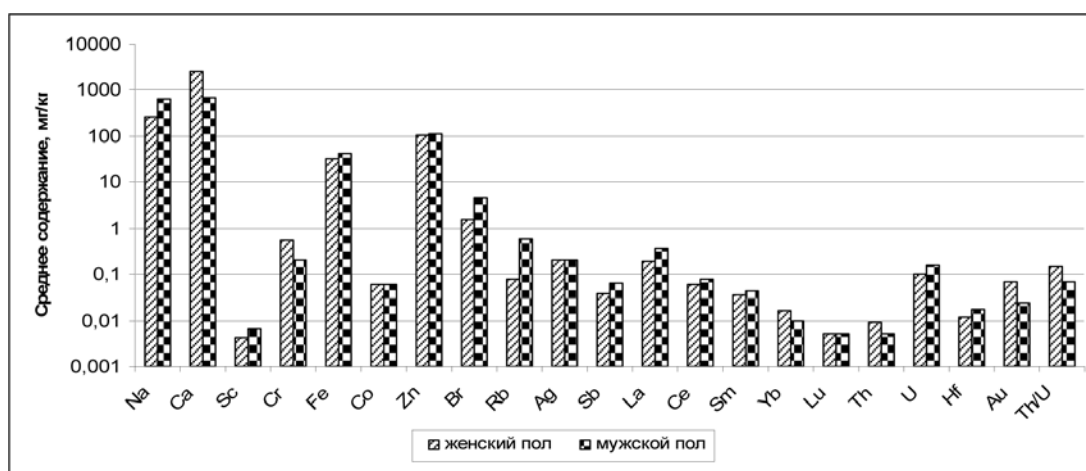


Рис. 4. Элементный состав волос (в мг/кг) детей разного пола (на примере с. Зырянское Томской области)

С возрастом содержание многих микроэлементов в тканях организма человека значительно меняется. Так, содержание Cd в почках и молибдена в печени к старости повышается. Максимальное содержание Zn наблюдается в период полового созревания, затем оно понижается и в старости доходит до минимума. Уменьшается с возрастом и содержание других микроэлементов, например, V и Cr («Общая...», 2000; Ершов Ю.А., 2003).

Причем, в период интенсивного роста и развития организма идет значительное нарастание содержания микроэлементов, которое постепенно замедляется или прекращается к 17–20 годам. В литературных источниках отмечаются данные, что содержание меди, кобальта, никеля в крови человека снижается к 50–60 годам по сравнению с содержанием этих микроэлементов в 20–25 лет (Авцын и др., 1991).

Проведенные первого исследования показали, что имеет место варьирование элементов в волосах детей разного пола (Baranovskaya A. 2009), проживающих в с. Зырянское Томской области с рождения. Содержание натрия, брома и сурьмы в составе волос мальчиков значительно (согласно критерию Стьюдента) выше по сравнению с девочками. Различия в содержании других элементов несущественно.

Сегодня достаточно активно изучается вопрос о роли химических элементов в процессах метаболизма в ЖВ на разных структурных уровнях его организации (органелла, клетка, ткань и т. д.) и на этой проблеме накоплен большой материал, который позволяет предполагать причинно-следственные связи между уровнем накопления химических элементов и возникновением и развитием той или иной патологии (Неорганическая биохимия, 1977; Риш, 2003; Авцын и др., 1991; Ковальский, 1974; Кукушкин, 1998; Lindh, 2005; Абдурахманов, 2004 и др.).

В работах А.П. Авцына (1991), Г.А. Бабенко (1971), А.О. Войнар (1960), М.Г. Коломийцевой (1970), Л.Р. Ноздрюхиной (1980, 1990), А.А. Киста (1987), Я.В. Пейве (1960), В.Я. Шустова (1967) и др. показаны изменения тканей и органов человека при возникновении и протекании тех или иных патологий.

Следует отметить, что прекращение функции метаболизма и дыхания ЖВ (отмирание) приводит к изменению его химического состава. На это обращал внимание В.И. Вернадский, который, ссылаясь на опыты Н.Д. Зелинского, показывает, что разница в определении азота в живых и высушенных пчелах составляет более 1 % (Вернадский, 1960).

Особенно разительно изменение химического состава живой клетки после ее отмирания. Сегодня хорошо известно, что концентрация  $K$  внутри живой клетки много больше, чем  $Na$  (примерно в 15 раз), тогда как в межклеточной жидкости  $Na$  больше чем  $K$  примерно в 25 раз. Непосредственно после отмирания клетки их концентрации выравниваются.

В настоящее время можно с высокой вероятностью утверждать, что тело любого существующего на Земле организма, растительного или животного, состоит из вполне определенного набора химических элементов, генетически строго контролируемого и передаваемого в тех же соотношениях из поколения в поколение. И вопрос лишь в том, является

ли такая передача абсолютно стабильной на протяжении поколений, либо же меняется в процессе геохимической эволюции земной поверхности, но со скоростью, мало доступной человеческому восприятию.

Анализ литературных данных об элементном составе разных групп организмов показал, что изменения имеют место в виде уточнения данных, что связано, по-видимому, в первую очередь, с развитием аналитических методов.

Результаты, приведенные в табл. 3 демонстрируют, что, несмотря на различие методов исследования, организм человека сохраняет относительную стабильность состава по основным химическим элементам.

Таблица 3

*Современная оценка главных и сопутствующих структурообразующих (вес. %) и следовых элементов (мг/кг) в теле человека (по данным UlfLindh, 2005) с изменениями*

	Элемент	Содержание		Элемент	Содержание
1	кислород (O)	65,0 (65,04)	15	цинк (Zn)	0,0033 (0,00n)
2	углерод (C)	18,0 (18,25)	16	бром (Br)	0,00029 (0,000n)
3	водород (H)	10,0 (10,05)	17	медь (Cu)	0,0001 (0,000n)
4	азот (N)	3,0 (2,65)	18	мышьяк (As)	0,26 (0,n)
5	фосфор (P)	1 (0,8)	19	кобальт (Co)	0,021
6	сера (S)	0,26 (0,21)	20	хром (Cr)	0,094
7	кальций (Ca)	1,4 (1,4)	21	йод (I)	0,19 (0,0n)
8	магний (Mg)	0,5 (0,04)	22	литий (Li)	0,009
9	калий (K)	0,34 (0,27)	23	молибден (Mo)	0,08
10	натрий (Na)	0,14 (0,26)	24	никель (Ni)	0,14
11	хлор (Cl)	0,14 (0,25)	25	селен (Se)	0,11
12	кремний (Si)	0,026 (0,00n)	26	олово (Sn)	0,24
13	железо (Fe)	0,006 (0,02)	27	ванадий (V)	0,11
14	фтор (F)	0,0037 (0,000n)	28	вольфрам (W)	0,008

*Примечание:* в скобках данные по составу тела человека, приведенные В.И. Вернадским в 1922 г. со ссылкой на Фолькмана.

В.И. Вернадский (1939) отмечал, что количественные биогеохимические свойства являются специфическими характеристиками организмов, их рас и генераций; избирательно поглощая элементы и отражая в своей форме и составе физико-химические свойства среды, организмы, однако, не изменяют своего *среднего состава*. Но, это было сделано с оговоркой, что накопление рассеянных элементов может быть и неспецифическим и определяться уровнем содержания в окружающей среде (Вернадский В.И., 1939).



Анализ доступных нам обобщений и сводок позволяют утверждать, что по – видимому, для более высокоорганизованных систем живых организмов характерна возрастающая по мере эволюции независимость состава внутренней среды от состава окружающих природных сред («Человек...», 1977; Эмсли, 1993; Ершов, 2003; Ермаков, 2005, 2008; Алексеенко, 2000, 2006; Bowen, 1979; Lindh, 2005; Кист, 1987; Kabata – Pendias, 2007; др.).

По-видимому, живые организмы выработали эффективные способы компенсации избыточного поступления химических элементов (рис. 5). Стабильность состава мы наблюдаем при сравнении выборок, сделанных по значительно большим территориям.

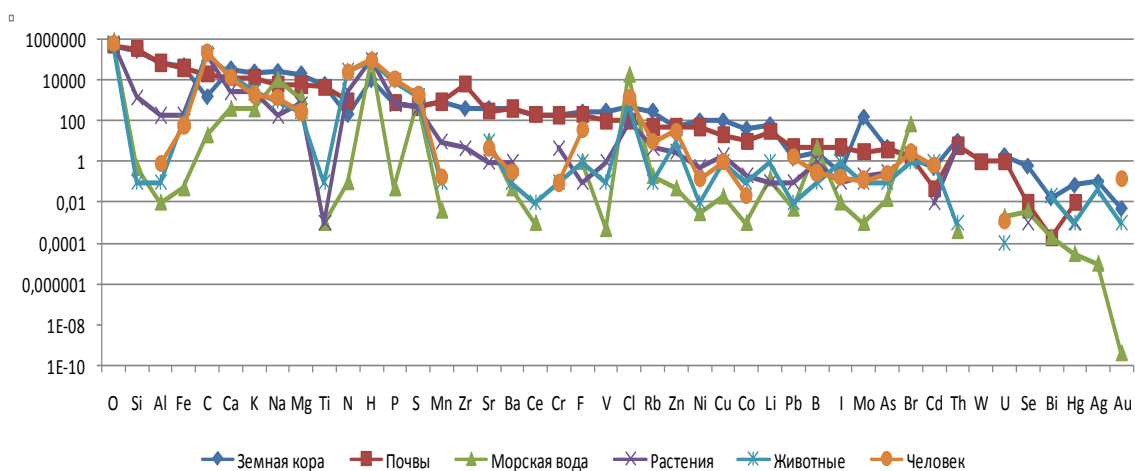


Рис. 5. Изменение содержания химических элементов в составе живых организмов в сравнении с их содержанием в почве, морской воде и Земной коре (по Ершову, 2003 со ссылкой на А.П. Виноградова)

Анализ локальных изменений показывает, что происходит поглощение значительных количеств элементов, вызванное природно-техногенными геохимическими факторами, проявляющимися на отдельных территориях. Следует отметить, что в составе ЖВ довольно отчетливо проявляются как глобальные, так региональные и местные особенности, отражающие специфику геохимических фонов, в том числе аномально высоких. Примером являются Исыкульская урановая провинция, Тувинская кобальтовая, засоленные полупустыни Южной Азии и др. (Ковальский, 1974, Ермаков, 2009 и др.).

Сегодня во многих регионах закартированы йодные и безйодные, селеновые и без селеновые, мышьяковые и без такового области и провинции, где ЖВ, в том числе человек, чувствует себя дискомфортно и где наиболее ярко наблюдается зависимость реакции организмов от концентрации и соотношения макро- и микроэлементов в среде, графическое

представление которой широко стало известно благодаря публикации Н.Д. МВовен (1966) со ссылкой на Р.Е. Smith (1962), приводится практически во всех современных публикациях, в которых обсуждается проблема взаимосвязи химического состава природной среды и реакций ЖВ.

Особенность *химического состава среды обитания* (ландшафтно-климатические особенности, состав субстрата, наличие источников поступления аномально высоких концентраций химических элементов и др.) остается одним из основных факторов, определяющих общий химический состав ЖВ. На это обращали и обращают внимание все без исключения исследователи, занимающиеся геохимией ЖВ. В.И. Вернадский (1922) на этом акцентировал особое внимание, отмечая, что химический элементарный состав организмов теснейшим образом связан с химическим составом земной коры и приводил в своих статьях убедительные примеры. Он всегда подчеркивал, что изучать биологические вопросы изучением только одного, во многом автономного организма нельзя, т. к. он нераздельно связан с земной корой и вне связи с ней в природе не существует.

И уже в начале XX века В.И. Вернадский подчеркивал, что «...появление культурного человека начинает менять химический лик нашей планеты» (Вернадский, 1960), тем самым предвидя те геохимические изменения в биосфере, которые произошли за последнее столетие.

Эти изменения отражаются *количественно* в изменении элементного состава живого вещества планеты. Причем, они касаются и изотопного его состава. ЖВ, как отмечал В.И. Вернадский (1960), состоит из чистых изотопов и что оно способно разлагать смеси изотопов и избирать из них некоторые. Он отмечал, что организм относится к тяжелой воде (H<sub>2</sub>O, содержащая дейтерий) иначе чем к воде обыкновенной, т. е. организм различает два водорода, а следовательно можно ожидать существование в ЖВ общей способности разнотно относиться к разным изотопам одного и того же элемента.

Об изотопном составе ЖВ, его изменении и возможном физиологическом значении начинают говорить врачи (Казначеев и др., 2002) и геохимики (Кроуз, 1990 и др.). Так, В.П. Казначеев многократно в своих работах показывал, что соотношение в клетках человека <sup>12</sup>C и <sup>13</sup>C за 8–12 лет проживания его на Севере изменяются в сторону <sup>12</sup>C, после чего организм резко стареет (Казначеев и др., 2002). Удивительную реакцию по изменению изотопного состава демонстрирует человеческий организм на смену места проживания (Кроуз, 1990).

Таким образом, на формирование элементного состава живого вещества оказывают влияние факторы и процессы внутреннего и внешнего

происхождения. В разные периоды времени и для различных территорий они являются либо определяющими для функционирования живых организмов, либо их изменение малозаметно и отражается в виде незначительных колебаний в пределах гомеостатических норм. В любом случае, при изучении элементного состава живого вещества, начиная с отбора проб и заканчивая выводами о практическом применении полученных знаний, необходимо помнить об этих причинах его изменения.

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ. 4 КЛАССА ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ**

Солнце для планеты Земля – это жизнь для всего живого. На поверхность планеты Земля ежегодно поступает примерно  $55 \text{ ккал/см}^2$ . При этом растения фиксируют не более 1–2 % солнечной энергии, остальное затрачивается на нагревание атмосферы, суши и испарения.

Из накопленной растениями солнечной энергии не более 7–10 % достается растительноядным животным, питающимся живыми растениями.

По продуктивности экосистемы разделяются на 4 класса.

1. Экосистемы очень высокой биологической продуктивности свыше  $2 \text{ кг/м}^2$  в год. К ним относятся заросли тростника в дельтах Волги, Дона и Урала. По продуктивности они близки к экосистемам тропических лесов и коралловых рифов.

2. Экосистемы высокой биологической продуктивности  $1\text{--}2 \text{ кг/м}^2$  в год. Это липово-дубовые леса, прибрежные заросли тростника на озере, посевы кукурузы и многолетних трав при орошении.

3. Экосистемы умеренной биологической продуктивности  $0,25\text{--}1 \text{ кг/м}^2$  в год. Такую продуктивность имеют многие растения: сосновые и березовые леса, сенокосные луга и степи, «морские луга», водоросли в Японском море.

4. Экосистемы низкой биологической продуктивности менее  $0,25 \text{ кг/м}^2$  в год. Это арктические пустыни островов Северного Ледовитого океана, тундры, полупустыни.

Средняя продуктивность экосистем Земли не превышает  $0,3 \text{ кг/м}^2$  в год.

Биологическая продуктивность экосистем – основа жизни биосферы и человека как ее части. Она зависит от ресурсов почвы (ее обеспеченности питательными элементами и влагой), атмосферы, солнечного света и тепла. Каждый из этих ресурсов незаменим. Продуктивность экосистемы в основном зависит оттого ресурса, которого недостаточно

или который находится в избытке (пример: переувлажнения почвы или высокая температура воздуха).

Такой ресурс называется лимитирующим (т. е. ограничивающим) фактором; так, например, в Прикаспийской низменности урожай лимитируется количеством осадков. В зоне тундры и горных районов урожай лимитируется количеством тепла.

Чтобы повысить продуктивность экосистем, человек стремится уменьшить влияние лимитирующих факторов – вносит удобрения, сажает влаголюбивые культуры, строит теплицы, парники.

Биологическая продуктивность может снижаться и при загрязнении экосистем газообразными или жидкими ядовитыми отходами промышленных и сельскохозяйственных предприятий (кислотные дожди, ядохимикаты, дефолианты и т. д.).

Любое нарушение взаимосвязей в экосистемах означает нарушение энергетических потоков. Производство способно развиваться только за счет использования ресурсов окружающей среды. Но нарушение энергетики биосферы более чем на 1 % может привести к резкому нарастанию энтропии и гибели всей системы в результате термодинамического кризиса.

Таким образом, биологическая продуктивность – основа жизни и человека. Она зависит от ресурсов почвы, от атмосферы, солнечного света и тепла. Каждый из этих элементов незаменим.

Рассмотрим биологическую продуктивность почв в зависимости от климатических условий.

Известно, что главное вещество почвы это гумус, который по своей природе является детритом – органическим веществом.

Химический состав гумуса сложен: он состоит из фенолов и органических кислот темной окраски и образуется в результате процесса разложения (гумификации) органических веществ корневых остатков растений и почвенных животных. На долю гумуса приходится до 98 % всего органического вещества почвы (остальные – живые корни, почвенные животные и неразложившиеся мертвые остатки организмов).

В почве одновременно с процессом гумификации органического вещества происходит процесс минерализации гумуса. Под воздействием микроорганизмов сложные органические вещества разрушаются до форм, доступных растениям. У разных почв разные свойства. Они могут быть кислыми, нормальными, щелочными (рН 7). Они имеют и разные физические свойства. Могут быть рыхлыми и плотными. Естественный процесс почвообразования нарушается, если на почву влияет человек. Почвы могут быть очень разнообразные по продуктивности:

- самые плодородные это черноземы;

- менее плодородные это подзолистые, серолесные;
- в зоне полупустынь почвы содержат меньше гумуса и называются каштановыми;
- в степных местах, где почвы насыщены солями, их называют солончаковыми, а если солей очень много – солончаками. Происходит засоление почв там, где широко применяли и применяют орошение, особенно в степном Заволжье, в низовьях рек Дона и Кубани. Чтобы избежать засоления, необходимо снижать нормы полива и использовать экологически безопасные приемы улучшения водного снабжения растений – капельный и внутрпочвенный поливы.

Медленные, но постоянные изменения происходят в экосистемах как под воздействием внешних, так и под влиянием внутренних факторов. Когда, например, озеро наполняется илом, оно постепенно превращается в болото, потом в луг, на котором в дальнейшем вырастают кустарники и деревья. При этом обычно сначала развиваются светолюбивые и относительно быстрорастущие лиственные породы, под пологом которых начинают расти хвойные.

Процессы последовательной смены биоценозов, протекающие под влиянием, как внешних факторов, так и внутренних, называются сукцессиями.

Сукцессия – естественное явление, хотя часто обусловлено вмешательством человека.

*Экологические сукцессии – это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды:* например, при изменении климата. С изменением условий среды изменяется состав живых организмов и продуктивность экосистемы. Постепенно роль одних видов убывает, а других увеличивается, разные виды выбывают из состава экосистемы или, наоборот, пополняют его. *Сукцессии* могут вызываться внутренними и внешними факторами и могут протекать иногда быстро, иногда столетиями. Если изменение среды будет резким (пожар, разлив большого количества нефти, проход колесной и гусеничной техники в тундре), то экологическое равновесие нарушается.

*Постоянство циклов питательных элементов* наблюдается тогда, когда весь углерод и азот, усвоенные экосистемой из атмосферы, в результате деятельности редуцентов возвращаются в нее. Все элементы минерального питания (фосфор, калий, кальций и т. д.) после разложения мертвого органического вещества возвращаются в почвенный раствор для повторного использования корнями растений.

Рассмотрим, что такое *полное рассеивание поступившей в экосистему энергии*. Это когда вся энергия, усвоенная экосистемой после прохождения ее по цепям «продуцент–консумент–редуцент», рассеивается,

т. е. «сжигается» организмами в процессе дыхания. Она рассеивается растениями (за счет расходов энергии на дыхание), животными и микроорганизмами, которые «дожигают» органические вещества, превращая их в минеральные соединения. *Экосистема поддерживает равновесие за счет того, что в нее постоянно поступает новая солнечная энергия.* Экологическое равновесие поддерживается в экосистемах сложными механизмами взаимоотношений между живыми организмами и условиями среды, между особями одного вида и особями разных видов друг с другом.

Экологическое равновесие это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части (растений, животных, грибов, бактерий, водорослей) в каждый конкретный момент времени наиболее полно соответствует абиотическим условиям – почве и климату. Главная особенность экологического равновесия экосистемы – его подвижность.

В экосистеме постоянно происходят обратимые изменения.

Это изменения экосистемы в течение года с весны до весны при колебаниях климата в разные годы и изменении роли некоторых видов растений в связи с ритмами их жизненного цикла (например, цветение дуба один раз в 4 года, вспышки численности непарного шелкопряда в лесу или мышевидных грызунов в степи). При таких изменениях видовой состав экосистемы сохраняется, она лишь подстраивается к колебаниям.

Однако под воздействием закона оптимальности, гласящего, что любая система лучше всего функционирует только в строго определенных пространственно-временных пределах, чрезмерно крупные особи, требующие слишком большого количества пищи для поддержания своей энергетики, обычно вымирают.

Все это способствует повышению устойчивости систем, ее способности противостоять энтропии. Высшая, наиболее сбалансированная ступень сукцессии, которая может существовать очень длительное время, называется климаксом.

Однако прогрессивными процессами характеризуются обычно только сукцессии, связанные с естественными воздействиями. Если же происходит быстрое и массивное нарушение гомеостаза, например при вторжении человека, то эволюционные механизмы нарушаются и системы не могут восстановить внутреннее равновесие на прежнем высоком организационном уровне. В лучшем случае они заменяются другими, как правило, менее продуктивными и устойчивыми, а в худшем происходит опустынивание, уничтожение или резкое снижение биомассы с невозможностью ее самовосстановления.

Дело в том, что чем организованнее, совершеннее вид, тем сложнее его генетический аппарат, обеспечивающий устойчивость, сохранение в поколениях наследственных признаков. Конечно, у таких видов, в том числе у человека, как правило, довольно высокая приспособляемость к различным значениям экологических факторов. Однако и она имеет свои пределы. И если они нарушаются слишком резко или быстро, то генетическая устойчивость, в нормальных условиях помогающая виду сохранить свои достоинства, оборачивается его гибелью.

Менее организованные, но более способные к мутации виды получают преимущество и вытесняют более организованные виды, занимая их экологические ниши. При этом часто новые виды оказываются более агрессивными и трудно уничтожаемыми за счет высокой изменчивости (как это произошло с вирусом СПИДа, пришедшим на смену вирусам кори, скарлатины и др.).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: дис. ... д-ра биол. наук / Н.В. Барановская. – Томск, 2011. – 470 с.
2. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekczij-soczialnaya-ekologiya/8-zakony-soczialnoj-ekologii-zakony-kommonera-zakon-noosfery-v-i-vemadskogo-zakon-istoricheskoy-soczialno-ekologicheskoy-neobratimosti.html>

## ЛЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

*Биосфера. Структура и границы, функциональная целостность биосферы. Биотический круговорот вещества и поток энергии в экосистеме. Биосферные ритмы. Временные вариации природных, антропогенных и социальных процессов. Человек в биосфере. Антропогенное преобразование биосферы. Глобальные изменения в геосферных оболочках Земли и их последствия для человека.*

### **БИОСФЕРА КАК СРЕДА ЖИЗНИ. КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВА, ПОТОКИ ЭНЕРГИИ И ИНФОРМАЦИИ КАК МЕХАНИЗМЫ ИНТЕГРАЦИИ И ГОМЕОСТАЗА БИОСФЕРЫ**

Современное понятие о биосфере как особой оболочке Земли разработано В.И. Вернадским.

*Под биосферой понимается совокупность земных сфер, населенных жизнью, представляющая особую глобальную сферу, в которой ведущую роль играют живые системы.* Биосфера – крупнейшая экосистема Земли, включает в себя приземную часть атмосферы, всю гидросферу, почвы и верхние горизонты литосферы, которые объединяются в целостную систему круговоротом вещества, потоками энергии и информации.

Наиболее широко в биосфере распространены бактерии, споры которых найдены в атмосфере до высоты 80 км, в толще льда Антарктиды на всех исследованных глубинах. В литосфере они обнаруживаются, по разным данным, на глубинах 4,5 км, 6,82 и даже 10 км. В океане живые организмы обитают на любых глубинах, включая дно глубоководных впадин до 11,5 км. Однако большинство организмов живет в приземном слое атмосферы, на небольших глубинах океана (куда проникает солнечный свет), в почве и на ее поверхности.

В биосфере, подобно экосистемам, функционируют потоки энергии и информации, действует круговорот вещества, которые и объединяют все подсистемы биосферы в сложнейшую целостную, способную к саморегуляции систему

**Фотобиос и хемобиос.** Вся совокупность организмов, живущих за счет энергии Солнца, называется *фотобиосом*. Организмы, использующие хим. энергию, составляют *хемобиос*. На долю хемобиоса приходится около 1 % энергии биосферы, остальная принадлежит фотобиосу.

**Круговорот веществ и потоки энергии в биосфере.** Главная функция биосферы заключается в осуществлении круговорота хим. элементов. Глобальный биотический круговорот совершается при участии всех населяющих планету организмов. Он заключается в циркуляции веществ меж-



ду почвой, атмосферой, гидросферой и живыми организмами. Благодаря биотическому круговороту возможно длительное существование и развитие жизни при ограниченном запасе доступных хим. элементов.

В круговороте веществ различают малый круг биотического обмена (биогеоценотический) и большой (биосферный).

*Большой круг биотического обмена* это безостановочный планетарный процесс циклического, неравномерного во времени и пространстве перераспределения вещества, энергии и информации, многократно входящих в непрерывно обновляющиеся эколог. системы биосферы. Большой круг биотического обмена наиболее ярко проявляется в круговороте воды и циркуляции атмосферы.

*Малый биотический круговорот* происходит на основе большого и заключается в циркуляции веществ между почвой, растениями, живот, и микроорганизмами.

Оба круговорота взаимосвязаны и представляют собой как бы единый процесс. Втягивая в свои многочисленные орбиты косную среду, биотический круговорот веществ обеспечивает воспроизводство живого вещества и оказывает активное влияние на облик биосферы. В основе круговорота веществ лежит наличие в биосфере двух основных типов питания: автотрофного и гетеротрофного.

*Круговорот углерода* начинается с фиксации атмосферной двуокиси углерода в процессе фотосинтеза. Часть образовавшихся в процессе фотосинтеза углеводов используется самими растениями для получения энергии, другая часть потребляется животными. Углекислый газ выделяется в процессе дыхания растений и животных. Мертвые растения и животные разлагаются, углерод их тканей окисляется и возвращается в атмосферу. Аналогичный процесс происходит и в океане.

*Круговорот азота* также охватывает все области биосферы. Хотя его запасы в атмосфере практически неисчерпаемы, высшие растения могут использовать азот только после соединения его с водородом или кислородом. Важнейшую роль при этом играют азотфиксирующие бактерии.

*Гомеостатическая функция биосферы* осуществляется на глобальном уровне. В биосфере поддерживается относительное постоянство физико-химических условий (климатических, радиационных, геохимических, гидрохимических и т. д.), пригодных для существования в ней живых систем. Предполагается, что свыше 3,8 млрд лет жизнь на нашей планете не прерывается. Уже примерно 3 млрд лет на большей части поверхности Земли поддерживается температура в пределах 0–60°C.

Гомеостатическая функция биосферы осуществляется всеми ее сферами и их взаимодействием, в котором особое значение принадлежит

живым системам. Озон, экран ограничивает проникновение на поверхность планеты губительного УФ излучения; значительная теплоемкость воды придает гидросфере свойство термостабилизатора, вода обеспечивает распределение хим. веществ и перенос тепла; из глубин литосферы поступают свежие порции вещества, вовлекаемого в круговорот. Населенные живыми системами сферы Земли являются средой их обитания и предоставляют разнообразные условия для жизнедеятельности. Живые системы преобразуют среду обитания, делая ее пригодной для других живых форм.

В соответствии с термодинамическим принципом Ле-Шателье-Брауна биосфера способна восстанавливать равновесие, нарушенное воздействием внешних причин. В геологической истории биосферы были разномасштабные катастрофы, погубивших значительную часть биосферы. Один из них – мел-палеогеновый, широко известный в связи с вымиранием динозавров, аммонитов и ряда др. групп организмов. Однако со временем биосфера восстанавливала свою целостность, частично обновлялась. Катастрофы и последующее восстановление биосферы представляли часть процесса эволюции живой природы и биосферы.

Энергетическая функция биосферы – утилизация и накопление энергии Солнца, формирование потоков энергии. Из 100 % энергии Солнца, поступающей на поверхность Земли, отражается 30 %, рассеивается в качестве тепловой ~ 46 %; на испарение и осадки тратится 23 %, на ветер, волны и течения 0,2 %, на фотосинтез тратится 0,8 %.

Закон экологических пирамид, согласно которому при переходе с одного трофического уровня на следующий большая часть энергии теряется. В таком же соответствии находятся биомассы: биомасса потребителя в десятки раз меньше, чем биомасса потребляемого уровня. Оба круговорота взаимосвязаны и представляют собой как бы единый процесс. Втягивая в свои многочисленные орбиты косную среду, биотический круговорот веществ обеспечивает воспроизводство живого вещества и оказывает активное влияние на облик биосферы. В основе круговорота веществ лежит наличие в биосфере двух основных типов питания: автотрофного и гетеротрофного.

## **НООСФЕРА И ТЕХНОСФЕРА, КОАДАПТИВНОЕ РАЗВИТИЕ**

*Ноосфера* (сфера разума), по мысли В.И. Вернадского, должна неизбежно возникнуть из биосферы в результате ее эволюции. В ноосфере человек становится крупнейшей геологической силой, он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни.

Хаотичное саморазвитие, базирующееся на ест. саморегуляции, в ноосфере должно смениться разумной стратегией, на основе прогнозов и планов регулирующей ест. процессы развития.

Техносфера – техносферная оболочка, искусственно преобразованное пространство, планеты, под воздействием производительной деятельности чел. и её продуктов.

Учение о ноосфере, в разработке которого наряду с В.И. Вернадским участвовали известные философы Э. Леруа, П.А. Флоренский, с позиций сегодняшнего дня воспринимается как соц. утопия. Человек, опираясь на научно-технический прогресс, действительно стал геолог, по масштабам воздействия силой, но, силой разрушительной. Идеи переустройства мира на основе технического прогресса и социальной инженерии, весьма популярные во второй половине XIX и первой половине XX вв., при их практическом воплощении вылились в чудовищные эксперименты тоталитаризма и полностью дискредитировали себя. Идея ноосферы, возвышенная, но далекая от практической реализации, избежала этой судьбы и продолжает развиваться. По современному представлению в ноосфере люди научатся управлять не природой, а, прежде всего, сами собой. Такое новое прочтение идеи ноосферы содержит в себе концепция коэволюции (совместной эволюции) человека и биосферы Н.Н. Моисеева. Согласно этой концепции, для своего бескризисного состояния человечество должно потреблять не от 10 до 40 % (по разным оценкам) первичной биологической продукции, а не более 1 %. Это позволит человеку как биолог, виду вписаться в свою эколог, нишу и в ест. биогеохимические циклы. Для достижения этого человек должен перейти от изменения мира к совершенствованию себя, подобно тому, как при переходе от палеолита к неолиту на смену развитию физического типа человека пришло покорение им природы. Коэволюция рассматривается как согласование «стратегии разума» и «стратегии природы».

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗНАНИЙ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ БИОСФЕРЫ И МАСШТАБЫ ПРОЯВЛЕНИЯ ЕГО ИЗМЕНЕНИЙ**

История развития представлений о геохимии биосферы тесно связана с именем Владимира Ивановича Вернадского, создавшего учение о биосфере и впервые поднявшего вопрос о необходимости специального изучения функций живого вещества, игравшего колоссальную роль в перераспределении химических элементов в различных средах, с которыми оно соприкасается. Идеи изучения деятельности живых организмов с геологической точки зрения зародились у В.И. Вернадского

еще в студенческие годы, когда он участвовал в полевых экспедициях своего учителя – почвоведом В.В. Докучаева. Затем они получили развитие в годы пребывания на Украине (1916–1920) и во Франции (1922–1926). А начиная с 1921 года, Владимир Иванович организует систематические исследования по биогеохимии (Вернадский, 1921; 1922; 1926; 1930; 1939 и др.). Работы, касающиеся этого вопроса, были продолжены его учениками А.П. Виноградовым, В.В. Ковальским и др. К этому времени, согласно данным архива А.П. Виноградова в лаборатории БИОГЕЛ ГЕОХИ РАН, в ряде стран начинают развиваться исследования содержания химических элементов в живых организмах. Так, уже к началу XX века работами итальянских и немецких ученых выявлены относительные количества содержания некоторых редкоземельных элементов (по данным архива БИОГЕЛ: Schiaparelli, 1880; Yunk, 1926), брома (по данным архива БИОГЕЛ: Paderi, 1898, Yustus, 1907) и других. Однако, они еще не носят систематического характера. Фундаментальные исследования роли живых организмов в концентрировании химических элементов представлены в книге В.И. Вернадского «Биосфера» (Вернадский, 1926), одной из самых известных публикаций великого русского ученого, переведенная практически на все основные языки Мира.

В логически законченном учении о биосфере, как геосферной оболочке, занятой жизнью, В.И. Вернадский уделяет огромное внимание геохимическим процессам, происходящим с участием живого вещества (ЖВ). «Живая материя является совершенно особой химической областью в химии земной коры... В живой материи, в каждой ее клетке...идёт вихорь сменяющих друг друга химических элементов», писал В.И. Вернадский (1994, с. 168).

Его работы продолжены в исследованиях А.П. Виноградова (1932; 1935, 1938 и др.). Так, его труд по геохимии живого вещества является фундаментальным и до сих пор остается актуальным при анализе уровней содержания определенного спектра химических элементов (Виноградов, 1932). А в монографии «Химический элементарный состав организмов моря» впервые был высказан ряд идей о закономерностях, которые способствовали утверждению биогеохимии как науки и так же остаются актуальными (Виноградов, 1935). Эти исследования проводились в первой в мире Биогеохимической лаборатории, которая возникла в 1928 г из небольшого Отдела живого вещества при Комиссии по изучению естественных производительных сил России, созданном В.И. Вернадским в 1926 году, и которая успешно функционирует по сей день (зав. лабораторией профессор, д-р. биол. наук Ермаков В.В.) Именно с этого времени начинается история организации первых в мире системати-

ческих, фундаментальных исследований по изучению живого вещества. Теоретические основы, получившие первоначальное развитие в рамках Биогеохимической лаборатории, вылились в дальнейшем в мощные научные направления и школы. Так, в рамках лаборатории проводились исследования по урановой тематике, изучались вопросы геохимии изотопов химических элементов, проводились микробиологические исследования, изучались вопросы методологии проведения аналитических исследований для малых содержаний элементов и ряд других. Последнему вопросу уделялось немало внимания всеми учеными, поскольку содержание большого количества химических элементов в живом веществе характеризуется малыми значениями. Именно с этим связаны значительные проблемы в изучении химического элементного состава живого вещества. И с развитием аналитических методов мы все больше продвигаемся в познании закономерностей формирования элементного состава всего живого. В.И. Вернадский в одном из своих писем писал: «Те новые химические по существу своему дисциплины, которые окончательно выявились в 20 веке, как геохимия и биогеохимия, основаны на аналитической химии в области знания огромного практического и научного значения» (В.И. Вернадский, по Виноградова, 2007,). Именно благодаря тому, что лаборатория «БИОГЕЛ» являлась мощным центром по химии живого вещества, стало возможным развитие знаний в области геохимии живого вещества и уже в тот период вскрыть некоторые закономерности, связанные с формированием элементного состава и эволюцией видов. В 1930-х годах А.П. Виноградов выдвигает идею о биогеохимических провинциях (Виноградов, 1938), что позволило в дальнейшем перейти к практическим решениям по профилактике зубной эндемии, урвской болезни и ряда других патологий животных и человека.

За рубежом в этот период работы по изучению накопления элементов в органах и тканях животных и человека активно проводят немецкие и другие ученые (Damiens, 1921; Burksera.a., 1931; Hoffman, 1942; Warrene.a., 1949; др.).

С конца 30-х годов к изучению проблемы о физиологической роли микроэлементов в жизни животных и человека активно подключается В.В. Ковальский, который вслед за В.И. Вернадским и А.П. Виноградовым становится директором Биогеохимической лаборатории (с 1954г) (Виноградова, 2007). Именно в стенах этой лаборатории возникли и были реализованы идеи о гомеостазе живых организмов с геохимическим составом природной среды (Ковальский, 1974; и др.) и была составлена биогеохимическая карта Советского Союза, на которой показаны биогеохимические провинции с избытком и недостатком тех или иных

элементов. На основе этой карты, исходя из уже известных данных, можно было прогнозировать те или иные виды заболеваний.

С 1945 года в Биогеохимической лаборатории под руководством А.П. Виноградова постоянно проходят совещания, на которых обсуждаются различные проблемы микроэлементов в живом веществе. В 1950 г. на базе ГЕОХИ им. В.И. Вернадского АН СССР и Всемирного института животноводства под эгидой Отделений химических и биологических наук АН СССР и Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина прошла первая Всесоюзная конференция по микроэлементам.

К 50-м годам прошлого столетия обозначились основные направления исследований в области микроэлементов и их роли в разных областях биологии и медицины. Результаты этих работ являются фундаментальными и, на сегодняшний день представляют собой основу для проведения функционально – диагностических исследований и лечебно-профилактических мероприятий животных и человека (Ковальский, 1982; 2009). Одновременно в лаборатории осуществляется разработка биогеохимического метода поиска рудных месторождений (Д.П. Малюга, 1964; Несветайлова, 1970; и др.), изучается химический состав ископаемого органического вещества организмов древних эпох (С.М. Манская, 1964; Т.В. Дроздова, 1964, и др.) и ряд других направлений (Ковальский, 2006).

Научные работы школ Я.В. Пейве, В.В. Ковальского, П.А. Власюка, Ф.Я. Беренштейна способствовали тому, что микроэлементы стали широко применяться в растениеводстве, зоотехнике и ветеринарии, а также в медицине. 50-е 60-е годы 20-го столетия стали временем «расцвета» исследований о содержании элементов в составе живого вещества. Проходили конференции, совещания по этой тематике в разных городах и странах (Баку, 1958; Рига, 1959; Киев, 1965; Улан – Удэ, декабрь, 1960; Красноярск, ноябрь – декабрь, 1964; Омск, июль, 1969; и др.). Особенно многочисленными были исследования по изучению состава растений разных видов, вопросов миграции элементов из почвы в растения, роли химических элементов в функционировании живого организма, изучению особенностей концентрирования элементов разными органами и тканями в норме и патологии (Виноградов, 1954, 1957; Briegere.A., 1959; Schreder, Balassa, 1961; Андервуд, 1962; Warren, 1959; Warren.A., 1967; Бабенко, 1971; др.).

Под руководством В.В. Ковальского в Биогеохимической лаборатории разворачиваются широкомасштабные работы по определению роли микроэлементов в живом организме, развиваются новые биогеохимические направления геохимическая экология и учение о биогеохимическом

районировании биосферы. Это создало предпосылки для создания уже в 80-х годах учения о микроэлементозах (МТОЗы) человека, которые в 1983 году были обобщены и классифицированы (Авцын и др., 1983, 1991). Благодаря развитию учения о биогеохимических провинциях и работам многочисленных ученых в направлении исследования элементного состава живых организмов стало возможным развитие профилактических мероприятий для предотвращения заболеваний населения.

Аналогичные работы выполнялись и выполняются за рубежом (Italy, January, 1993; Greece, October, 1997; France, May, 1999; Sweden, September, 2000; Germany, Arbeitstagung, 1996 – 2002; at all). В последние годы их систематически проводил профессор М. Анке («Mengen ...», 1999, 2000, 2001) в Германии, София и Серж Эрмидот-Полет в Греции (2005, 2007, 2009), профессор М.С. Панин в Казахстане (г. Семипалатинск, 2002 – 2009).

Сегодня о составе живого вещества имеется информация во всех геохимических справочниках и энциклопедиях. Наиболее полными оригинальными сводками по этому вопросу являются обобщения Н.Л.М. Bowen (1966), Боуэн, Гиббонс (1968), А.П. Виноградов (1932, 1935), В.В. Ковальский (1974), В.В. Ермаков (2009), А.А. Кист (1987), А. Кабата-Пендиас и Х. Пендиас (1989, 2007), В.Б. Ильин, (1985, 1991), В.В. Иванов (1997), С.М. Ткалич (1959), Г.Н. Саенко (1992), Н.Ф. и М.А. Глазовские (1982, 1988), а так же А.П. Авцын (1991), Д.П. Малюга (1963), J.A.C. Фортестью (1985), Дж. Эмсли (1993) и ряда других исследователей, в т. ч. по отдельным видам, органам и тканям (кровь, волосы и т. д.) (Iyengaretal. (1978); Ryabukin (1978), Bucky, Parr (1982), Bowen (1979), Underwood (1977) и др.), сборники работ комиссий («Человек...», 1977; «Healthrisks...», 1988 и др.).

Характерной чертой исследований нашего времени является междисциплинарность подхода к тематике исследований содержания, распределения, роли химических элементов в живом веществе. Имеет место тенденция синтеза знаний, накопленных в разных научных направлениях. Так, на семинаре по геохимии окружающей среды в Швеции (2000) активно обсуждалась проблема становления новой дисциплины, под названием «Медицинская геология», необходимость создания которой вытекает из той огромной роли, которую играет окружающая среда при формировании химического состава живых организмов и возникновении патологических состояний человека. В рамках этой новой научной дисциплины реализованы исследования разных территорий на предмет влияния геологических факторов на состояние здоровья человека («Umweltmedizin...», 1999; «Essential...», 2005; Selinuset.al., 2010).

Изучение результатов воздействия на живые организмы проводится на стыке различных научных и отраслевых направлений изучения окружающей среды. Поэтому именно здесь необходимо взаимопонимание между специалистами различного профиля и увязка различных понятийных баз (Эммануэль, 1982; Саэт и др., 1990; Агаджанян, 2006 и др.).

Важность междисциплинарного подхода к изучению проблемы взаимодействия системы живой организм и окружающая среда заключается еще и в том, что с развитием человеческого общества возрастает степень антропогенной нагрузки. При этом масштабы неблагоприятного воздействия токсических выбросов и отходов промышленного производства на окружающую среду и их длительное накопление достигли таких критических значений, что речь может идти о «хронической биогеопланетарной патологии» (Ю.П. Гичев, 2000). Наряду с биогеохимическими эндемиями природного происхождения становится возможным возникновение эндемических болезней, являющихся реакцией на аномальный состав природной среды, измененной техногенной деятельностью человека (Ревич и др., 2003, 2004; Скальный, 2000, 2004; Бабенко, 2001 и др.). Наиболее полно взаимосвязь между причиной многих болезней, в том числе и эндемичного характера и средой обитания человека раскрывает новое направление науки, получившее в последнее время распространение благодаря трудам В.Л. Сусликова – геохимическая экология болезней (Сусликов, 1999, 2000–2003).

В окружающей среде появляются химические элементы, ранее отсутствовавшие (Pb, Am и др.), увеличивается концентрация и степень рассеянности элементов. В связи с изучением степени воздействия человека на природную среду, было установлено, что на особенности развития живого организма и его химический состав интенсивно влияют процессы антропогенного (техногенного) характера, в том числе электромагнитное излучение (Плеханов, 1996, и др.), радиоактивные и химические компоненты (Криволицкий, 1971, 1984; Рихванов, 1997, 2009 и др.). Антропогенное загрязнение по определению В.С. Безеля (2006) – вызванная деятельностью человека неблагоприятная модификация естественной природной среды, имеющая своим следствием изменение сложившихся потоков вещества, энергии, радиационного фона и проявляющаяся в изменении состояния биоты. По мнению авторов книги «Экогеохимия Западной Сибири» эти изменения грозят не только необратимыми преобразованиями главных компонентов жизнеподдерживающих систем и даже полным их разрушением, но и порождением новых, неизвестных доселе процессов, враждебных современным биологическим сообществам («Экогеохимия...», 1996). В современных условиях, характеризующихся значительным антропогенным давлением,



необходимо приложить все усилия для сохранения жизни на Земле. Для этого необходимо вести количественную оценку имеющегося геохимического фона и его изменения, установить закономерности воздействия компонентов среды на биоту, выяснить фоновые показатели, при которых возможны адаптационные процессы в организме и надорганизменных системах, установить индикаторы неблагополучия природной среды для функционирования живых организмов, в том числе человека.

Масштабы изменения геохимического состава биосферы колоссальны. Они обусловлены множеством факторов, в том числе нарастающей интенсивностью извлечения полезных ископаемых и стремительным развитием технического прогресса. Интенсивные исследования влияния естественных и антропогенных процессов на глобальные изменения природной среды являются характерными практически для всех развитых стран. Они проводятся в рамках специальных международных и национальных программ, а так же в многочисленных программах экологического направления («Глобальные...», 2001 и др.). Стало очевидным необходимость изучения и понимания этих процессов для целей прогнозирования и минимизации их негативных влияний для человечества в целом. Ряд авторов, изучающих глобальные процессы, происходящие в биосфере, отмечают, что реакции живых систем не всегда являются прямолинейными и предсказуемыми. Так, изучение периодических изменений глобального характера (Добрецов, Чумаков, 2001) позволило установить, что биотические компоненты биосферы «...благодаря своему им гомеостазису, поведенческой и эволюционной гибкости, устойчивости создаваемых ими экосистем, реагировали на климатические изменения не столь однозначно и предсказуемо, как косные элементы». Это свойство живого – реагировать неоднозначно, исходя из адаптационных свойств организмов, вырабатываемых в ходе эволюции и приспособления к условиям обитания, проявляется и при рассмотрении изменений элементного состава отдельных организмов. Так, Хопкин и Мартин (Hopkin, Martin, 1983) показали, что хищные многоножки (Chilopoda), отловленные на местах с повышенным содержанием цинка, кадмия, свинца, меди, показывают большую устойчивость к провокационному действию токсических факторов, по сравнению с животными фоновых участков (Безель, Панин, 2008). Существует множество других примеров (Некрасова, 1989; Жуйкова, 2001 и др.). Неоднозначный характер резистентности может объясняться как свойствами самого организма, так и спецификой факторов, по отношению к которым она вырабатывается. В работе В.Н. Позолотиной с соавторами (2009), в частности, отмечается, что биологические последствия хронического

действия радиации проявляются в последующих поколениях даже после снятия этого стресса, в то время как тяжелые металлы не оставляют тяжелых последствий потомству.

Кроме того, реакция живых систем зависит от уровня их организации. Например, Л.П. Брагинский (1984) вполне обоснованно отмечает, что «..если для отдельного индивидуума смерть означает страшнейшее и последнее поражение в борьбе за существование, то для популяции массовая смертность – всего лишь отсев менее приспособленных особей и некоторая реорганизация биологической системы, обеспечивающая ее сохранность» (Безель, 2006). Если говорить о клеточно-тканевом уровне организации, то отдельная функционально зрелая клетка даже после относительно больших доз токсиканта живет и выполняет свои функции.

Однако когда речь идет о выживаемости человечества и в конкретном случае о жизни и смерти отдельного человека, мы не можем рассматривать проблему отрешенно и в общем. Как бы ни критиковался антропоцентристский подход, однако для нас важно сохранение жизни и здоровья людей в первую очередь. Насколько сильны изменения, происходящие в биосфере, и как это отразится на состоянии здоровья человека это актуальнейшие вопросы, перед которыми стоит человечество. К сожалению, мы не имеем достаточных данных, чтобы оценить средние показатели элементного состава организма человека, хотя эту задачу ставил В.И. Вернадский еще на заре прошлого столетия. Он писал: «Главным недостатком является отсутствие полного элементарного анализа живого вещества... Мы не имеем их даже, например, для такого организма, каким является человек, организм которого изучается уже целые столетия...» (Вернадский, 1960). В то же время вопрос изменения геохимии природных сред изучался достаточно интенсивно. Глобальные последствия техногенеза (Ферсман, 1937) широко известны, к ним относят парниковый эффект, опустынивание аридных зон, загрязнение и зарегулирование поверхностного стока, кислотные дожди и ряд других глобальных проблем. Человечество столкнулось с проблемой глобального антропогенно-геохимического рассеяния (Яншин и др., 1998). Антропогенное рассеяние химических элементов является закономерным следствием индустриального техногенеза. Впервые о глобальном масштабе этого процесса заговорили в конце 70-х годов прошлого столетия. Было установлено, что реальную угрозу выживания человечества и сохранению биосферы Земли представляет антропогенное рассеяние таких токсичных для биоты компонентов как мышьяк, ртуть, хром, свинец, ванадий, кадмий и др. (Воскрис, 1977; Тютюнова, др., 2001; др.).

Аналитические возможности современного мира позволяют проследить изменение геохимического фона самых разных оболочек нашей

планеты, включая биосферу, живую оболочку, пронизывающую все остальные. Так, по данным В.Н. Башкина (2004) в пределах Европы в 1996 году общая природная эмиссия ртути в атмосферу составила 219 тонн в год, в то время как прямая антропогенная 326 тонн/год. Таб. 4 демонстрирует данные по глобальной эмиссии некоторых химических элементов, связанной с преобразованием биосферы в условиях техногенеза (Ермаков, 2003). Очевидно, что техногенная эмиссия элементов значительно превосходит природную. Автор отмечает, что: «в настоящее время антропогенные факторы настолько грандиозны и мгновенны во времени, что ставят насущную задачу локальной и глобальной оценки протекаемых техногенных процессов и защиты организмов от их вредного воздействия» (Ермаков, 2003).

Таблица 4

*Глобальная эмиссия химических элементов (тыс т/год)  
(по В.В. Ермакову, 2003)*

Химический элемент	Природная эмиссия		Техногенная эмиссия	
	Расуна (1992)	Mukherjee (2001)	Расуна (1992)	Mukherjee (2001)
Cd	0,96	0,1–3,9	7,6	5,6–37,7
Co	5,4	0,6–11,4	–	–
Cr	53,9	4,5–83	30,5	585–1310
Cu	18,9	2,2–53,8	35,4	542–1403
Hg	0,16	0–4,9	3,6	1,6–15
Mn	516	51,5–582	38,3	706–2633
Ni	26	2,9–56,8	55,7	93,3–494
Pb	18,6	0,9–23,5	332	479–1039
Zn	45,5	4–86	132	689–1954
V	66,1	(70)*	86 (90)*	21,4–138
As	7,8	1,1–23,5	18,8	52,4–111,6

*Примечание:* (\*) – данные по Норе (1994).

О масштабах проявления эколого-геохимических изменений в биосфере достаточно подробно изложено в работах В.А. Алексеенко (2000, 2006). К ним автор относит «...такие геохимические изменения в биосфере, которые оказывают воздействие на живое вещество или на отдельные организмы» (Алексеенко, 2006). Им приведены три основные причины этого воздействия:

- 1) меняющееся содержание элемента (распространенность);
- 2) изменение их распределения (разброса);
- 3) изменения соотношения между основными формами нахождения химических элементов с появлением их новых форм.

Изменения носят как глобальный характер, так и локальный, связанный с деятельностью, как правило, одного или нескольких производственных объектов и изучение которых связано с прикладными задачами.

К глобальным проявлениям техногенного изменения эколого – геохимической обстановки биосферы автор, в качестве примера, относит металлизацию биосферы и, в частности, так называемое свинцовое загрязнение. Действительно, начавшееся локальное загрязнение окружающей среды в результате работы автотранспорта, развития химической и металлургической промышленности при их обилии становились постепенно глобальной проблемой (Вокрис, 1977). Наглядным примером является факт накопления свинца в леднике Гренландии (рис. 6). Содержание элемента хоть и варьирует, однако наблюдается явная корреляция его с количеством, выбрасываемым в воздух предприятиями и автомобилями (Небел, 1993, со ссылкой на Murozumi, 1969). По данным Vunse (1994) производство и потребление этого элемента напрямую зависит от деятельности человека (см. рис. 7). Необходимо отметить, что живые организмы активно реагируют на изменение этого элемента в окружающей среде как в сторону увеличения дозы накопления, так и в сторону уменьшения. В случае со свинцом, количество автомобилей напрямую влияло на увеличение концентрации в растениях (см. рис. 8), а мероприятия, проводимые по уменьшению его содержания в окружающей среде (в частности запрет на этилирование бензина), сопровождалось уменьшением его содержания в крови населения (см. рис. 9).

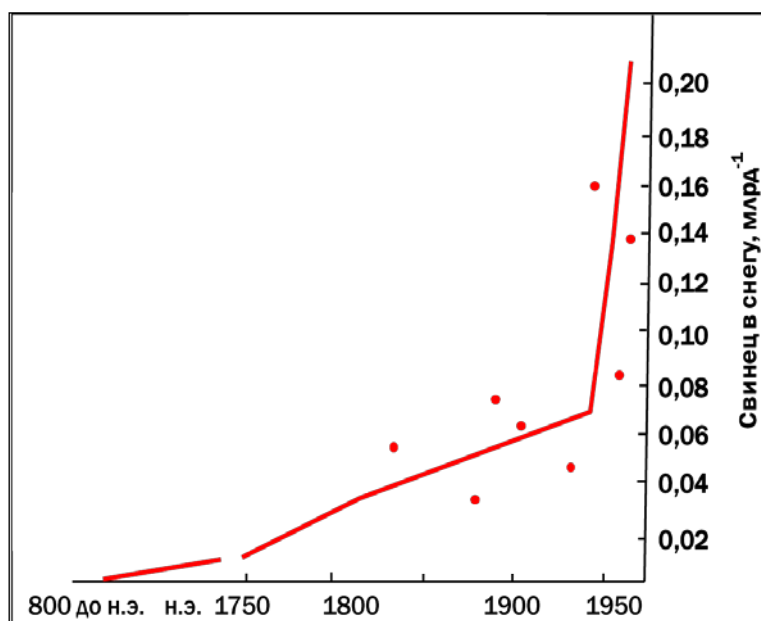


Рис. 6. Содержание свинца в ледниках Гренландии. Возраст образцов льда соответствует их глубине (по Б. Небелу, 1993 г.)

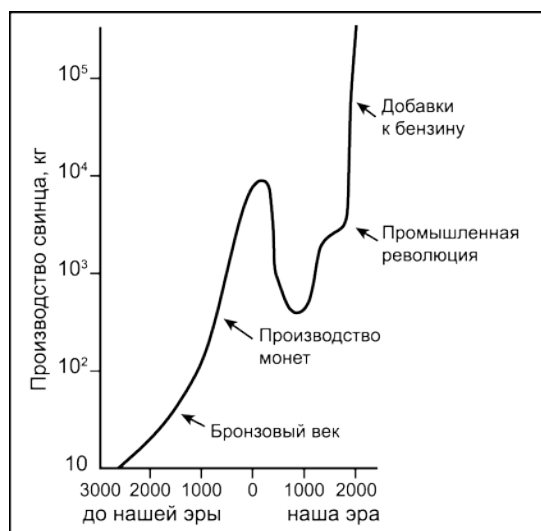


Рис. 7. Производство и потребление свинца в истории человека (Винсе, 1994)

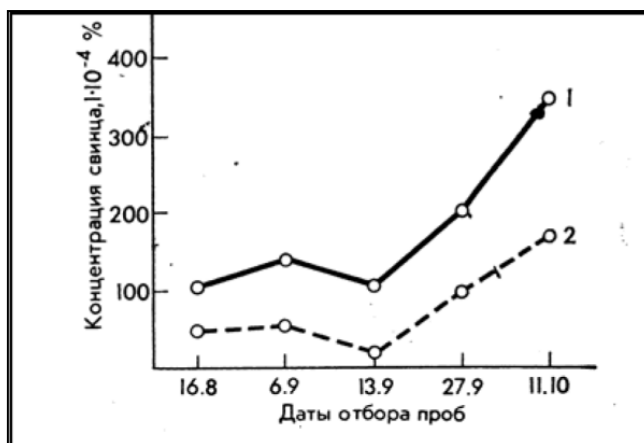


Рис. 8. Изменение концентрации свинца в листьях кустарника с начала августа по октябрь при плотности движения автомашин в день: 1 – 28 тыс; 2 – 12 тыс (Батоян, 1990)

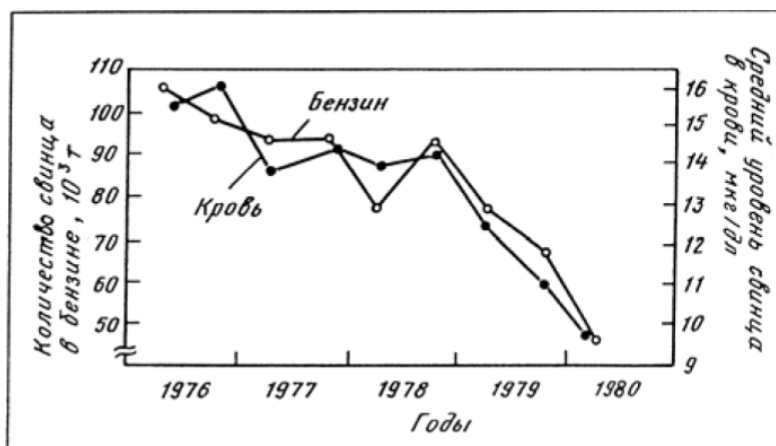


Рис. 9. Снижение уровня свинца в крови населения США при прекращении выпуска этилированного бензина (Silbergeld, 1995)

Этот графический материал убедительно свидетельствует о выполнении одного из законов Б. Коммонера «Все связано со всем».

О глобальном изменении биосферы в результате техногенеза, определение которого предложено А.Е. Ферсманом в 1937 году (Ферсман, 1937), можно судить по изменению уровня накопления абсолютно чуждого биосфере элемента плутония. Так, до 1945 года этого элемента не существовало вообще. В 1953 году он обнаруживался в количествах 0,0007 Бк/г, в 1954 году количество возрастает до 0,013 Бк/г, а к 1958 активность этого элемента в легочной ткани человека достигает 0,25 Бк/г («Плутоний...», 1994).

В 50–70-е годы прошлого столетия на примере этого элемента и других множеством авторов было показано, что изменение концентрации элемента в результате интенсивного антропогенного воздействия в живых организмах может варьировать в очень широких диапазонах (Schepers, 1955; Warren, Delavault, 1960; Кэннон, Боуэлс, 1962, Лэйгверф, Спегт, 1970, Пэйдж, 1971, Брукс, 1982). Так, Копито с сотрудниками (1967) показали, что содержание свинца в волосах в случае отравления свинцом достигало 0,1 % при нормальном содержании  $2,4 \times 10^{-3}$  %. Д. Брайс-Смитом (1971) было установлено, что для мужчин, проживающих в городских районах Филадельфии уровень свинца был значительно выше предполагаемой нормы и составлял для некоторых более  $0,5 \times 10^{-4}$  %. Нормой для крови людей США и Англии, а так же жителей Новой Гвинеи считалось содержание  $0,2 \times 10^{-4}$  % (Bockris, 1977; Брукс, 1982).

Можно предполагать наличие такого же отклика живого вещества планеты на изменение концентрации любого другого элемента. Так, развитие ядерного техногенеза приводит к возникновению аномально высоких концентраций ряда специфических элементов (как плутоний, уран, цезий и др) в объектах живой и неживой природы. Так, результаты исследований Л.П. Рихванова и др. (2002) свидетельствуют, что уровень накопления делящихся элементов ( $U^{235}$ , Pu, Am и другие трансурановые элементы) в природной среде увеличился в глобальном масштабе в 2–3 раза (см. рис. 10). А в отдельных локальных участках, местах расположения предприятий ядерно-топливного цикла, испытательных ядерных полигонов (ИЯП) этот уровень изменился более существенно (Архангельская, 2004; Замятина, 2008, Volsunovskye.a., 2004).

Глобальные изменения так же хорошо демонстрируют данные Л.П. Рихванова и др. (2007) по содержанию урана в ледниковой воде (см. рис. 11), цезия по данным А.М. Межибор (2009) в торфах (см. рис. 12).

Повсеместно происходит изменение элементного состава почв, что обусловлено как локальными преобразованиями, так и глобальными

выпадениями техногенных компонентов (А.И. Перельман (1955, 1989), В.А. Ковда и др. (1980); М.А. Глазовская (1988; 1994), Б.Б. Полюнов (1956), В.А. Алексеенко (2001); Г.В. Мотузова (2000, 2001), В.Б. Ильин (1985, 1991); В.В. Добровольский, (1983, 2008); Н.Л. Байдина, 2004; Л.П. Рихванов и др. (1993); Е.Г Язиков и др. (2010) и многие другие).



Рис. 10. Изменение глобального фона делящихся радионуклидов ( $U^{235}$ ,  $Pu$ ,  $At$  и др.) за последние 150 лет (по результатам  $f$ -радиографии колец деревьев).

Условные обозначения: 1-кривая по наблюдательным точкам; 2-сглаженная кривая; 3-региональный уровень. (по: Рихванов и др., 2002)

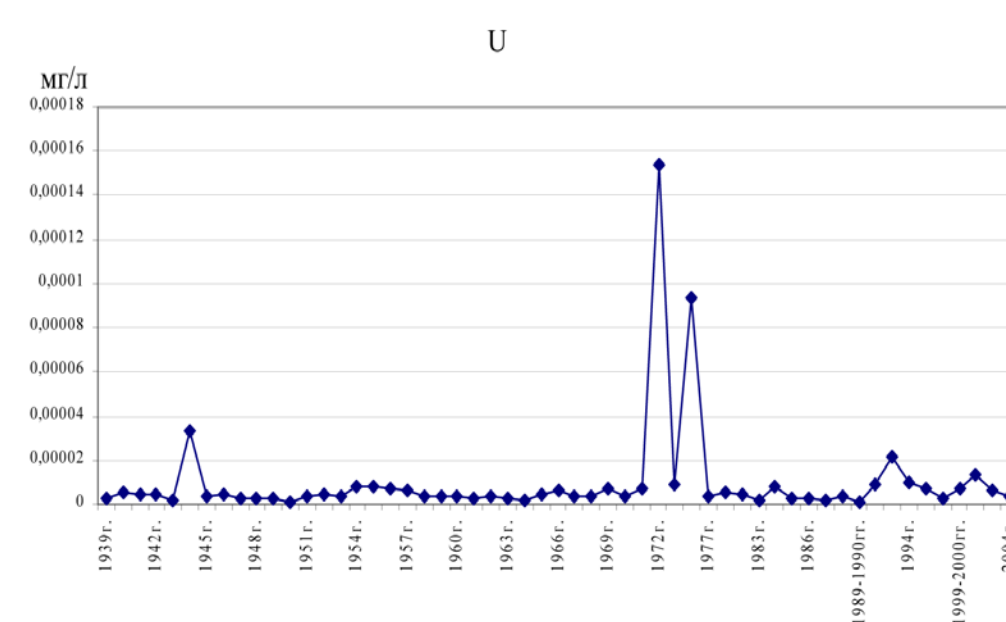


Рис. 11 Содержание урана в снеготалой воде ледника Актру, Горный Алтай, 2005 (по Рихванову и др.)

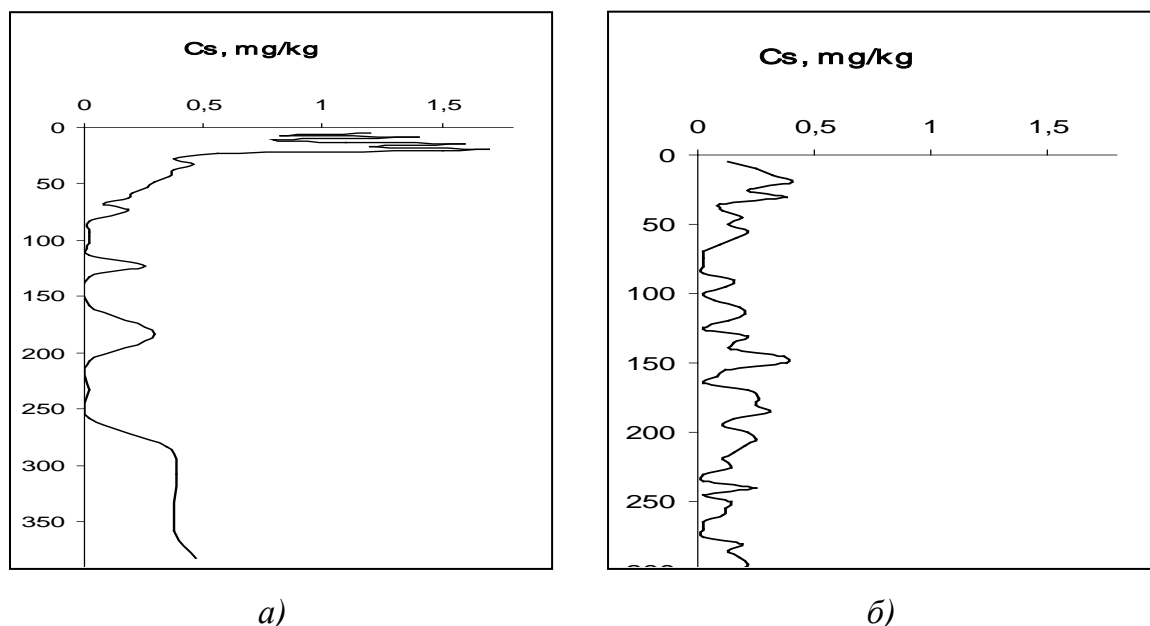


Рис. 12. Содержание цезия в торфах в зоне влияния СХК (а) и фоновом районе (б) (по данным Межибор (Беляевой), 2008)

Изменения глобального геохимического фона характерны и для водной среды. Так, нефтяное загрязнение в результате добычи и транспортировки углеводородов приводит к непоправимым последствиям. С момента возникновения морских перевозок нефти с помощью танкеров в море ежегодно попадает около 5 млн т нефти (ZoBell, 1964; др.). А процесс аварийного выброса нефти, как это случилось в Мексиканском заливе в 2010 г., приведет к необратимым последствиям, которые трудно оценить на данном этапе. Высокий уровень загрязнения вод нефтью и нефтепродуктами наблюдается на обширных акваториях Мексиканского и Персидского заливов, северного побережья Аляски и Канады, в Карибском и Аравийском морях и других частях Мирового океана, где естественные выходы нефти расположены на побережье и континентальном шельфе (Садовникова и др., 2006). Кроме того, захоронение химических, радиоактивных веществ изменяет геохимический облик Мирового океана, непосредственно вовлекая в эти изменения живые организмы. Глобальный перенос веществ с аэрозолями и сток с реками формирует специфику бентосного отложения в эстуариях и на дне океанов, позволяет говорить о перераспределении элементов в составе гидросферы (Корж, 1991 и др.). Вклад в процессы перераспределения вносит и изменение климата на Земле. Так, по данным В.П. Шевченко (2006) возрастает роль речного стока как одного из механизмов загрязнения окружающей среды Арктики. Это связано с оттаиванием почвы на части территории, прежде относящейся к зоне вечной



мерзлоты, что сопровождается попаданием аккумулированных там за многие годы антропогенных составляющих в воды рек, впадающих в моря Северного Ледовитого океана (Израэль и др., 2002). Процессы, происходящие в масштабе Мирового океана именно в силу его огромности, могут привести к смещению природного равновесия. По отношению к загрязнениям масса океана выступает в качестве эффективной буферной емкости, но именно поэтому на ней сильнее сказывается остаточное действие загрязнений, нарушающих сложившиеся в океане жизненные циклы. Огромную опасность представляет загрязнение океана такими металлами, как ртуть, свинец, кадмий, медь, цинк, хром и др. В силу существования теснейшей взаимосвязи между всеми оболочками Земли невозможно предусмотреть все последствия интенсивного накопления токсикантов в любой из них. Так, ярким примером может служить печально известная болезнь человека, появившаяся в префектуре Минамата в Японии между 1953 и 1960 гг., от которой погибли или стали инвалидами 111 человек. Причиной болезни было употребление в пищу рыбы и креветок, отравленных диметилртутью, которую выбрасывал в море завод, производивший поливинилхлорид (Барбье, 1978). Другие токсичные элементы так же могут служить причиной токсикации организма человека в случае употребления в пищу морепродуктов (Brieger, Rieders, 1959). Морские животные, в особенности фильтрующие организмы, способны накапливать и радиоактивные элементы, попадающие в океан после ядерных взрывов и с промышленными отходами. Радиоактивные отходы, поступление которых по данным Р. Колас (1973) в 1958 году составляло около 10 тысяч тонн в год, в 1965 уже составляли 100 тыс (Барбье, 1978). В наше время по некоторым оценкам, на предприятиях по добыче и переработке урановых руд в отвалах и хвостохранилищах скопилось  $10^8 \text{ м}^3$  радиоактивных отходов с активностью  $1,8 \times 10^5 \text{ Ки}$  (данные по Рихванову, 2009 со ссылкой на Гупало, 2002). Какая часть из этого огромного количества попадет в гидросферу сказать сложно.

Увеличивается поток в воды и органических загрязнителей (Барбье, 1978, Геннадиев и др., 2006). Значительный вред наносят огромные количества химических веществ, создаваемых в военных целях и захороненных в Баренцевом и других морях.

Работами П.А. Поповым (2003, 2007), Г.А. Леоновой (2008, 2009), Т.И. Моисеенко (2009) и многими другими авторами показано, что происходят изменения живого вещества пресноводных водоемов, связанное с воздействием антропогенно-техногенных факторов. Результаты многочисленных исследований говорят о локальных и глобальных процессах изменения элементного состава вод рек и живых организмов,

обитающих в них (М.С. Панин (2002), Торопов, 2006; А.К. Свидерский (2006), Bolsunovsky, et. al. (2005)). Все эти изменения еще раз подтверждают факт изменения глобального геохимического фона гидросферы. Несомненно, они влияют на формирование элементного состава всего живого.

Ряд ученых трудится над решением вопроса нормирования химических веществ (Криволуцкий, 1984; Гончарук, Сидоренко, 1986; Израэль и др., 1991; Тэрыцэ, Покаржевский, 1991; Воробейчик и др., 1994 и др.). Это огромная проблема как поиск критериев для понятия «норма», «загрязнение», «патология» и т. д. Вопрос применения нормативных показателей при анализе состояния окружающей среды и ее влияния на живые организмы, прежде всего на организм человека (поскольку инстинкт самосохранения требует этого от нас), является «краеугольным камнем» при выработке стратегий поведения и при принятии решения о необходимости корректировки мероприятий по профилактике и лечению патологий. Проблемы нормирования нагрузок на экосистемы обсуждаются у нас в стране уже более двух десятилетий, однако ни одна из имеющихся концепций не позволяет ответить на все вопросы, возникающие в практике (Федоров, 1976; Криволуцкий, 1984; Гончарук, Сидоренко, 1986; Израэль и др., 1991; Тэрыцэ, Покаржевский, 1991; др.). Субъектом оценки нормы экосистемы может быть только человек, хотя эта точка зрения не является общепринятой, поскольку для самой системы любое ее состояние «нормально» (Воробейчик и др., 1994, Безель, 2006). Такой подход к данной проблеме был развит в работах Т.Д. Александровой (1988) и Д.А. Криволуцкого с соавторами (1984). Связь между состоянием популяционного здоровья населения и биогеохимической структурой территории позволяет говорить о возможности и необходимости разработки параметров экологического нормирования на основе изучения этой структуры как в природных ландшафтах, так и на антропогенно-измененных территориях.

По словам В.В. Добровольского (1983): «Техногенное рассеяние металлов не столько отражается на общепланетарном загрязнении, сколько поражает ограниченные площади... На участках локального загрязнения глубоко поражается биота, создаются ситуации, опасные для населения. Учет закономерностей геохимии рассеянных элементов необходим для предвидения и предупреждения нежелательных последствий» (Добровольский, 1983, С. 255). Исследования, проводимые учеными Сибирского региона (Воробьева и др., 1992; Москвитина, 1988, 1999; Москвитина, Коханов, 2002; Куранова, 1992, 2003; Куранов, 2000, 2009; Бабенко, 2000, 2006; Леонова, 2008, 2009; Попов, 1996, 2000 и многие другие), убедительно показывает правоту этого вывода. Так, на территории Томской области проводимые в разное время многочисленные

исследования показали, что основные предприятия областного центра оказывают существенное влияние на геохимическую специфику различных сред, в том числе и на состав живых организмов. Влияние города показано в работах томских исследователей А.П. Бояркиной, Н.В. Васильева, Г.Г. Глухова (см. Рихванов и др., 1993). Так, А.П. Бояркиной и др. (1980) установлено уменьшение содержания ряда элементов в зависимости от удаленности от г. Томска в таких средах, как молоко, мед, волосы детей (табл. 5).

Таблица 5

*Содержание микроэлементов (мг/кг) в различных средах, отобранных на разном расстоянии от города (по А.П. Бояркиной, 1980)*

Элемент	Волосы детей			Мед			Молоко		
	Ближ- няя зона	Даль- няя зона	Кн	Ближ- няя зона	Даль- няя зона	Кн	5 км	15 км	30 км
Br	0,327	0,104	3	–	–	–	14,20	13,82	11,01
Na	10,4	3,89	2,7	–	–	–	–	–	–
K	16,79	7,11	2,4	–	–	–	–	–	–
Cl	59,92	23,51	2,5	–	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	–	–	–	13,82	19,91	13,82
Zn	–	–	–	–	–	–	16,06	15,71	17,15
Fe	–	–	–	–	–	–	34,03	59,49	68,63
Au	–	–	–	0,396	0,157	2,5	–	–	–
Sc	–	–	–	0,253	0,145	1,7	–	–	–
Co	–	–	–	0,258	0,100	2,5	–	–	–

*Примечание:* (–) – элемент не определялся; Кн – коэффициент накопления.

Работами Н.С. Москвитиной и др. (1999, 2000) установлено, что химические элементы, накапливающиеся в органах млекопитающих, в частности мышевидных грызунов, обитающих на территориях с высокой техногенной нагрузкой, соответствуют геохимическим особенностям района исследования.

Эти исследования проводились в зоне влияния Северного промышленного узла г. Томска, который характеризуется наличием большого количества предприятий различного профиля, оказывающими специфическое воздействие на прилегающие территории.

А.С. Бабенко (2000) указывает, что наиболее удобным объектом для отслеживания распространения ряда редкоземельных элементов (Th, Hf, Yb, Eu, Rb) являются стафилиниды, в то время как для элементов U, Vg более удобны бурозубки и красно-серые полевки (Бабенко, 2000).

В.Н. Курановой и др. (1992, 2003) установлено, что микроэлементный состав земноводных отражает воздействие на них окружающей среды.

Работы Г.А. Леоновой (2009), Попова (2001), А.В. Торопова (2006) убедительно свидетельствуют о влиянии фактора техногенеза локального уровня на водную биоту-планктон, водоросли, рыбу.

## **АНТРОПОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ БИОСФЕРЫ**

Средневековая Европа столкнулась с экологическим кризисом в XIII–XIV вв., когда были исчерпаны ресурсы экстенсивного развития («великое корчевание» Европейских лесов и распашка земель, рост городов как центров ремесленного пр-ва в XI–XIII вв.). Аграрное перенаселение способствовало масс, оттоку населения в города. Рост городов сдерживался крепостными стенами, что вело к высокой скученности населения, и, в силу антисанитарных условий, способствовало развитию эпидемий. Обострение борьбы за ресурсы вылилось в многочисленные войны и смуты позднего средневековья. Выходом из этого кризиса стали: приток ресурсов с других материков, промышленная революция, приведшая к формированию индустриального общества. Индустриализация, резко повысив производительность труда и ускорив развитие обществ, в то же время стала причиной многих социально-экономических и экологических проблем. Обострившаяся борьба за ресурсы стала причиной двух мировых и многочисленных локальных войн, гонки вооружений. Ускоренное индустриальное развитие, в значительной степени стимулировавшее военным противостоянием, привело к современному экологическому кризису и этапу охраны окружающей как попытке его разрешения.

*Международная охрана природы* тесно связана с общественной. Роль: в объединении усилий разных государств для решения глобальных и региональных экологических проблем и разработке, заключении и реализации соглашений, направленных на сокращение атмосферных выбросов, охраны озонового слоя, сохранения биологических ресурсов морей и т. д.

Современный этап природопользования и охраны окружающей среды начался на рубеже 1960–1970 гг. Ему предшествовал эколог, кризис, наиболее остро проявившийся в развитых странах Запада в 1950–1960 гг. и несколько позже в 1970–1980 гг., в бывшем СССР и социалистических странах.

*Экологический кризис 1950–1980-х годов.* К проявлениям экологического кризиса относятся многочисленные примеры катастроф, загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, дегра-

дации почв и растительности. Например, в 1952 г. от смога в Лондоне за несколько дней умерло 2500 человек. В США символами экологической катастрофы стали р. Кьюяхога в г. Кливленд, которая в конце 1960-х годов была настолько загрязнена нефтепродуктами, что иногда горела, и озеро Эри, где процессы эвтрофикации, вызванные попаданием органических загрязнений, приняли такие масштабы, что, «оно стало уже слишком густым, чтобы по нему плавать, но еще слишком жидким, чтобы его пахать». В Токио в 1973 г. было 328 дней со смогом; дорожная полиция Токио несла службу в кислородных масках, а на улицах устанавливались автоматы по продаже порций чистого воздуха.

В соответствии с программой ООН по проблемам окружающей среды (ЮНЕП) глобальными экологическими проблемами, возникшими в наше время в результате антропогенной деятельности, являются следующие:

- изменение атмосферы и климата;
- изменение гидросферы;
- изменение литосферы как использование и добыча полезных ископаемых и землепользование;
- изменение биоты (растительного и животного мира);
- изменение в сельском и лесном хозяйстве;
- демографические проблемы, в том числе проблема производства продуктов питания;
- урбанизация – проблемы населенных пунктов;
- влияние окружающей среды на здоровье человека;
- проблема развития промышленного производства;
- проблемы, связанные с производством и потреблением электроэнергии;
- проблемы, связанные с развитием транспорта;
- проблемы, связанные с воздействием войн на окружающую среду, а также возможные экологические последствия войн

Почти во всех странах, вступавших в современный этап природопользования и охраны окружающей среды, принятию и реализации эффективных природоохранных законов предшествовали бурно протекавшие общественные дискуссии, активные выступления ученых, общественности (зеленое движение). Во многих случаях развитию общественных движений способствовали крупномасштабные экологические катастрофы и загрязнения окружающей среды, о которых становилось известно: болезнь Минамата и другие «экологические заболевания» в Японии, авария танкера «Торри каньон» в Великобритании, катастрофическое состояние р. Рейн в ФРГ, Великих озер в США, чернобыльская катастрофа в СССР.

Содержание современного этапа охраны окружающей среды:

- принятие эффективных национальных природоохранных законов и создание для их реализации ведомств, министерств, комитетов наделённых полномочиями контроля всех компонентов окружающей среды;
- введение экономического механизма природопользования на основе принципа «загрязняющий платит».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем.: дис. ... д-ра биол. наук / Н.В. Барановская. – Томск, 2011. – 470 с.
2. <http://ekologobr.ru/otvety-na-voprosy-qekologiya-i-prirodopolzovanieq/148-biosfera-kak-sreda-zhizni-uchenie-vi-vernadskogo-o-biosfere-foto-bios-i-xemobios-krugovorot-veshhestva-potoki-energii-i-informaczii-kak-mexanizmy-integraczii-i-gomeostaza-biosfery-noosfera-i-texnosfera-ix-koadaptivnoe-razvitie.html>
3. <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook101/01/part-001.htm#i28>

## ЛЕКЦИЯ 4. АТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА БИОСФЕРУ

*Загрязнение природной среды. Основные источники загрязнения окружающей среды: энергетика, промышленность, транспорт, сельское хозяйство. Характеристика выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, состава твердых отходов. Понятие и классификация природных ресурсов. Понятие и сущность природопользования. Законы природопользования. Ресурсоисточающее природопользование. Накопление отходов в процессе переработки и потребления природных ресурсов. Влияние антропогенной деятельности на глобальный круговорот вещества. Нарушение правила 10 %. Потеря устойчивости биосферой. Центры дестабилизации биосферы: США и Европа. Мировые центры стабилизации: Россия, Канада, Индокитай. Сущность современного экологического кризиса. Проявления экологического кризиса: глобальное загрязнение окружающей среды, изменения климата, разрушение озонового слоя, гибель лесов, опустынивание, изменение видового состава биосферы. Незаменимость биосферы для выживания человечества. Концепции выхода из экологического кризиса и сохранения биосферы.*

**Природные ресурсы** – это часть всей совокупности природных условий существования человечества и компоненты окружающей его естественной среды, используемые в процессе производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Включает в себя совокупность минеральных ресурсов Мирового океана, почвы, воды, растительность и другое (воздух, животный мир).

**Неисчерпаемыми** ресурсами природы принято считать те из них, которые по времени, масштабам и объему их использования являются неограниченными, и их наличие обусловлено в основном внеземными факторами.

К **исчерпаемым** относятся природные ресурсы, объемы которых ограничены планетарными масштабами.

**Исчерпаемые** ресурсы в свою очередь подразделяются на *возобновляемые, невозобновляемые и относительно возобновляемые.*

К **невозобновляемым** относятся те природные ресурсы, которые не обладают свойством самовосстановления, а их объемы в природной среде ограничены. Эти ресурсы формируются в течение сотен миллионов лет и не воспроизводятся в природной среде на протяжении относительно коротких периодов, сравнимых с историей человечества. Использование этих ресурсов неизбежно ведет к исчерпанию.

*Относительно возобновляемые* природные ресурсы это такие ресурсы, которые являются возобновляемыми относительно их объемов (количества), т.е. они способны к восстановлению в своих масштабах, а относительно качественных показателей, характеризующих уровень их антропогенного загрязнения, они являются невозобновляемыми, поскольку свойством самовосстановления практически не обладают.

Ресурсы, способные к самовосстановлению, в том числе и при помощи человека, за сроки, соизмеримые с периодом экономического развития, называются *возобновляемыми*. Восстановление этих ресурсов идет с разной скоростью, а темпы использования и расходования каждого из них должны соответствовать темпам их восстановления. В противном случае возобновляемые природные ресурсы могут стать невозобновляемыми.

К *невозобновляемым* относятся те природные ресурсы, которые не обладают свойством самовосстановления, а их объемы в природной среде ограничены. Эти ресурсы формируются в течение сотен миллионов лет и не воспроизводятся в природной среде на протяжении относительно коротких периодов, сравнимых с историей человечества. Использование этих ресурсов неизбежно ведет к исчерпанию.

*Относительно возобновляемые* природные ресурсы это такие ресурсы, которые являются возобновляемыми относительно их объемов (количества), т.е. они способны к восстановлению в своих масштабах, а относительно качественных показателей, характеризующих уровень их антропогенного загрязнения, они являются невозобновляемыми, поскольку свойством самовосстановления практически не обладают.

Ресурсы, способные к самовосстановлению, в том числе и при помощи человека, за сроки, соизмеримые с периодом экономического развития, называются *возобновляемыми*. Восстановление этих ресурсов идет с разной скоростью, а темпы использования и расходования каждого из них должны соответствовать темпам их восстановления. В противном случае возобновляемые природные ресурсы могут стать невозобновляемыми.

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Расход невозобновимых видов сырья повышается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так как на них строятся города и заводы. Человеку приходится все больше вмешиваться в хозяйство биосферы – той части нашей планеты, в которой существует жизнь. Биосфера Земли



в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию.

**Природопользование** это совокупность мер, предпринимаемых обществом по изучению, освоению, преобразованию и охране окружающей среды. Термин «природопользование» был предложен не так давно. Его впервые ввел Ю.Н. Куражсковский в 1958 году. Значительный вклад в развитие идей природопользования внесли В.А. Анучин, И.П. Герасимов, Н.Ф. Реймерс, В.С. Преображенский и др.

История развития человеческого общества это история его взаимодействия с природой. Характер связей человека и природы можно рассматривать двояко:

- приспособление человека к условиям природной среды без ее видоизменения;
- видоизменение природы человеком для удовлетворения своих потребностей.

На протяжении истории человечества эти связи изменялись:

- на этапе развития охоты и собирательства, земледелия, ремесла выражено приспособление человека к природным условиям без видоизменения природной среды;
- на этапе промышленного производства, НТР происходит изменение природной среды человеком с целью удовлетворения своих потребностей.

С развитием человеческого общества природная среда, являясь источником ресурсов, все в большей степени вовлекается в сферу человеческой деятельности и подвергается значительным изменениям (истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и т. д.).

- в сфере современных представлений природопользование включает: извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;
- использование и охрану природных условий среды;
- сохранение и воспроизводство, рациональное изменение экологического равновесия природных систем биосферы.

В природопользовании всегда существует объект и субъект.

Основная задача природопользования – анализ противоречий между интересами разных субъектов и поиск путей их разрешения:

- рациональное размещение отраслей производства на Земле;
- определение целесообразных направлений пользования пр. ресурсами в зависимости от их свойств.
- рациональная организация взаимоотношений между отраслями производства при совместном пользовании угодьями;

- создание здоровой среды обитания для людей и полезных им организмов (предупреждение её загрязнения, ликвидация естественно существующих в ней вредных компонентов, рациональное преобразование природы).

***Природопользование как практическая деятельность включает в себя различные аспекты:***

- *экологические аспекты природопользования* – учет при принятии решений внутренних закономерностей функционирования экосистем, рассматриваемых в факториальной и популяционной экологии: характера и направленности происходящих сукцессии, трофической структуры биоценозов, состояния составляющих их популяций;

- *географические аспекты природопользования* – учет при принятии решений внутренней неоднородности и географических особенностей территорий, которые они затрагивают: ландшафтов и образующих их геокомпонентов, а также природно-хозяйственных территориальных систем. Поскольку на земле одновременно существуют природно-хозяйственные территориальные системы, отвечающие разным стадиям развития, как общества, так и экологических ситуаций, учет географических аспектов природопользования предполагает использование при прогнозе экологических последствий хозяйственных решений традиционного для географии приема «подстановки времени пространством»;

- *экономические аспекты природопользования* – учет при принятии практических решений в природопользовании экономических отношений, действующих в природно-хозяйственных территориальных системах, прогноз экологических последствий хозяйственных решений, использование экономических рычагов (налоги и платежи, инвестиции) в целях оптимизации природопользования;

- *юридические аспекты природопользования* – анализ влияния законодательства и возникающих вследствие него юридических отношений в обществе на состояние природной среды, использование юридических рычагов (законы и подзаконные акты, юридические действия) в целях оптимизации природопользования;

- *технологические аспекты природопользования* – анализ и оценка экологичности применяемых или намечаемых к применению технических решений и технологий, постоянный поиск технологических путей решения экологических проблем и оптимизации природопользования.

## **ВИДЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

- *Рациональный* – взаимодействие общества и природы развивается гармонично, существует система мер по предупреждению отрица-

тельных последствий вмешательства человека в природу, их взаимоотношения управляемы.

- *Нерациональный* – отношение человека к природе – потребительское, происходит нарушение баланса в «обмене веществ» между обществом и природой, не учитываются требования по охране среды, что приводит к ее деградации.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ

*Загрязнение* – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических, информационных агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднесуточного уровня концентрации, приводящее к негативным последствиям.

По составу различают следующие виды загрязнений:

- *физическое* (изменение физических параметров среды: тепловое, шумовое, световое, электромагнитное, радиационное);

- *химическое* (изменение естественных химических свойств среды, превышающее среднесуточные колебания количества какого-либо вещества, либо возникновение в окружающей среде химических веществ, в нормальном состоянии отсутствующих в ней или присутствующих в существенно меньших количествах);

- *биологическое* (привнесение в среду и размножение в ней нежелательных организмов или загрязнение среды продуктами их жизнедеятельности);

- *геолого-геоморфологическое* (образование новых либо изменение свойств и характеристик горных пород и геологических структур, форм рельефа, процессов морфо- и литогенеза).

- *Техногенное загрязнение* – всякое последствие антропогенных воздействий, приводящее к негативным результатам, хотя не всякое загрязнение является техногенным и не всякое техногенное

По масштабам проявления различают загрязнение:

- глобальное,
- региональное,
- локальное,
- точечное,
- внутриквартирное.

По происхождению различают загрязнение:

- естественное;
- антропогенное (подразделяется на промышленное, сельскохозяйственное, транспортное, военное, бытовое).

По характеру локализации различают следующие виды загрязнения:

- атмосферы;
- поверхностных вод (далее – рек, озер, морей);
- подземных вод;
- почв;
- грунтов;
- недр (подпочвы).

### **ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

К источникам загрязнения относят:

- точка выброса вещества (труба);
- хозяйственный или природный объект, выбрасывающий загрязняющее вещество;
  - рассматриваемый как единое целое город или регион, из которого поступает загрязняющее вещество;
  - материальный носитель загрязнения (частица загрязняющего вещества).

Первый, второй и третий подходы используются в технологических дисциплинах и экологическом нормировании, четвертый – в геохимии и ландшафтоведении. Геоэкология и природопользование оперируют всеми четырьмя подходами.

Как известно из геохимии окружающей среды, различают следующие виды загрязнения:

- средства химизации – вещества, преднамеренно вносимые в окружающую среду с целью увеличения того или иного вида производственной деятельности,
- отходы, не утилизируемые в данный момент и возвращаемые в окружающую среду части используемых и перерабатываемых человеком материалов.

Отходы подразделяются:

- выбросы (газообразные отходы, рассеиваемые в атмосфере),
- стоки (жидкие отходы, рассеиваемые в поверхностных и подземных водах),
- складированные отходы (жидкие и твердые, накапливаемые на свалках и полигонах для последующего использования или захоронения).

Выбросы и стоки обычно бывают двухфазными, т. е. состоят из основной фазы (газообразной или жидкой) и взвешенных частиц. Выбросы, стоки и складированные отходы, образующиеся при функционировании

производственных объектов и коммунально-бытовой сферы, характеризуются по общему объему и составу.

Загрязняющие вещества, попав в геосистему, с различной степенью интенсивности мигрируют в ней, включаются в естественный круговорот, передаются по трофическим цепям и т. д. При этом некоторые вещества могут накапливаться на геохимических барьерах: в донных отложениях, в поверхностном слое почв, в организмах.

Поскольку в природе что-либо редко присутствует в чистом виде, это тем более не относится к загрязняющим веществам. Выбросы и сбросы почти всегда многокомпонентны и многофазны. Геокомпоненты, в которые поступают загрязняющие вещества, подразделяются на динамичные (вода, воздух) и депонирующие (почва, донные отложения, снег и лед). Наибольшее влияние на биоту оказывает содержание загрязняющих веществ в динамических средах, но оно подвержено значительным изменениям под влиянием динамики эмиссии поллютантов и процессов рассеяния и миграции, протекающих по законам аэро- и гидродинамики. Содержание загрязняющих веществ в депонирующих геокомпонентах более стабильно. Между геосферами и внутри геосфер протекают процессы миграции загрязняющих веществ, трансформации, в том числе самоочищения – естественного разрушения загрязнителя в среде в результате природных физических, химических и биологических процессов; наиболее интенсивны они в динамических средах. Таким образом, во всякой подвергающейся загрязнению геосистеме, в ее элементе (вплоть до организма, особи) существует баланс загрязняющих веществ. Составляющие этого баланса – приход от выбросов и сбросов, миграции из других геосистем и/или геокомпонентов, вторичного образования поллютантов от процессов внутри системы и расход за счет выноса в другие геосистемы (компоненты), самоочищения. При положительном балансе уровень загрязненности растет, а при отрицательном снижается. Каждая геосистема обладает определенным потенциалом самоочищения, т. е. может за единицу времени разрушить определенное количество загрязняющих веществ.

Наиболее масштабным и значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы. Среди них: газообразные и аэрозольные загрязнители промышленно-бытового происхождения. Прогрессирует и накопление углекислого газа в атмосфере. Дальнейшее развитие этого процесса будет усиливать нежелательную тенденцию в сторону повышения среднегодовой температуры на планете. Вызывает тревогу у экологов и продолжающееся загрязнение Мирового океана нефтью и нефтепродуктами, достигшее уже 1/5 его общей поверхности. Нефтяное загрязнение таких размеров

может вызвать существенные нарушения газо- и водообмена между гидросферой и атмосферой. Не вызывает сомнений и значение химического загрязнения почвы пестицидами и ее повышенная кислотность, ведущая к распаду экосистемы. В целом, все рассмотренные факторы, которым можно приписать загрязняющий эффект, оказывают заметное влияние на процессы, происходящие в биосфере.

## **СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС**

*Экологический кризис* это обратимое критическое состояние окружающей среды, угрожающее существованию человека и отражающее несоответствие развития производительных сил и производственных отношений.

Человечество проявляет себя как величайшая геологическая сила по масштабам своей деятельности на нашей планете. Технические возможности человека изменять природную среду стремительно возрастали, достигнув своей высшей точки в эпоху научно-технической революции. Ныне он способен осуществить такие проекты преобразования природной среды, о которых ещё сравнительно недавно не смел мечтать. Казалось бы, человек становится все менее зависим от природы, подчиняя её своему влиянию, преобразая в соответствии со своими целями. Однако все чаще слышатся слова «охрана природы», «экологический кризис» и т.п. Выяснилось, что рост могущества человека ведет к увеличению отрицательных для природы и в конечном счете опасных для существования человека последствий его деятельности, значение которых только сейчас начинает осознаваться.

Характерной особенностью нашего времени являются интенсификация и глобализация воздействия человека на окружающую его природную среду, что сопровождается небывалыми ранее интенсификацией и глобализацией негативных последствий этого воздействия. И если раньше человечество испытывало локальные и региональные экологические кризисы, которые могли привести к гибели какой-либо цивилизации, но не препятствовали дальнейшему прогрессу человечества рода в целом, то теперешняя экологическая ситуация чревата глобальным экологическим коллапсом, поскольку современный человек разрушает механизмы целостного функционирования биосферы в планетарном масштабе. Кризисных точек как в проблемном, так и в пространственном смысле становится все больше, и они оказываются тесно связанными между собой, образуя своего рода сеть, становящуюся все более частой. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

Среди потенциальных экологических опасностей отметим вначале те, которые могут актуализироваться в будущем при сохранении существующих тенденций технико-экономического развития. К ним можно отнести опасности истощения традиционных видов природных ресурсов, теплового перегрева планеты, разрушения озонового щита, сокращения количества кислорода в атмосфере.

Особо следует сказать о проблеме обеспечения энергетическими ресурсами. Основную приходную часть топливо-энергетического баланса составляет энергия, полученная за счет сжигания минерального топлива. Но запасы нефти и природного газа, по мнению специалистов, могут быть истощены в ближайшем будущем. Перспективы связывают с развитием атомной энергетики, которая способна обеспечить человечество огромным количеством дешевой энергии. Атомная энергетика более благоприятна для предохранения природной среды от теплового и химического загрязнения, однако её развитие влечет не поддающийся учету риск.

Атомная энергетика таит второй основной тип потенциальных опасностей – тех, которые могут актуализироваться в любой момент в результате случайных обстоятельств. Имеется в виду опасность интенсивного радиоактивного заражения природной среды, которое может произойти не только в результате применения атомного оружия, но также из-за аварий на АЭС. Нет технических систем со 100 %-ной надежностью, поэтому хотя и трудно предугадать, где произойдут новые аварии, но в том, что они будут, сомневаться не приходится. Проблема захоронения радиоактивных отходов также до сих пор не решена.

При существующих темпах роста энергии, вырабатываемой на Земле, следует ожидать, что её количество станет соизмеримой в скором времени с количеством энергии, получаемой от Солнца. Ученые указывают на опасность теплового перегрева планеты и превышение энергетических барьеров биосферы.

Опасность теплового перегрева планеты усиливается и в связи с повышением содержания углекислого газа в атмосфере, что ведет к так называемому «парниковому эффекту». Сжигание топлива вносит ежегодно в атмосферу не менее 1000 т углекислого газа. Расчеты показывают, что повышение содержания углекислого газа может вызвать глобальное повышение температуры на Земле со всеми вытекающими отсюда последствиями – таяния льдов и т. п.

Ряд ученых, напротив, высказывают предположение о грядущем похолодании на нашей планете под влиянием антропогенной деятельности, связанной с запылением атмосферы и т. д. В любом случае резкие изменения климата (события последних лет говорят о том, что

подобные процессы уже имеют место) могут вызвать катастрофические результаты. Здесь уместно напомнить о наличии «триггерного эффекта» в природе, когда незначительное воздействие может повлечь громадные перемены. Нельзя забывать, что экологические процессы экспоненциальные и изменения в природе происходят не только эволюционно. Существуют пороги (энергетические и др.), превышение которых грозит резкими качественными преобразованиями.

Потенциально опасным являются и те процессы, которые сейчас приводят к реальным экологическим негативным последствиям. Загрязнение природной среды не только приносит не поддающиеся полному учету потери, но создает риск ещё больших неприятностей, особенно если учесть эффект накопления. Так, например, ДДТ, радиоактивные вещества даже спустя немалый срок после попадания в природную среду не утрачивает вредоносных свойств, а, наоборот, накапливаются в живых тканях. Риск истощения почвы и выветривания её плодородного слоя также растет по мере увеличения глубины вспашки и интенсификации воздействия на землю.

Потенциальные опасности важнее тех, которые уже в полной мере стоят перед человечеством. Реальные отрицательные последствия можно уменьшить, и мы становимся свидетелями успехов некоторых стран в борьбе с загрязнением природной среды. Потенциальные опасности коварнее, потому что подстерегают неожиданно и не только не уменьшаются, но имеют тенденцию возрастать по мере роста масштабности человеческой деятельности. Вообще говоря, польза от природообразовательного проекта достигается довольно быстро, поскольку с этой целью он осуществлен, тогда как для полного проявления отрицательных последствий, как правило, необходимо время. Чем масштабнее и сложнее проект, тем больше проходит времени до проявления побочных эффектов, тем значительнее они и тем большими неприятностями грозят неполадки в процессе осуществления данного проекта и функционирования созданного объекта. Итак, наряду с традиционными проблемами, которые можно отнести к разряду экологических: нехватка продовольствия в слаборазвитых странах, предотвращением стихийных бедствий человечество столкнулось с новыми экологическими трудностями.

Отдельные регионы планеты, находящиеся на разных ступенях экономического развития, испытывают различные трудности:

- для развивающихся стран это традиционная проблема нехватки пищевых продуктов;



- для развитых – перспектива истощения природных ресурсов и загрязнения природной среды.

Кажется, что перед различными районами Земли стоят противоположные задачи. Так, в странах Юго-Восточной Азии одна из важнейших это проблема снижения рождаемости, в то время как во многих африканских и некоторых западных странах рост населения считается необходимым для развития промышленности и сельского хозяйства. На самом деле, все эти, казалось бы, разрозненные проблемы внутренне связаны между собой, и именно последнее обстоятельство сообщает качественное своеобразие современной экологической ситуации.

### **ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

- Проблема глобального потепления.
- Проблема сокращения площади лесов.
- Воздействие человека на окружающую среду.
- Воздействие сельского хозяйства (земледелие, животноводство).
- Транспортные воздействия (автомобильный, водный, воздушный транспорт).

### **ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Промышленность*, например, машиностроительная промышленность имеет многоотраслевую структуру (тяжелое, электротехническое, радиоэлектронное, транспортное машиностроение, приборо-, станкостроения и т. д.), и каждой из отраслей присущи свои экологические особенности: состав и количество отходов, токсичность загрязнений, режим их выбросов в атмосферу и со сточными водами. Как и другие отрасли промышленности, машиностроение тяготеет к районам развития металлургии, сконцентрировано в городах и «производит» большие объемы отходов, загрязняющих воздух, воду и почву.

К экологически вредным относится и цементная промышленность. Наибольшие проблемы она создает, загрязняя окружающую среду пылью, серным ангидридом и оксидами азота. Именно на предприятиях этой отрасли хуже осуществляются природоохранные мероприятия: например, концентрация пыли в их выбросах в 5–10 раз больше ПДК. С загрязненными сточными водами в реки ежегодно сбрасываются тысячи тонн органических веществ, взвесей, солей, других вредных соединений.

Большой вред рельефу, земельным ресурсам, грунтовым водам наносит горнодобывающая промышленность.

## Энергетика

Сильно загрязняют окружающую среду объекты энергетики, прежде всего ТЭЦ и ГРЭС. Поглощая огромное количество нефтепродуктов, газа и угля, они выбрасывают в атмосферу миллионы кубометров вредных газов, аэрозолей и сажи, загромождают сотни гектаров земли шлаками и золой. За период своего существования водохранилища превратились в накопители отходов и загрязнений из близлежащих регионов. Сейчас за строительства ГЭС и создания водохранилищ подтоплено 100 тыс га прибрежных земель, во много раз снизилась интенсивность процессов самоочищения Днепра, регулярно проходит «цветение» воды, уменьшается рыбопродуктивность и соответственно производительность рыбных хозяйств.

### **Объекты потенциальной ядерной и радиационной опасности**

Военная деятельность была и остается источником опасности для природы. Военно-промышленный комплекс (ВПК) потребляет огромное количество минерального сырья и энергии, необходимых для производства военной техники. Армия и флот сжигают в двигателях самолетов, танков, автомобилей, кораблей, в котельных военных городков и частей колоссальные объемы топлива. Площадь земель под полигоны, стрельбища, охотничьи хозяйства для высших чинов, учебными центрами превышает 100 тыс га. На содержание армии, флота, предприятий ВПК тратится немалая часть средств национального бюджета Украины. Огромный вред наносят природе испытания различных видов вооружений, а также проведение маневров и учений.

Военные базы, городки, арсеналы, склады боеприпасов, хранилища горюче-смазочных материалов и ракетного топлива, авиационные и общевойсковые полигоны, танкодромы, свалки и места захоронения вредных отходов составляют реальную и потенциальную опасность для населения и окружающей среды, загрязняя окружающую среду химическими веществами, в частности соединениями тяжелых металлов, повышая радиационный фон, вызывая деградацию природных комплексов.

### **Транспорт – автомобильный, железнодорожный, водный и воздушный**

В крупных городах загрязнение воздуха выхлопными газами порой достигает 70–90 % общего уровня загрязнения. Кроме того, более 20 % транспортных средств эксплуатируется с превышением установленных нормативов содержания вредных веществ в отработанных газах.

В отработанных газах, которые выбрасывают наши автомобили, обнаружено около 280 различных вредных веществ, среди которых особую

опасность представляют канцерогенные бензпирен, оксиды азота, свинец, ртуть, альдегиды, оксиды углерода и серы, сажа, углеводороды.

На перевозку одного и того же груза автотранспорта нужно в 6,5 раза больше топлива, чем железнодорожный, и в 5 раз больше чем водном. Отработанные газы дизельных двигателей значительно более токсичны, чем карбюраторных, поскольку содержат много оксидов углерода, диоксидов азота и серы, а также сажи (до 16–18 кг на каждую тонну дизельного топлива).

Железнодорожный транспорт экологически чище, особенно электрический. И проблемой становится сильное загрязнение железных дорог нечистотами, выбрасываемых из вагонных туалетов. Загрязняется полоса шириной в несколько метров вдоль путей. Во всех цивилизованных странах туалеты поездов оборудовано специальными емкостями, и нечистоты не выбрасываются наружу. В результате экологических и медицинских исследований выяснилось, что загрязнение железнодорожных путей нечистотами и продуктами их разложения, особенно в теплые сезоны года, вызвало заболевание желудка и легких у многих пассажиров и железнодорожников.

Определенный ущерб Днепру и его водохранилищам, Дуная, Днестру, Черному и Азовскому морям наносит водный транспорт, прежде всего через несоблюдение правил перевозок и перекачки нефтепродуктов, аварии, очистки танкеров, смывы, шумовые и вибрационные воздействия и волны, которые разрушают берега водохранилищ.

### **Сельское хозяйство**

Для сельскохозяйственных районов характерным является загрязнение природных вод и почв пестицидами и минеральными удобрениями. Из всего количества минеральных удобрений, вносимых в почвы в среднем лишь 5–10 % их поглощается растениями. Остальные 90–95 % смывается дождями и талыми водами, сдувается ветрами и попадает в реки, озера, грунтовые воды, становясь вредными компонентами экосистем. В результате сегодня как природную среду, так и сельхозпродукты почти повсеместно загрязнены соединениями азота, фосфора, калия, часто – радиоактивными элементами (содержатся в фосфорных минеральных удобрениях), иногда, тяжелыми металлами (медью, цинком, значительные превышения ПДК которых обнаружили в 5 % сельскохозяйственной продукции) и остатками специфических гербицидов таких как, симазин, атразина и другие.

Большой вред почвам наносит использования на полях тяжелой сельхозтехники. Она регулярно переуцильное почву, разрушая его структуру, снижая насыщенность воздухом, активность обменных биохимических процессов, противоэрозийную и протидефляционную устойчивость.

Очень напряженная экологическая обстановка сложилась вокруг крупных животноводческих комплексов (в радиусе нескольких километров), где выращивается 30–100 тыс и более голов скота: они ежедневно производят до 2–3 тыс т экскрементов, которые в хозяйстве не успевают перерабатывать. Результате разложения и гниения экскрементов выделяются большие массы аммиака, азота, сероводорода, органических кислот, развивается патогенная микрофлора. Сточные воды животноводческих комплексов в радиусе нескольких километров загрязняют поверхностные и грунтовые воды, вызывают гибель рыбы и других гидробионтов. Вблизи этих комплексов состоит неблагоприятная санитарно-гигиеническая обстановка, наблюдается повышенная концентрация гельминтов и болезнетворных бактерий. На километры от комплексов воздушными потоками разносится смрад.

### **Коммунальные стоки**

Все острее экологической проблемой городов становится очистки различных коммунальных отходов – бытовых и промышленных – и их переработка. Теоретически существующие методы дают возможность очистить сточные воды на 95–96 % (хотя и этого недостаточно), но на практике очистки происходит в лучшем случае на 70–85 %. Очистка сточных вод до санитарных норм во всем мире (а у нас тем более) связана со значительными затратами, поэтому ожидать улучшения состояния дел в этой области в ближайшее время не приходится. Частично решить проблему можно, перейдя к схеме замкнутого водопотребления на предприятиях.

### **Физическое загрязнение**

К опасным загрязнителям окружающей среды относятся объекты, генерирующие мощные физические поля, – электромагнитные, радиационные, шумовые, ультра-и инфразвуковые, тепловые, вибрационные (большие радиостанции, теплоцентрали, РЭС, трансформаторные подстанции, ЛЭП, ретрансляционные станции, специальные физические лаборатории и установки, кибернетические центры, АЭС и др.).

## **БИОСФЕРА: МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ**

Биосфера представляет собой открытую систему, которая обменивается веществом и энергией с окружающей средой. Это возможно потому, что в экосистеме присутствуют не только автотрофы как производители органического вещества, но и гетеротрофы – потребители

и разрушители органического вещества. Между процессами создания органического вещества и его преобразованием и разрушением устанавливается относительное равновесие, и экосистема остается устойчивой. Устойчивость это свойство экосистемы, которое проявляется в поддержании своего состава, структуры и функций, а также в способности восстанавливаться в случае, если они будут нарушены. Устойчивость биосферы определяется:

- исключительным разнообразием живого вещества,
- взаимозаменяемостью составляющих ее экосистем,
- дублированием звеньев биогеохимических циклов,
- жизненной активностью живого вещества.

Биологическое разнообразие обеспечивает богатство информационных, вещественных и энергетических связей живого и косного вещества, а также взаимосвязи биосферы с космосом, геосферами, процессы глобального биогеохимического круговорота.

Существование каждого вида зависит от множества других видов, уничтожение одного из видов может привести к исчезновению связанных с ним иных видов. Особи одного вида и продукты их жизнедеятельности, а также их отмершие тела являются пищей для других видов, что обеспечивает самоочищение экосистем.

Социально-экономическое развитие общества пришло и явное противоречие с ограниченными ресурсовоспроизводящими и жизнеобеспечивающими возможностями биосферы. Происходит истощение естественных ресурсов суши и океана, безвозвратная потеря видов растений и животных, загрязнение окружающей среды, упрощение и деградация экосистем. Поэтому человечество ищет пути устойчивого развития общества и природы.

Биологическое разнообразие – генетическое, видовое, экосистемное – является первопричиной устойчивости как биосферы в целом, так и каждой отдельной экосистемы. Жизнь как устойчивое планетарное явление возможна лишь в том случае, когда она представлена разнообразными видами и экосистемами.

Но в современных условиях настолько возросли масштабы хозяйственной деятельности человека, что возникает опасность потери биологического разнообразия. Разные виды деятельности человека приводят к прямому или косвенному уничтожению разнообразных видов и экосистем биосферы.

Можно выделить несколько основных типов деградации окружающей среды, которые в настоящее время являются наиболее опасными для биологического разнообразия. Например, затопление или заиление

продуктивных земель, их бетонирование, асфальтирование или застройка лишают диких животных мест обитания. Возделывание земель нерациональными методами снижает урожаи из-за эрозии и истощения плодородия почв. Обильное орошение полей может привести к засолению, т. е. к повышению концентрации солей в почве до уровня, не переносимого растениями. Вследствие чего исчезают типичные растения этих мест. Вырубка леса на больших территориях при отсутствии восстановительных посадок приводит к уничтожению местообитаний диких животных, смене растительности, сокращению ее разнообразия. Многие виды исчезают по причине их истребления, а также вследствие загрязнения окружающей среды. Большинство видов исчезает по причине уничтожения естественных мест обитания, разрушения природных экосистем. Это и является одной из главных причин обеднения биологического разнообразия.

Современная дестабилизация биосферы самая уникальная и самая масштабная в истории Земли. Об этом свидетельствует, прежде всего, гигантский масштаб вымирания биологических видов, продолжающийся с самого начала голоцена. Направленно уменьшают регуляционные возможности современных ландшафтов социальные системы, где антропогенные пустыни соседствуют с другими менее упрощенными ландшафтами, а последние со сверхсложными урбанизированными системами. Все это снижает устойчивость биосферы и ее способность к саморегулированию. Поэтому комплекс мер по оптимизации биосферы должен быть направлен именно на защиту ландшафтного биоразнообразия от загрязнения и перенаселения Земли. Симптоматично, что в повестках важнейших международных совещаний высший приоритет обычно присваивается не этим проблемам, а, например, борьбе с потеплением климата.

Под «экологическим кризисом», в первую очередь, понимается *неустойчивое* состояние биосферы Земли. Негативное воздействие техносферы в настоящее время привело к нарушению планетарного материального баланса. Миллиарды лет (примерно четыре), биосфера на планете развивалась, оттачивая различного рода балансы, в первую очередь – согласуя потоки энергии и замыкая потоки вещества. Техносфера вносит гигантский вклад в планетарные потоки вещества и энергии и тем самым нарушает сложившиеся в далеком прошлом балансы. Нарушение материальных балансов приводит биосферу в неустойчивое состояние как, вследствие деятельности техносферы биосфера теряет устойчивость.

Неустойчивое состояние биосферы характеризуется быстрыми (протекающими в течение жизни одного поколения людей, т. е. за 30–50 лет) негативными процессами в окружающей среде. Эти быстропротекающие негативные процессы обычно называют *экологическими проблемами*. Экологические проблемы – любимый конек людей, связанных с экологической тематикой: от преподавателей и студентов до политиков. Экологические проблемы известны всем, среди них:

- глобальные изменения климата;
- озоновые дыры;
- загрязнение воздуха, воды и почвы;
- распространение сверхустойчивых загрязнителей;
- кислотные осадки;
- исчезновение лесов;
- опустынивание земель;
- вымирание биологических видов;

и еще многое другое.

Ни одну экологическую проблему нельзя решить в отдельности, так как они есть лишь отдельные грани одной большой проблемы – дисбаланса биосферы, причем потеря сбалансированности вызвана именно промышленной деятельностью человечества в рамках техносферы, которая оказывает два вида негативного влияния на биосферу: изъятие ресурсов и выброс отходов – именно один из этих процессов мы обнаружим за каждой из экологических проблем. Глобальные изменения климата – выброс в атмосферу углекислого газа и других многоатомных газов, усиливающих парниковый эффект, озоновые дыры и в целом загрязнение природной среды, в том числе сверхустойчивыми веществами, кислотные осадки – причиной тоже является выброс отходов. Исчезновение лесов, вымирание биологических видов – причина, несомненно, в изъятии природных ресурсов, в первую голову – биомассы.

Некоторые экологические проблемы имеют не антропогенное и не техногенное происхождение, а вызываются природными факторами, которые могут быть весьма мощными. Например, положение Солнечной системы на галактической траектории, оказывает влияние на климат на планете. Но главным доказательством техносферного происхождения экологических проблем является, *скорость* протекания негативных процессов в окружающей среде. Четкая привязка скорости негативных процессов к срокам человеческой жизни, «с поличным» выдает виновника всех бед биосферы. Природные процессы неторопливы, как ползет планета по галактической траектории, даже представить себе невозможно. Или, например, естественное накопление кислорода в атмосфере

Земли, в результате жизнедеятельности первичных организмов, которое происходило в течение 1,5 млрд лет в Протерозойской эре. За это время концентрация кислорода в воздухе увеличилась с нуля до почти современного значения в 20 % по объему. То есть, концентрация кислорода в атмосфере возрастала в среднем на 0,0027 % каждые 200 000 лет. А человек увеличил концентрацию углекислого газа в атмосфере на 0,002 % всего за 50 лет (с середины до конца 20-го века).

Причем, крайне интересно, что техносфера распределена неравномерно по территории суши планеты и даже по территориям отдельно взятых государств. Различные страны вносят неодинаковый вклад в общее дело дестабилизации биосферы. А некоторые страны не только не вносят свой вклад, но и компенсируют негативные воздействия других государств. Согласно В.И. Данилову-Данильяну с соавторами, на планете сложились три основных центра экологической дестабилизации природной среды:

1. Североамериканский, 2. Европейский, 3. Азиатский.

- *Североамериканский центр экологической дестабилизации* общей площадью 9,5 млн кв. км. включает в себя США (96 % территории которых заняты техносферой и только 4 % представляют собой ненарушенную природную среду) и Мексику (100 % и 0 % соответственно).

- *Европейский центр экологической дестабилизации* общей площадью 7 млн кв. км. включает в себя Великобританию (100 % и 0 %), Францию (100 % и 0 %), Нидерланды (100 % и 0 %), Германию (100 % и 0 %), Финляндию (91 % и 9 %) и другие страны.

- *Азиатский центр экологической дестабилизации* общей площадью 12,7 млн кв. км. включает в себя Японию (100 % и 0 %), Индию (99 % и 1 %), Индонезию (95 % и 5 %), Китай (80 % и 20 %).

Территории с ненарушенными экосистемами занимают на сегодняшний день всего **51,9 %** земной суши, или **77 млн км<sup>2</sup>**. Однако значительная их часть приходится на экологически малопродуктивные ледниковые, скальные и обнаженные поверхности – Антарктиду, Гренландию, Гималаи и т. п. Наряду с относительно небольшими островками уцелевшей дикой природы площадью от 0,1 до 1 млн км<sup>2</sup>, можно выделить несколько огромных массивов, охватывающих территорию в миллионы квадратных километров. Это так называемые *центры стабилизации окружающей среды*, позволяющие биосфере более или менее успешно противостоять растущему год от года антропогенному прессу.

Два самые крупные из них расположены в северном полушарии. Это *Северный Евразийский центр* (**11 млн км<sup>2</sup>**), куда входят Север Скандинавии и Европейской части России и большая часть Сибири



и Дальнего Востока, кроме их южных районов, и *Североамериканский* (9 млн. км<sup>2</sup>), включающей северную часть Канады и Аляску.

Два других центра стабилизации относятся к южному полушарию: *Южноамериканский*, включающий Амазонию с прилегающими к ней горными территориями до 10 млн км<sup>2</sup>, и *Австралийский* около 4 млн км<sup>2</sup>, половина которого занята Центральной пустыней.

Огромная роль в стабилизации окружающей среды принадлежит также *Мировому океану* с его пока еще слабозмущенными экосистемами.

На суше же эту функцию несут главным образом девственные, и, прежде всего, бореальные и тропические леса, а также водно-болотные угодья (ветланды). Занимая, по разным оценкам, от 40 % до 44 % современной залесенной территории, девственные леса покрывают сегодня площадь в 13,5 млн км<sup>2</sup>. Причем 68 % этого бесценного планетарного богатства сосредоточено всего в трех странах – России (3,45 млн км<sup>2</sup>), Канаде (3,43 млн км<sup>2</sup>) и Бразилии (2,3 млн км<sup>2</sup>).

Леса нередко сравнивают с легкими планеты. Однако, с не меньшим основанием их можно назвать и ее почками, поскольку они выводят из обращения, служат стоком для накапливающихся в атмосфере биогенов, и в том числе – двуокиси углерода. А почвенный гумус и болотистые торфяники считаются даже «вечными» ловушками углерода, где, подобно донным морским отложениям, он может при соответствующих условиях сохраняться неопределенно долгое время.

Вне конкуренции здесь две крупнейших страны северного полушария Россия и Канада, на которые приходится 35 % мирового потенциала суши с ненарушенными экосистемами. Если же взять территории с наиболее продуктивными в экологическом отношении лесными экосистемами, то только в одной России площадь девственных лесов составляет почти треть от их общемирового ресурса. Очевидна, таким образом, та исключительная роль, которую играют две эти страны в сохранении планетарной биосферы.

Другие 6 стран, входящих в ту же относительно благополучную группу, – это Алжир, Мавритания, Ботсвана, Лесото, Гайана и Суринама. Однако их роль в глобальной экодинамике несопоставимо скромнее – и в силу их малой площади, и потому, что ненарушенные экосистемы в двух самых крупных из них (Алжире и Мавритании) представлены главным образом пустынями и полупустынями.

Нетрудно заметить, что все три очерченных выше центра стабилизации имеют на одном полюсе блок промышленно развитых государств Европы и Северной Америки, а на другом – развивающиеся

(за исключением Японии) страны с высоким приростом населения и низким в большинстве уровнем жизни.

С данной точки зрения отдаленной целью устойчивого развития, самым первым, ближайшим этапом должны стать:

- сохранение территорий с пока еще уцелевшими, ненарушенными экосистемами;
- стабилизация населения Земли.

Человечество столкнулось со все обостряющимися противоречиями между своими растущими потребностями и неспособностью биосферы обеспечить их, не разрушаясь. В результате социально-экономическое развитие приняло характер ускоренного движения к глобальной экокатастрофе, при этом ставится под угрозу не только удовлетворение жизненно важных потребностей и интересов будущих поколений людей, но и сама возможность их существования. Возникла идея разрешить это противоречие на пути перехода к такому цивилизационному развитию, которое не разрушает своей природной основы, гарантируя человечеству возможность выживания и дальнейшего непрерывающегося, т. е. управляемого и устойчивого, развития.

Идеи устойчивого развития отвечают объективному требованию времени и могут решающим образом повлиять на будущее России, сыграть важную роль в определении государственных приоритетов, стратегии социально-экономического развития и перспектив дальнейшего реформирования страны. Новая стратегия развития цивилизации уже определила позицию мирового сообщества – объединить усилия во имя выживания человечества и непрерывного развития и сохранения биосферы.

Современная экологическая ситуация показывает, что влияние природы на человека зависит от объективных закономерностей её развития, и это заставляет обращать пристальное внимание на изучение механизмов её целостного функционирования. Так как в природе «все связано со всем», невозможно воздействие на часть системы без последствия для всей системы (для биосферы, как и для отдельного организма). Отсутствие или повреждение нескольких связей система может компенсировать, но если их будет нарушено много или будут затронуты наиболее существенные из них, система прекращает существование. Чем она сложнее, тем больше у нее скомпенсированных связей, что и позволяет её долго, безнаказанно разрушать. Но потом, когда пройден порог адаптации, наступают необратимые изменения, что и происходит с биосферой в наше время.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем.: дис. ... д-р биол. наук / Н.В. Барановская. – Томск, 2011. – 470 с.
2. <http://ekologobr.ru/otvety-na-voprosy-gekologiya-i-prirodopolzovanieq/151-prirodnye-tela-ponyatie4klassifikacziya-pr-prirodno-resursnyj-potencial-territorij-uchet-pr-osnovnye-vidy-kadastrov-ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-v-oczenke-pr.html>
3. <http://www.voronova-on.ru/prirodopolzovanie/graz/index.html>
4. <http://environments.land-ecology.com.ua/component/content/article/1709-istochniki-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy.html>
5. [http://1doklad.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=383%3A2011-06-21-16-15-42&catid=9%3A2010-06-30-10-37-48&Itemid=11&limitstart=2](http://1doklad.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=383%3A2011-06-21-16-15-42&catid=9%3A2010-06-30-10-37-48&Itemid=11&limitstart=2)
6. <http://coma.su/content/view/210/243/>
7. <http://ecologizator.livejournal.com/10813.html>
8. <http://www.iwp.ru/monograf/knndd/ch52.html>

## ЛЕКЦИЯ 5. УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

*Рациональное природопользование. Экологическое и природно-ресурсное законодательство. Экологическое право. Объекты и субъекты экологического права. Нормирование качества окружающей природной среды. Показатели качества природных сред. Принципы их измерения. Нормирование показателей. Система стандартов охраны природы. Статус особо охраняемых территорий. Заповедники, заказники. Биосферные заповедники. Международное сотрудничество.*

Анализ использования природных ресурсов и показателей социально-экономического развития позволяет проследить четкую взаимную связь между состоянием природной среды (обеспеченность природными ресурсами, качеством окружающей среды) и уровнем развития социально-экономической системы. Прямые и обратные связи могут быть конкретизированы следующим образом.

Избыток природных ресурсов и благоприятные природные условия стимулируют рост темпов экономического развития и способствуют процветанию социальной системы. Однако эти же благоприятные возможности существования социально-экономической системы постепенно превращаются в своеобразный тормоз для возникновения революционных сдвигов в системе и ведут к определенному застою.

Ухудшение состояния природной среды заставляет искать пути выхода из кризиса, стимулирует возникновение основных технических идей и принципов, революционные преобразования в обществе.

Усиленное использование природных ресурсов при отсутствии качественного развития производительных сил ведет к истощению природных ресурсов и деградации окружающей природной среды.

Рациональное природопользование – планомерное, научно обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновляемых ресурсов в цикле «производство–потребление–вторичные ресурсы» при условии сохранения и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов.

Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияние на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и малоотходных производств может предотвратить оскудение ресурсов и деградацию окружающей среды. Хозяйственная деятельность человечества должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию

и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т.е. осуществляется круговорот веществ.

В ноябре 1979 года в Женеве было созвано совещание по сотрудничеству в области охраны окружающей среды и была принята декларация, которая гласит: «Важнейшими условиями малоотходной и безотходной технологии и использования отходов являются охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов».

## **ПОНЯТИЕ БЕЗОТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Термин «безотходная технология» был впервые предложен академиком Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым. В ряде стран Европы вместо терминов «безотходная технология» и «малоотходная технология» применяются термины «чистая технология» или «более чистая технология», что по существу одно и то же.

В настоящее время в соответствии с решением ЕЭК ООН и Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов сформулировано понятие безотходной технологии (БОТ).

Безотходная технология это практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду.

Часто встречается и другое название – безотходная технологическая система (БТС).

Безотходная технологическая система – это такое отдельное производство или совокупность производств, в результате практической деятельности которых не происходит отрицательного воздействия на окружающую среду.

Понятие безотходной технологии затрагивает не только производственный процесс, но и конечную продукцию, которая должна характеризоваться:

- 1) долгим сроком службы изделий;
- 2) возможностью многократного использования;
- 3) простотой ремонта;
- 4) легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безвредную форму после выхода из строя.

Схема безотходного производства имеет вид: «спрос–готовый продукт–сырье». Каждый этап этой схемы требует затрат энергии, а ее производство связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Другим препятствием для организации безотходного производства является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде.

Понятие безотходной технологии носит условный характер. Под ним понимается теоретический предел, совершенная модель производства, которая в большинстве случаев может быть реализована не в полной мере, а лишь частично. Отсюда и появилось понятие малоотходной технологии. Но по мере развития научно-технического прогресса технология будет совершенствоваться и все более приближаться к идеальной модели.

Имеется немало критиков самой концепции безотходного производства. Некоторые из них утверждают, ссылаясь на второй закон термодинамики, что как энергию нельзя полностью преобразовать в работу, так и сырье невозможно полностью переработать в продукты производства и потребления. С этим никак нельзя согласиться, поскольку речь идет прежде всего о материи и об открытой системе. А материю (продукцию), в соответствии с законом сохранения вещества, всегда можно преобразовать снова в соответствующую продукцию. Наглядными примерами служат безотходно функционирующие природные экосистемы. Имеется и другая крайность, когда все работы, связанные с охраной окружающей среды от загрязнения относят к безотходному и малоотходному производству.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО

Экологическое право это совокупность норм, регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере – взаимодействия общества и природы в интересах сохранения и рационального использования окружающей природной среды для настоящих и будущих поколений.

Правовой способ охраны окружающей среды включает в себя:

- определение объектов охраны природной среды;
- установление запретительных, дозволительных, обязывающих и т. д. норм, регулирующих экологические отношения;
- определение мер и средств осуществления государственного экологического контроля;
- установление мер юридической *ответственности* за экологические правонарушения и возмещение причиненного вреда.

*Метод экологизации* заключается в следующем:

- закрепление в действующем законодательстве структуры органов, осуществляющих конкретное управление использованием природных объектов, контролирующих сохранность и воспроизводство экологической системы страны;
- закрепление в действующем законодательстве круга природопользователей;

- регламентацию правил природопользования, обусловленных, с одной стороны, спецификой объекта природопользования, а с другой – правовым статусом природопользователя;
- установление юридической ответственности за нарушение правил природопользования.

*Предмет экологического права* это общественные отношения в области взаимодействия общества и природы.

*Объектами охраны окружающей среды* от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;
- 3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд;
- 4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

*Субъекты экологического права* – это лица, которые обладают правами и обязанностями, предусмотренными экологическим законодательством.

*Объекты экологических правоотношений* – природные объекты. В их качестве могут выступать как отдельные природные объекты, так и естественная среда обитания в целом.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО НА ПРИМЕРЕ РОССИИ**

### **Федеральные Законы**

Конституция Российской Федерации:

- об охране окружающей среды. Федеральный Закон от 10.02.02 № 7-ФЗ;
- водный кодекс РФ от 16.11.1995 № 167-ФЗ (с изменениями на 30 декабря 2001 года);
- о недрах. Федеральный Закон от 21.02.92. № 2395-1;
- о защите территории и населения от ЧС природного и техногенного характера. Федеральный Закон от 21.12.94. № 68-ФЗ;
- о природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах. Федеральный Закон;
- о животном мире. Федеральный Закон;
- о мелиорации земель. Федеральный Закон;
- об особо охраняемых природных территориях Федеральный Закон от 14.03.95 № 33-ФЗ;
- о радиационной безопасности населения. Федеральный закон;

- о континентальном шельфе РФ. Федеральный Закон от 23 октября 1995 года;
- об экологической экспертизе. Федеральный Закон от 3.04.96 № 174-ФЗ. 23 ноября 1995 года;
- о геодезии и картографии. Федеральный Закон от 26 декабря 1995 года № 209-ФЗ;
- об энергосбережении. Федеральный Закон от 3.04.96 № 28-ФЗ;
- лесной кодекс РФ. Федеральный Закон;
- о безопасности гидротехнических сооружений. Федеральный Закон от 21.07.97 № 117-ФЗ;
- о плате за пользование водными объектами. Федеральный Закон от 06.05.98 № 71-ФЗ;
- об отходах производства и потребления. Федеральный Закон от 24.6.1998 № 89-ФЗ;
- о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. Федеральный Закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ;
- об охране озера Байкал. Федеральный Закон;
- об охране атмосферного воздуха. Федеральный Закон от 4.05.1999 № 96-ФЗ;
- о землеустройстве. Федеральный Закон от 18.06.2001 № 78-ФЗ.

*Указы Президента:*

- о федеральных природных ресурсах. Указ Президента РФ от 16 декабря 1993 г. № 2144;
- о государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития. Указ Президента РФ от 4 февраля 1994 г. № 236;
- о концепции перехода российской федерации к устойчивому развитию. Указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440.

Постановления верховного суда РФ: признание незаконным и недействительным Постановление Правительства «об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов и другие виды вредного воздействия» Постановление Верховного Суда РФ 28. 03. 2002.

**Постановления Правительства РФ**

- об утверждении положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды Постановление Правительства РФ от 26.2.1996 № 168;



- об утверждении положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы. Постановление Правительства РФ от 11.07.1996 г. № 698;
- об утверждении положения о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах . Постановление Правительства РФ от 23.11.1996 № 1404;
- о порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты. Постановление Правительства РФ от 19.12.1996 № 1504;
- об утверждении правил предоставления услуг по вывозу твердых и жидких бытовых отходов. Постановление Правительства РФ от 10.2.1997 № 155;
- об утверждении положения об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов. Постановление Правительства РФ от 16.6.1997 № 716;
- о нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него. Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 № 183;
- о правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Постановление Правительства РФ от 16.6.2000 № 461;
- «об утверждении пределов допустимых концентраций и условий сброса вредных веществ в исключительной экономической зоне РФ» Постановление Правительства РФ от 3.10.2000 г. № 748;
- о порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов. Постановление Правительства РФ от 26 октября 2000 г. № 818;
- об утверждении положения о государственном контроле за охраной атмосферного воздуха. Постановление Правительства РФ от 15.1.2001 № 31;
- об утверждении минимальных и максимальных ставок платы за пользование водными объектами по бассейнам рек, озерам, морям и экономическим районам» Постановление Правительства РФ от 28.11.2001 г. № 826;
- о федеральной целевой программе «экология и природные ресурсы России (2002–2010 годы)» Постановление Правительства РФ от 7.12. 2001 г. № 860;
- экологическая доктрина российской федерации (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 г. № 1225-р);
- «о перечне объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю» Постановление Правительства РФ от 29.10.2002 г. № 777;

- «о государственном земельном контроле» Постановление Правительства РФ от 19.11.2002 г. № 833;
- «об организации и осуществлении государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга)» Постановление Правительства РФ от 31.03.2003 г. № 177;
- «о нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344;
- приказы министерства природных ресурсов РФ и Госкомэкологии;
- об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды. Приказ МПРРФ от 15.06.2001 № 511;
- об утверждении методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Приказ МПРРФ от 11.03.2002 № 115;
- об утверждении «перечня нормативных документов, рекомендуемых к использованию при проведении государственной экологической экспертизы, а также при составлении экологического обоснования хозяйственной и иной деятельности». Приказ Госкомэкологии РФ от 25.09.1997 г. № 397;
- об утверждении об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду .. письмо Госкомэкологии РФ от 29.12.1998;
- методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты;
- приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 г. № 372.

### **Государственные кадастры природных ресурсов и объектов в России**

Государственными кадастрами природных ресурсов называется свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих качество и количество природного ресурса, состав и категории пользователей:

- государственный земельный кадастр,
- государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых,
- государственный лесной кадастр,
- государственный водный кадастр,
- государственный кадастр объектов животного мира,

- государственный кадастр особо охраняемых природных территорий.

Данные кадастров служат обеспечению рационального использования природных ресурсов и охране окружающей среды от вредных воздействий. На основе кадастров проводится денежная оценка природного ресурса, его продажная цена, система мер по восстановлению нарушенного состояния природы.

Кадастры ведутся по отдельным видам природных ресурсов и по территориям:

Информация территориальных кадастров природных ресурсов и объектов хранится на машинных носителях и адаптирована для пользования лицами, принимающими решения в области:

- обеспечения управленческих решений в эколого-ресурсной сфере на уровне субъектов Российской Федерации и ниже;
- проведения функционального зонирования территории для установления экологически обоснованных режимов и регламентации по ее использованию;
- организации и реорганизации размещения производительных сил;
- реализации инвестиционных целевых программ развития отдельных территорий;
- изменения структуры и базы налогообложения в регионе;
- ресурсосбережения, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды;
- обеспечения санитарной и экологической безопасности;
- разграничения компетенции по распоряжению природными объектами между Российской Федерацией, субъектами РФ и органами местного самоуправления;
- приватизации природных объектов.

### **ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения (СТ СЭВ 1364-78)**

1.1. Система стандартов в области охраны природы должна состоять из комплексов взаимосвязанных стандартов, направленных на сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов.

1.2. Охрана природы – система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, рациональное использование природных

ресурсов, предупреждая прямое и косвенное вредное влияние результатов деятельности общества на природу и здоровье человека.

1.3. Основными задачами ССОП является введение в стандарты правил и норм, направленных на:

- обеспечение сохранности природных комплексов;
- содействие восстановлению и рациональному использованию природных ресурсов;
- содействие сохранению равновесия между развитием производства и устойчивостью окружающей природной среды;
- совершенствование управления качеством окружающей природной среды в интересах человечества.

1.4. ССОП должна способствовать решению важных народнохозяйственных задач:

- ограничению поступлений в окружающую природную среду промышленных, транспортных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод и выбросов для снижения содержания загрязняющих веществ в атмосфере, природных водах и почвах до количеств, не превышающих предельно допустимые концентрации;
- рациональному использованию и охране водотоков, внутренних водоемов и морей в национальных границах страны, их водных и биологических ресурсов;
- упорядочению землеустроительных работ, охране и рациональному использованию земли, соблюдению оптимальных нормативов отвода земель для нужд строительства промышленности и транспорта;
- сохранению и рациональному использованию биологических ресурсов;
- обеспечению воспроизводства диких животных, поддержанию в благоприятном состоянии условий их обитания;
- сохранению генофонда растительного и животного мира, в том числе редких и исчезающих видов;
- охране природно-заповедных фондов (заповедников, заказников, памятных и национальных парков, водных объектов и др.);
- улучшению использования недр.

1.5. ССОП разрабатывается с учетом экологических, санитарно-гигиенических, технических и экономических требований.

## 2. СТРУКТУРА, ОБЪЕКТЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ

2.1. Группы стандартов, входящие в ССОП, должны соответствовать приведенным в табл. 6.

Таблица 6

*Группы стандартов, входящие в ССОП*

Номер группы	Наименование	Кодовое наименование
0	Организационно-методические стандарты ССОП	Основные положения
1	Стандарты в области охраны и рационального использования вод	Гидросфера
2	Стандарты в области защиты атмосферы	Атмосфера
3	Стандарты в области охраны и рационального использования почв	Почвы
4	Стандарты в области улучшения использования земель	Земли
5	Стандарты в области охраны флоры	Флора
6	Стандарты в области охраны фауны	Фауна
8	Стандарты в области охраны и рационального использования недр	Недра

2.2. В зависимости от характера стандартизуемого объекта стандарты ССОП подразделяются на виды, указанные в табл. 7.

Таблица 7

*Виды стандартов, входящие в ССОП*

Номер вида	Наименование вида
0	Основные положения
1	Термины, определения, классификации
2	Нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивности использования природных ресурсов, загрязняющих выбросов и сбросов и показатели интенсивности использования природных ресурсов
3	Правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов
4	Методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственных воздействий
5	Требования к средствам контроля и измерений состояния окружающей природной среды
6	Требования к устройствам, аппаратам и сооружениям по защите окружающей среды от загрязнений
7	Прочие стандарты

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ

Международные экологические отношения определяются принципами и нормами международного права. Они изложены в решениях Генеральной Ассамблеи ООН, решениях Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, а также в других документах и могут быть сформулированы следующим образом:

- приоритетность экологических прав человека;
- суверенитет государства на природные ресурсы своей территории;
- недопустимость экологического благополучия одного государства за счет другого;
- экологический контроль на всех уровнях;
- свободный обмен международной экологической информацией;
- взаимопомощь государств в чрезвычайных обстоятельствах;
- разрешение эколого-правовых споров мирными средствами.

Особое место в ряду объектов экологического права занимают объекты международно-правовой охраны окружающей среды. Они подразделяются на две категории:

- международно-правовые объекты охраны, не входящие в юрисдикцию государств. К ним относятся космос, Мировой океан, Антарктида, воздушный бассейн и мигрирующие виды животных;
- международно-правовые объекты, входящие в юрисдикцию государств. К этой категории относятся объекты, включенные в число мирового природного наследия (заповедники, национальные парки, резерваты, памятники старины); занесенные в Международную Красную книгу исчезающие и редкие животные и растения; международные реки, моря, озера (Балтийское море, река Дунай, Великие озера на границе США и Канады и т. д.).

Проблема защиты окружающей среды вызывает живой интерес многочисленных международных организаций, но ведущая роль в этом вопросе принадлежит ООН.

Генеральная Ассамблея ООН определяет основные направления международной экологической политики, разрабатывает принципы взаимоотношения государств в этой области, принимает решения о проведении международных конференций ООН по проблемам окружающей среды, разрабатывает проекты международных конференций, рекомендации по охране окружающей среды, способствует развитию сотрудничества государств с целью защиты окружающей среды.

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) была учреждена в 1972 г. на стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей среды и является головной организацией по проблемам окружающей

среды. ЮНЕП были сформулированы глобальные экологические проблемы.

Организация Объединенных наций по культуре, науке, образованию (ЮНЕСКО), образованная в 1948 г., также вплотную занимается проблемами охраны окружающей среды. Свою деятельность она осуществляет по нескольким направлениям:

1) руководство экологическими программами, в которых занято свыше 100 государств. Среди программ – долгосрочная программа «Человек и биосфера», международная программа по образованию в области окружающей среды и т. д.;

2) учет и организация охраны природных объектов, отнесенных к всемирному наследию;

3) оказание помощи развивающимся и другим странам в развитии экологического образования и подготовке специалистов-экологов.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) был учрежден в 1948 г. и является неправительственной международной организацией, представляющей более 100 стран. В его задачу входит сохранение естественных экосистем, сохранение редких и исчезающих видов животных и растений, организация заповедников, резерватов и национальных парков, а также экологическое просвещение.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) была учреждена в 1946 г. и занимается проблемами охраны здоровья человека и воздействия на него окружающей среды.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) было образовано в 1957 г. в целях обеспечения безопасности и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения.

Сельскохозяйственная и продовольственная организация Объединенных Наций (ФАО) была образована в 1945 г. и занимается экологическими проблемами в сельском хозяйстве: охраной и использованием земель, водных ресурсов, животного мира, биологических ресурсов Мирового океана.

Международная морская организация (ИМО) была создана в 1948 г. и решает проблемы в области морского судоходства и охраны моря от загрязнения.

Всемирная метеорологическая организация ООН (ВМО) была учреждена в 1947 г. В ее задачу входит изучение степени воздействия человека на погоду и климат планеты в целом и по отдельным регионам.

ВМО действует в рамках глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС). Наряду с ВМО в ГСМОС входят также ВОЗ, ФАО и ЮНЕСКО.

Система ГСМОС имеет пять действующих программ: мониторинг состояния атмосферы, перенос загрязняющих веществ на большие

расстояния, программу здоровья человека, программу Мирового океана и программу возобновляемых ресурсов суши.

Наряду с ведущими международными организациями в мире действуют многочисленные международные организации, занимающиеся рядом специальных проблем. Например, Международный регистр потенциально токсичных химических веществ (МРПТХВ) создан как часть ЮНЕП и занимается изучением токсичных химических веществ, включая пестициды, и их воздействием на человека и окружающую среду. В рамках ООН работает Бюро по оказанию помощи на случай стихийных бедствий (ЮНДРО).

Все вышеперечисленные международные организации объединяют свои усилия для решения глобальных экологических проблем. В целом пути решения экологических проблем можно представить следующим образом.

1. Необходимо разработать международные законы природопользования, обязательные для соблюдения всеми странами.

2. Необходимо проводить исследования по проблемам охраны окружающей среды для разработки новых технологий и создания природоохранной техники. В формировании централизованных денежных фондов для этих целей должны участвовать все государства, но основной вклад должны внести развитые страны.

3. Для управления взаимодействием людей с природой необходимо разработать систему налогов и штрафов. Возможно, нужен даже налог на жизнь на Земле, т.е. на пользование природой. Такой налог мог бы стать регулятором рождаемости.

4. Для решения глобальных экологических проблем необходимы системы международного контроля, включая юристов, арбитраж и другие службы.

В настоящее время поиск решения экологических проблем ведется как на государственном, так и на международном уровне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.0.0.01-76. Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения (СТ СЭВ 1364-78)
2. <http://uchebnikfree.com/page/dikanuch/ist/ist-3--idz-ax233--nf-7.html>
3. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekczij-soczialnaya-ekologiya/20-upravlenie-ekologicheskoy-bezopasnostyu-sostavnye-chasti-sistemy-upravleniya-ekologicheskoy-bezopasnostyu.html>
4. [http://fictionbook.ru/author/artem\\_vasilevich\\_sazyikin/yekologicheskoe\\_pravo/read\\_online.html?page=1](http://fictionbook.ru/author/artem_vasilevich_sazyikin/yekologicheskoe_pravo/read_online.html?page=1)



## LECTURE 1. INTRODUCTION

*Ecology in the system of scientific knowledge. Main problems and principles of ecology. Development of ecological approaches to the natural environment. Current significance of ecological education.*

As a scientific discipline, ecology has a history of over 100 years. Systematic ecological research is being carried out approximately since 1900. The basic principles of ecology can be found in scientific works of some scholars of the XX century (Humbolt, Lamarck, Severtsev). Such Russian scientists as Vavilov, Sukachev, Pavlovskiy, Schwatz, Kolesnikov et al made a significant contribution to the development of ecology. A special merit belongs to V. Vernadsky.

Ecology as a science is based on various sub-disciplines of biology (physiology, genetics, biophysics) and connected with other disciplines (physics, chemistry, mathematics, geography, geology), it uses methods and terms of these sciences. Hence recent concepts, such as «geographic ecology», «chemical ecology», «mathematical ecology», «cosmic ecology» and «human ecology».

### HISTORICAL BACKGROUND; NOTIONS, TERMS, FORMULATIONS. THEIR TRANSFORMATION IN CURRENT CONDITIONS

The word *ecology* originates from Greek οἶκος, «house»; что означает «дом, непосредственное окружение человека». This term first appeared in the middle of the 19<sup>th</sup> century. It is still unclear who exactly coined it, but the first general definition of ecology was given in 1866 by the well-known German biologist Ernst Haeckel. «Ecology», Haeckel wrote, «is the body of knowledge concerning the economy of nature – the investigation of the total relationship of the animal both to its organic and its inorganic environment including, above all, its friendly and inimical relations with those animals and plants with which it directly or indirectly comes into contact – in a word, ecology is the study of all those complex interrelations referred to by Darwin as the conditions for the struggle for existence».

Haeckel's and Darwin's time can be referred to as the epoch of data collection. Charles Darwin's theory of evolution based on natural selection made scientists perceive an organism in connection with its environment: it emerged that the form and the behavior of every organism is adjusted to the environment it inhabits. Initially ecology was mostly researching the natural history of organism, lifestyle of plants and animals: where and when they could be encountered, their nutrition, to whom they serve as food themselves,

how would they react on transformations of the environment. However, by the end of the 19<sup>th</sup> century this narrow approach made way for a broader outlook upon relationship between all animals and plants. If autoecology studied a organism together with its environment, ecological sociology in its turn viewed communities of animals and plants and characteristics and functions of those communities, formed under the influence of this environment. Ecology always viewed the organisms and communities in close connection with their physical environment. Adjustments that appear within the process of evolution, and reactions that appear within the process of individual development, provide plants and animals with an opportunity to react on changes of the environment. Already in the 1940<sup>th</sup> ecologists began to understand that biological community and its environment could not be viewed as one single entity. Physical environment and biological world together form a larger system – ecosystem, within which vital substances continuously circulate in soil, air and water on one side, and between plants and animal on the other.

Gradual extension of ecological knowledge was not the only factor of its development. Starting with the first half of 20<sup>th</sup> century ecology became a cross point for the ideas of geneticists, physiologists, mathematics, agronomists and breeders.

The term ‘umwelt’(environment) was first introduced to ecology by J. Uexküll (1864-1944) to denote «external world, living beings around to the extent it’s perceived by sensory organs and limbs of animals and provokes certain behavior in them». The concept of the «Umwelt» of J. Uexküll initiated experimental research of interrelations between animals and some environments.

Definition of the term «ecology» in *Management of natural resources* dictionary and handbook by N. F. Reymers is as follows:

- 1) sub-discipline of biology (bioecology), studies interaction of organisms (bions, populations, biocoenosis etc.) with each other and environment, includes autoecology, population ecology and social ecology;
- 2) scientific discipline that studies general laws of different level of hierarchy ecosystems’ (ecosystem is any community of living organisms an their environment, united in one functional entity that appeared due to interdependence and cause-and-effect relations that exist between certain ecological components);
- 3) complex science that studies the environment where an organism (including human beings) lives;

- 4) sphere of knowledge that views some total of subject and phenomena from the viewpoint of a subject or an object (as a rule, a living being or with a living being taking part), considered to be a center in this total (it can also be a manufacturing enterprise);
- 5) the study of position of a human as a species and as a society in the ecosphere of the planet, its interactions with ecosystems and measure of influence on them.

Subject matter of ecology in its broad sense could be described as a system «organisms plus their environment», where the environment was transformed by the organisms, particularly, by a human.

In the last decade as the threat of global ecological crisis became obvious for the whole mankind there's been a burst of awareness increase and interest of the society to the environmental issues. And if before 1960 s ecology was considered to be mostly a sub-discipline of biology, today it went beyond those limits, it grew into a new integrated science, related both to natural sciences, engineering sciences and humanities. The importance of ecological problems for the future of mankind is so enormous, that to resolve those problems we need to summon all the spheres of knowledge that the mankind has generated. Transfusion and mutual enrichment of goals, ideas and methods is taking place among such sciences as mathematics, physics, chemistry, classic ecology, computing technology, large systems theory, economics, sociology, politics, law, ethics, philosophy, medicine.

This process of ideas and goals transfusion from ecology to the other sciences was called ecologization. Ecology became an integral hyper science («nature is not aware of the faculties»)

The expansion of the subject matter of ecology led to new definitions of the science. A well-known American ecologist Eugene Pleasants Odum defined ecology as follows (1986):

*«Ecology is an integrative discipline studying structure and functioning of multilevel systems in nature and society and their interactions».*

This definition is extremely broad, but it is more consistent with the modern understanding of ecology. Ecology gains the role of an overall mindset and turns into a teaching about choosing the ways for mankind's survival.

## GOAL

Study the laws of ecosystems of different levels functioning and biosphere on the whole in conditions of nature transforming activity of human and develop tactics and strategy of human behavior to optimize those systems' functioning.

## OBJECTIVES

The objectives of ecology directly outcome from the goal and from the existing problems of the planet:

- 1) overall diagnostics of the planet's nature condition and its resources;
- 2) identification of the resistance limit to the anthropogenic load;
- 3) work out the criteria of the optimal functioning of the ecosystems;
- 4) research reversibility and ways to restore anthropogenic problems of ecosystems;
- 5) develop prognoses of changes in the biosphere and condition of the human environment under different scenarios of political, economic and social development of the mankind;
- 6) rejection of the compromised «nature subdue» ideology and form ideology and methodology of ecocentrism aimed at ecologization of the economy, manufacturing, politics and education.

## METHODOLOGY

Methodological base for modern ecology is combination of

- 1) systemic analysis;
- 2) field studies and measurements;
- 3) experiments;
- 4) modeling.

1. Recognition of ecosystems as of a subject matter of ecology, emergence principle and holistic approach inevitably lead to the necessity of using methodology of *systemic analysis*.

*Systemic analysis – is an area of research and social practice based on research of an object as a system.*

Systemic approach in ecology lies in identifying components of ecological systems (subsystems) and any external objects that interact with it, identifying aggregated internal and external connections, finding laws of functioning and changes as a result of various impacts. Ecosystems as a subject matter have several characteristics that distinguish them as opposed to man-made artificial cyber systems:

- a) unique complexity of the system;
- b) multiple levels and cross links;
- c) control functions and reverse linkages of ecosystems are diffuse and are formed inside the system, rather than directed from outside;
- d) laws of functioning are under the influence of multiple factors, complex and always non-linear.

Systemic analysis has won recognition only in the second half of the 20<sup>th</sup> century, which is primarily associated with the development of tools and remote sensing methods of observation and measurement and computer technology providing the opportunity to study natural systems as integrated systems on a quantitative level, as well as appearance of the ideas from cybernetics in ecology.

2. *Field studies* – is the first method of ecological research historically. Modern system of observations includes space, atmospheric, terrestrial, underground, above-water and underwater measurement systems. Currently, there exist an operating international (global) and national monitoring system – that is, a system of monitoring, evaluation and prediction of the quality of the environment, including the study of human impact.

3. *Experiments* are widely used in ecology, as well as in other natural and technical sciences. The difference between an experiment and a field study is that an experiment is a deliberately arranged impact on the ecological system and then response of the system to this action is studied. There are two types of experiments: laboratory experiments and field experiments.

*Laboratory experiments* allow for the monitoring of a large number of factors, excluding the impact of uncontrollable factors. Typical laboratory experiment is a single-factor experiment when the influence of a chosen factor is studied with all the other factors being fixed values.

*Field experiments* allow us to investigate the influence of one or more factors under the actual conditions.

A special place in the study of ecological systems belongs to *unintended experiments* which were the result of natural processes (volcanic eruptions, formation and disappearance of islands etc.) or human activities. Essentially, the whole history of civilization represents unintentional anthropogenic experiments for humanity has been constantly «experimenting» with nature.

4. *Modeling* – is a study of ecological patterns with laboratory, field or mathematical models. Model is an imitation of a given real-life phenomenon that allows us to make prognoses.

## STRUCTURE AND SUB-DISCIPLINES OF ECOLOGY

Nowadays, the following main sub-disciplines of ecology are distinguished:

1. *General ecology* studies the main laws of formation, functioning and evolution of the ecosystems, analyzing such characteristics as productivity, cycle of matter and energy, sustainability, biodiversity (gene-pool) etc.

Theoretical ecology is the nucleus of general ecology.

2. *Special ecology (bioecology)* initially formed scientific discipline that includes special, purely biological branches of ecology; nowadays has following branches:

- a) *autecology* (from Greek *out* – separately) – ecology of separate species and bions;
- b) *population ecology*;
- c) *community ecology (or synecology)* – studies the interactions between species within an ecological community, biocoenoses (from Greek *bios* – life, *kinos* – together);
- d) systematic groups ecology ( bacteria, fungi, plants, animals and smaller units: types, classes, orders etc);
- e) evolution ecology – studies the role of ecological factors in evolution.

3. *Geoecology* – studies interactions of the organisms and their environment from the viewpoint of their geographical location. It includes:

- a) *ecology of the media* – air, land, soil, marine, freshwater;
- b) *ecology of climatic zones* – tundra, taiga, steppe, desert, mountains, swamps, coasts, and the like;
- c) ecology of geographic areas, regions, countries, continents

4. *Applied ecology* – large complex of disciplines, relating to various spheres of interrelations between human society and nature. Applied ecology has following branches:

- a) engineering ecology – research and development of engineering norms and means that comply with environmental requirements;
- b) agricultural ecology (agroecology and ecology of agricultural animals);
- c) bioresource and commercial ecology;
- d) urban ecology( ecology of cities, towns, localities, communal ecology);
- e) *medical ecology*;
- f) *ecotoxicology*;
- g) *applied ecology in environmental protection practice*.

5. *Human ecology* – complex of disciplines studying interrelation of human to bion as a social subject with certain natural and social environment.

It includes:

- a) *human bioecology*;
- b) *social ecology (personality, family ecology)*.

Among those multiple approaches existing in ecology we will only review «ecosystemic» and «population» approach in greater detail. Together they

cover the whole concept of ecology, but, as it becomes clear from their names, the first approach focuses on an ecosystem, the second – a population. However, the difference between them lies not only the subject. Quite often some subject (e.g. community) can be the same, but the interpretation (recognizing something more important, something less) and the whole methodology of the research can be completely different. We will emphasize right away that neither of these approaches can be considered to be more correct than the other: they both have a right to exist, and implementation of either one is to a great extent defined by the specifics of set objectives.

### ECOSYSTEMIC APPROACH

There is no clear definition for «ecosystem», but common description states that it is a total of various organisms that share habitat together as well as physical and chemical components of the environment necessary for their existence or represent their waste products. As a rule it is meant that along with inanimate components an ecosystem includes plants (producers), animals (consumers), bacteria and fungi (decomposers or reducers), i.e. a set of organisms that altogether are able to carry out whole carbon cycle and other main biogenic elements cycles (nitrogen, phosphor etc).

Drawing borderlines between ecosystems is relative to some extent just because all ecosystems exchange matter and energy with each other. But even if we stick to such seemingly trustworthy criterion as completeness of a biotic cycle we will find out that real physical space within which an element makes its full cycle differs significantly for different elements. Consequently, the borderlines of an ecosystem will be defined differently in such cases. Timeframe for examination of a given ecosystem is equally important.

Complications in researching ecosystem structure and functioning are defined not only by difficult time-space localization, but also by the very nature of those objects which include not only separate organisms in aggregate, but also always various inanimate components. Some of those components, referred to as «resources», for instance, mineral elements, water and light for the plants, are actively consumed by living organisms. Others constitute «living conditions», for example, temperature, chemical composition of water (if we talk about aquatic organisms) and soil (for plants) etc.

Ecosystem's structure can't be viewed as a simple hierarchical structure of several level of organization of «bion-population-community-ecosystem» type while inanimate components of the ecosystem are left outside the system. Obviously, there is a way to unite living and inanimate components into the notion of ecosystem only by emphasizing the special role of the

processes of their interaction. In fact it had been done long ago by Lindeman (Lindeman, 1942), who defined ecosystem as «...a system of physical-chemical-biological processes, taking place within some space-time unit of any category».

Despite all the difficulties with ecosystem's scope and borderlines identification, many scientists have been considering ecosystem to be the main object of ecology. E. Odum based his study course that survived multiple editions around such notion as ecosystem (1986). Spanish ecologist R. Margalef (Margalef, 1968) has very similar position. Defining ecology as «biology of ecosystems». It is worthwhile mentioning that ecosystemic approach is not at all homogeneous. Various trends can be deciphered within the framework of this approach and those trends are different both in problem statement and in methods of resolving those problems.

Methodological difficulty lies within the fact that many ecologists having gained education and work experience as zoologists and botanists, would use the same approach to the study of ecosystems that systemic specialists would use to study a separate organism. It is evident that in case of finding a new organism, first of all, its systematic belonging needs to be identified. This is important due to even the fact that it allows us to predict typical characteristics of the organism without doing additional research. Thus, knowing for a fact that the animal is a mammal, we can be certain that it has four-chamber heart and seven cervical vertebrae. However, zoologist's and botanist's approach didn't turn out to be successful for description and classification of countless numbers of specific ecosystems. Thorough analysis revealed that every ecosystem is unique in its species composition and numerical relation of various species. This classification is much more flexible, vague in comparison to taxonomic classification of the organisms, and, most importantly, – is not a genetic (establishing relation degree) and thus has far weaker predictive potential. Another trend that exists within the framework of ecosystemic approach is functional trend, which focuses on studying vital functions of organisms. Vital functions imply all main functions of an organism: nourishment, respiration, photosynthesis, excretion etc. Examining those processes in a certain organism is the area of physiology. Ecologist is mostly interested in the results of this vital activity, especially those ones that wield noticeable influence on other groups of organisms as well as system's functioning on the whole.

If structural approach paid more attention to the living components of ecosystem, functional approach views abiotic components as equally important and the main subject matter for the research are the substance transformation processes in ecosystems.



Success of the functional approach is mostly explained by its ability to give generalized, integrated assessment of the vital functions results of many separate organisms of different species at once. This is probably due to the fact that biogeochemical functions, i.e. character of substance and energy transformation in nature is more similar in organisms than their biogeochemical functions, their morphology (Vinberg, 1981). For instance, all higher green plants consume water, carbon dioxide, similar set of biogenic elements (nitrogen, phosphor and some others) and all of them using solar energy, then photosynthesize organic substances of similar composition and produce oxygen. There is a constant ratio of produced oxygen and organic substance produced which allows us to define the number one of them using the estimate of the other.

### POPULATION APPROACH

*Population approach* in ecology is not inferior to ecosystemic neither in its theoretical and applied significance, nor in the degree of development of its conceptual apparatus and the diversity of methods. Along with definition of ecology as of science about ecosystems another definition as of science about populations has full right to be used.

Population approach is very consonant to the definition by the Canadian researcher C. Krebs; «Ecology – is a science about interactions that defines spreading and abundance of the organisms». Having this definition in mind the following questions seem to be obvious: why are some certain organisms currently inhabiting this and not the other location; why is the size of their population (or biomass) is such and not some other; and if it's changing with time, then why this way and not the other? Such questions may at first seem to be to particular and even not significant for cognition of general regularities, identification of which is the aim of every science and of ecology as well. However, if we turn to the history of ecology ( and of biology on the whole), we will observe significant advancement in development exactly when the researchers thoroughly analyzed particular cases and gradually asked questions the answers to which was the key to solving more general problems.

A set of individuals of one species, i. e. population is typically featured as a group of organisms dynamics and spreading of which is being studied. As we mentioned above, one ecosystem (in its traditional sense) can include hundreds or even thousands of species. It is obvious that in reality no amount of research efforts will be enough to ensure that all populations are studied in detail from the standpoint of population approach, although if this was done,

then this would have solved if not all, but in any case many of the problems at the ecosystem level.

Population approach focuses on separate species. Typically those species have agricultural significance (forest and agricultural plant pests, fishing and hunting facilities, disease carriers etc.), but sometimes also dominants or rare species, which need to be protected.

## LOW ANG PROBLEMS OF ECOLOGY

In 1930s Vernadsky and Bauer formulated two important laws.

1<sup>st</sup> law states that geochemical energy of living matter in the biosphere (including mankind as the supreme manifestation of living matter that is endowed with mind) is aiming at its maximal representation.

2<sup>nd</sup> law states the fact that only those species survive the evolution that provide maximal increase of the biogenic geochemical energy.

But those laws are generally called principles.

Life on Earth develops only in conditions of current inflow of new energy for the whole cycle of living matter circle is carried out in one and the same mass of living substance with a small index of restoration

Man entered this system by breaking the system of consumption and generation of the living nature's energy. And energy demand of the society is constantly growing which demands a huge structural reorganization of the biosphere, and production of the new energy becomes energetically unfavorable.

The society is actually subordinated to the wide range of ecological regularities of the environment, but it has a number characteristics that are independent of those regularities.

That is why ecologists base the definitions of the social ecology laws based on the laws of «theoretical ecologic influence», however, they should not be understood as the laws of social ecology.

### B. Commoner

*B. Commoner described 4 fundamental ecological laws which can be considered the laws of social ecology.*

1<sup>st</sup> law states that human environment troubles are due to some failures in the environmental system in the course of its causative-consecutive relations.

It implies that influence on any natural system on the Earth will provoke a set of effects the optimal development of which is difficult to predict.

*2<sup>nd</sup> law* states that human lives in a confined space, so everything created or taken from nature will then be given back to it in some way.

*3<sup>rd</sup> law* highlights interconnection of our knowledge about nature and our influence on it. In other words, if we don't know how to transform nature, we won't be able to «improve» it with our actions, therefore, we need to get back to the lifestyles that represent ecological harmony.

*4<sup>th</sup> law* states that *global ecological systems represent one indivisible unity and whatever it is that human extracts from them, should be compensated. Therefore consumption of natural resources is not limitless.*

More specifically, *Commoner's laws* state:

Everything is Connected to Everything Else. Biosphere is our mutual home. There cannot be ecological happiness in only one country, such problems as contamination of the ocean, greenhouse effect and holes in ozone layer should be addressed by the whole community.

There Is No Such Thing as a Free Lunch. International community finances scientific projects that allow us to protect biological development.

Everything Must Go Somewhere. International community passed special laws that prohibit nuclear and hazardous waste disposal in poor countries. Ocean is not the right place to dispose waste either.

Nature Knows Best. Human should save ecological balance of the biosphere without trying to be smarter than nature, and create an artificial environment of intelligence – noosphere.

### Low of social ecology

H. Reimer's formulated five laws of social ecology. He set them in the following order:

1. Rules of social and ecological balance.
2. Principle of cultural development management.
3. Rules of the socio-ecological substitution.
4. Law of historical (socio-environmental) irreversibility.
5. Vernadsky's law of noosphere.

#### *«Rules of social and ecological balance»*

Ratio of the velocities of the demographic saturation, pressure of society on the environment and changes in society itself can be formulated as *rules*

*of social and ecological balance:* society is developing to the extent until it maintains the balance between its pressure on the environment and the restoration of the natural environment in both natural and artificial ways. Since the external conditions of historical development, the environment of people's life and the operation of their households are destroyed or significantly damaged, the restoration of natural resources and maintaining ecological balance and social require significant material, labor and financial resources. The phase of the extensive progress of the society was based on the greatest spread of people, the highest aspirations of the mankind to «conquer» nature, increase its productivity through successional rejuvenation, increased energy production, growth of working-age population (which led to an overall increase of the population) and rapid commodity turnover. The only criterion was the development of economic profit and enrichment.

«*Principle of Cultural Development Management*» states that religion, customs and legislation formulated laws of human behavior in their relationship with nature and within the society in compliance with the above mentioned. Culture and morale as its integral part were also consistent with specific time. Moral and religious rules divided humanity in large groups. The growth of the prestige usually corresponded to the amount of money, religion and political power, degree of social aggression. All this was eventually directed at maintaining a balance between developing society and the environment in its development. This is the principle of cultural development management.

#### «*Rules of the socio-ecological substitution*»

Human needs are partially socially and environmentally interchangeable. The only exception is the so-called basic needs, mainly physiological and psychological nature. *Rules of social-ecological substitution* presuppose that the methods of such substitution may be different. Even the essential needs can be satisfied in different ways – gathering, fishing, farming, etc. All those way have different effects on nature and are defined by its conditions. There are various ways to «transform» nature. For example, the development of agriculture in the hunting and fishing areas or agricultural oases in the pasture-fishing areas. Moreover, dominant culture can change the type of such sectors.

Having passed some phase of interactions with nature society, as a rule, can not return to the previous stage, unless some catastrophic social and environmental phenomena that lead to social degradation happen. But even such degradation is not a return to the historical past either. Rather, the extinction of one's own and then perception of a new «imported» culture.

However, these were regional and not global phenomena.

According to such theories, humanity had reached some peak of civilization, then there was a catastrophe such as «nuclear winter», and everything started all over again. This point of view hardly has any proof, especially archaeological.

#### *The law of historical (socio-environmental) of irreversibility*

The process of mankind's development as a whole can't go from the later phase to the initial one, i.e., the socio-economic formations which in some way interact with the environment and natural resources can't be replaced in the reverse order. Separate elements of social relationships repeated in history (e.g. slavery, reborn in the most monstrous forms during Stalin's rule), economic setup can be repeated (such as the return from settled to nomadic farming), but in general this process is unidirectional, as irreversible as evolution. Opposite view seems completely illogical: natural environment is changing, humanity is changing and adopting of the concept of reversibility would mean agreeing that in the same river can be entered twice, but still not grown old for a moment.

#### *Vernadsky's law of noosphere*

The biosphere will inevitably turn into the noosphere, i.e., in an area where the human mind will play a dominant role in the development of «human-nature» system. In other words, chaotic self-development based on the natural processes of self-regulation will be replaced by a sensible strategy based on forecasting and planning principles, on regulation of the natural development processes. Only good intentions and understanding, not violence and voluntarism may be the basis for the creation of the noosphere. Mankind will have to solve a lot of difficult new-age problems, but those problems will be different from the ones we have now.

Only certain humane society, its relatively conflict-free inclusion to the system of the biosphere based on usage of solely the increase of resources can save the mankind. Above all, *people will be managing themselves and not the nature*. This represents the meaning of noosphere.

To recapitulate more briefly:

*1<sup>st</sup> law* states that society is developing to the extent until it maintains the balance between its «pressure» on the environment and the possibility of restoration of the natural environment in both natural and artificial ways.

*2<sup>nd</sup> law* (principle) states that economic development is limited by ecological context and highlights the necessity to manage the development taking

in consideration the deep processes of interaction occurring between society, nature and human and the groups which people live in.

*3<sup>rd</sup> law* (rule) tells us about the need to understand possible transformations in social and environmental needs of people with the help of different approaches that are conditional on the natural environment and that affect it.

*4<sup>th</sup> law* states that the process of mankind's development can't go from the later phase to the initial one.

*5<sup>th</sup> law* – Vernadsky's law, according to which the biosphere will inevitably turn into the noosphere, i.e., in an area where the human mind will play a dominant role in the development of «human-nature» system.

Thus, such scientists as Reimers, Bauer, Vernadsky, Commoner et al. were defining the laws of social ecology based on the laws of general ecology that is why the laws of social ecology represent those general regularities.

### IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION

Currently, spontaneous development of relations with nature threatens not only the existence of individual objects, territories, countries, etc., but also all mankind. This is explained by the fact that human is closely associated with wild nature by origin, physical and spiritual needs, but, unlike other organisms, these relationships have taken on such scale and form that they can lead (and is already leading!) to almost full involvement of planet's live cover (biosphere) in today's society life support provision, putting humanity on the verge of ecological disaster. Thanks to the mind granted to human by nature, any human aims at providing «comfortable» conditions of the environment, at being independent of its physical factors, such as climate, lack of food, harmful animals and plants (harmful for human, but not «harmful» to the rest of living world!), etc. That is why people, above all, are different from other species in a way that they interact with nature via the culture they create, that is, developing, humanity creates a cultural environment on the Earth transferring its labor and spiritual experience from one generation to another. But, as K. Marx noted, «culture, if it develops spontaneously and is not consciously directed ...leaves a desert behind». Only knowledge of how to manage spontaneous events can stop their development, and in the case of ecology, this knowledge must «seize the masses», or at least a greater part of the society.

Ecological knowledge is essential for every man to make a dream of many generations of scholars come true: and that is to create a decent environment for human, for which we need to construct beautiful cities, develop

production forces so advanced, that they would ensure harmony between man and nature. As American ecologist B. Commoner noted in the early 70 s, «searches for the source of any problem related to the environment lead us to the undeniable truth that the root cause of any crisis lies not in how people interact with nature, but in how they interact with each other ... and that, finally, peace between people and nature must be preceded by peace between people».

Thus, environmental knowledge can help realize the destructiveness of wars and strifes among the people, because behind it is not just the loss of life and civilizations: it will lead to overall environmental catastrophe, the death of all mankind. Hence, the most important of the environmental conditions for human survival and for survival of all living things is peaceful life on the Earth. This is what an environmentally educated person must and will strive for. Transformation and especially destruction of the environment entails harmful consequences for human life. Environmental knowledge allows man to receive evidence of this and to make the right decision to protect nature, at the household level as well.

This implies that the only way to stop the on-going violation of environmental laws is raise ecological awareness of every member of society to a decent level, and it can be done primarily with the help of education, through the study of the basics of ecology. This is crucially important for all professionals in the field of technical sciences, especially for civil engineers, engineers in the field of chemistry, petrochemistry, metallurgy, machine building, food and mining industries, etc.

## BIBLIOGRAPHY

1. [http://ecologu.ru/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=2&id=27&Itemid=4](http://ecologu.ru/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=2&id=27&Itemid=4)
2. <http://uchebnikfree.com/page/dikanuch/ist/ist>
3. <http://www.studfiles.ru/dir/cat17/subj306/file15101/view153309.html>
4. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekcij-soczialnaya-ekologiya/8-zakony-soczialnoj-ekologii-zakony-kommonera-zakon-noosfery-v-i-vernadskogo-zakon-istoricheskij-soczialno-ekologicheskij-neobratimosti.html>
5. <http://www.ecology-portal.ru/publ/4-1-0-150>

## LECTURE 2. MAIN QUESTIONS AND OBJECTS OF ECOLOGY

*Interaction between organism and environment. Fundamental properties of living systems. Substance and energy usage in ecosystems. Climate zones and types of terrestrial ecosystems. Terrestrial ecosystems' components and dynamics. Succession.*

Organism and environment. Any organism establishes multiple relations with its environment. And the components of the environment and its on-going process influence the organism in various ways. This influence can be negative or positive, short-term or constant; however, in any case, it's not indifferent for it. Ecology developed concepts about environmental factors and living conditions. If we state that any influence on an organism is an environmental factor, than the number of such factors is extremely large. They differ in the specifics of their effect.

Most frequent classification of the environmental factors is between abiotic (inanimate) and biotic (connected with organisms' influence on each other) factors. Among abiotic factors we single out climatic factors which in turn can be divided into the effect of light, temperature, humidity, or chemistry (mostly aquatic). Another group consists of inanimate environmental factors, which are called edaphic (edafos – soil), their effect is determined by the properties of soils (mechanical and chemical compositions, thickness of the humus layer, thickness of the soil layer etc.). Chemical composition of water is essential for aquatic organisms as well as chemical composition of water, water layer thickness, flow, content of oxygen, illumination which is different at different depths, pressure, etc.

Biotic factors are usually divided into two major groups:

- Related by the intraspecific relations;
- Representing relationships between different species.

Factors of mutual assistance, competition and hierarchy are distinguished in intraspecific relations. An example of mutual assistance may be colonies of birds in a situation when they warn each other of danger or fight against enemies. If crows notice a bird of prey, a few pairs of them will continuously attack it until it flies away. Even tiny bank swallows will bravely attack a cat that is trying to get to their burrows, situated on a steep cliff. As a result, the predator prefers to concede. Cooperative hunting of certain wild animals (wolf packs, prides of lions, etc.) is a known fact. Competition may arise in struggle for a place (singing males of small birds in spring of voice define the limits of their breeding sites, bears mark the bark of trees with their claws, defining their possession, in any case, strangers will face fierce battle if they



try to occupy someone else's territory). Even domestic male dogs have a rudimentary habit of mark their territory, irrigating columns, bases of trees, fences, etc. Stiff competition occurs between many animals in the struggle for food, while in the years hunger weaker individuals die in the first place. Finally, animals lead a serious fight for the right to participate in reproduction (remember the battles of hoofed animals, fights between male predators, finally, lekking of various bird species). The prize for a winner is the ability to leave descendants on the Earth. However, it is worthwhile indicating that active struggle of males for females (1st form of sexual selection according to Darwin) helps to select males based on their strength and vitality, and by active choice of males by females (2nd form of sexual selection) male-producers are selected based on other criteria. Thus, sandpipers also lek, but the winner is not the one who is stronger, it's the one whose collar is the most beautiful «from the female point of view», (all males have different color and luxuriance of the collar). Such males can attract several females, the others – not a single one.

Hierarchy (co-subordination) is a specific form of relationships between individuals of one and the same species. In each group of individuals of one species and sex there is an individual that dominates the others. Such individual is usually called by the first letter of Greek alphabet – alpha. There is an individual that is dominant over all the rest, but subordinates to the alpha individual, it's beta individual; gamma in its turn subordinates to alpha and beta, but dominates all others. Hierarchy can be very strict; in some species subordinate individuals can't reproduce and even eat or drink in the presence of alpha-individual. Initially, the phenomenon of hierarchy found in the species that lead a group (gregarious, herding, etc.) way of life. However, it was found out later that phenomenon of hierarchy exists even in the species that live on their own. Thus, if two crickets meet, a more powerful individual moves its mustache in a special way, and then the individual of a lower rank retreats. Hierarchy was identified in all animal species that were examined in this respect. It is worthwhile mentioning that an individual changes its rank within the lifespan. Thus, for example, young wild sheep first stay on the edge of their herd, but as they grow older they move closer to the center where the leader (alpha) is. If the leader becomes old and weak, it may lose its leadership position or even be driven away from the herd. In the above mentioned example, the most valuable in terms of reproduction individual takes the safest position and less valuable individuals often become a prey to predators. If one and the same individual was placed in different groups, it would occupy its own unique position in each group. Thus, experiments with domestic chickens have shown that the same bird may be an alpha in one flock and occupy lower hierarchical steps in others. It is easy to observe that

hierarchy ultimately contributes to the survival of the species by limiting less valuable (in biological terms) individuals.

Factors that are determined by relationships between species can be divided into four groups: antibiosis, symbiosis, neutralism and interspecific hierarchy.

Antibiosis (hostility to life) includes all types of competition (for food, for a place, etc.), parasitism, predation; harmful effects associated with the release of chemical secretions unpleasant for other species belong to the same group.

Symbiosis (mutually beneficial co-existence) is also quite diverse. Thus, Diogenes-crab can put a predatory sea anemones on its shell, which will not only give the crab extra protection, but also provide anemone with an opportunity to pick up «the crumbs from crab's table». Shark is accompanied by suckerfishes that attach themselves to the surface of its body and use the remains of its feasts. Pilot fish is a symbiont of this fish as well, it helps a shark to find a victim, and then enjoys leftovers of food. Jackals are companions for such large predators as lions. Sometimes not only food leftovers or body surface, but also burrows are used. Thus, shelduck can live in a fox burrow. A fox wouldn't touch its cohabitant and in case of danger a duck would produce a snake-like hiss scaring the intruders. The degree of intensity of such symbiotic relationships is various, but in any case symbiosis is beneficial (at least for one of the cohabitants), and doesn't harm anyone.

Neutralism is absence of any relationships between individuals of different species. Thus, swallow hunts its food (invertebrates) in the air during the day, whereas bats hunt other invertebrates at night. At the same time swallows and bats do not interfere with each other and do not help each other, i.e. there are no visible linkages between them.

Interspecific hierarchy can be observed in cases when animals of different species form mixed groups. Thus, nuthatches and creepers could be easily found in flocks of different species of tits migrating around Russian winter forest, and every individual knows its place in those mixed hierarchical system. Mixed herds of ruminants in savannas, which include different kinds of antelopes and other hoofed animals, also allow us to ascertain the phenomenon of interspecific hierarchy.

Increasing the scope of his activities, the human is having an increasing impact on the environment. Therefore, most ecologists distinguish a separate group of abiotic and at the same time not biotic factors. This implies anthropic factors. Various human activities are specific in their effects on the environment. However, we can divide these impacts into two groups:

- a) destructive
- b) transformational.

Destruction of natural systems means their extermination, elimination. An example of destruction effect may be forest fires, deforestation, destruction of steppe communities with cultivation of land, etc. Transformation does not destroy the ecosystem, it only changes it to a greater or lesser extent, changes its shape. The overall appearance of the ecosystem remains approximately the same as the original. Thus, if a logger destroys forest ecosystems (destruction), gatherer of mushrooms and hunter only withdraw a number of organisms the ecosystem without affecting its basic structure. Some conditions of existence may be changed during transformation. For example, tourists can trample down (compact) the ground which then becomes less favorable habitat for many plant species.

There is no clear border between destructive and transformational effects. Thus, weak air pollution will deteriorate living conditions of some organisms in the ecosystem. At the same time, severe contamination can disrupt the ecosystem on the whole.

Influence of the factors on the organism is defined by many laws, however, there are several extremely significant among them. In our opinion, two of the factors are most important. N. Reimers (1990) suggested to call them «laws».

1. Law of the cumulative effects of environmental factors (E. Mitscherlich – A. Thienemann – Baul), N. Reimers formulated two definitions of the law:

- a) yield of the crop depends not on some individual, even if it's a limiting, factor, but on the whole set of environmental factors simultaneously;
- b) one of the essential factors of the environment determines the population density of species (from zero to maximal population), which acts on the stage (phase) of organisms having the lowest ecological valence, moreover, affects the number and intensity, the further removed from the optimal required form at this stage In such formulation the law is true only on condition that the organisms themselves do not actively select what they need from the environment and can't transform it.

Limiting factor is a synonym for «living conditions». It is understood as a quantity of factor (e.g. temperature) is necessary for sustaining life and full development of organisms, including their ability to reproduce. If you imagine the effect of temperature on the organism, optimal temperature for many species of our latitude will be between 10-25 degrees Celsius (for

humans, these limits are from 18 to 23 degrees), if the temperature is below or above, the body is in unfavorable pessimal zone, and temperatures below – 60 C degrees and more than +100 C would not let the organisms survive at all. Such temperatures are called lethal. The rest of the factors have approximately the same effect as the effect of temperature on the organism, i.e., there is an optimal quantity zone for the factor, two pessimal zones and two lethal limits. Typically, reproduction and development of organisms in pessimal zones is suppressed.

Environmental valence – is the ability to survive fluctuations of the factors. The greater ecological valence is, the greater fluctuations of environmental conditions the organism can carry. Classification of living conditions, of course, are similar to the ones of environmental factors.

2. Liebig's law of the minimum (1840) – endurance of an organism is determined by the weakest link in the chain of its environmental requirements, i.e., abilities to live limit environmental factors, quantity and quality are close to the minimum necessary for the organism or ecosystem: further reduction leads to the death of the organism or ecosystem destruction. Additional rule of interaction of factors: the organism is able to replace deficient material or other factors to a certain extent with some other functionally close substance or factor (e.g., one substance is replaced by another, functionally close), which, however, is not always beneficial for the organism. Thus, displacing calcium with radioactive strontium from bones of animals greatly increases their fragility, i.e., the more strontium, the more fractures. At the same time this rule provides a substitution for deficient materials and effects which is important for rational exploitation of living resources; finding a weak link of the chain is extremely important in ecological forecasting, planning and projects appraisal. It should be borne in mind that the excessive quantity of a factor is also negative for organisms. This law was formulated in the middle of the XX century by V. Shelford as a rule or law of tolerance. The range between minimum and maximum environmental impact determines the amount of endurance (tolerance) of an organism to this factor. N. Reimers (1990) writes: «The meaning of the law of tolerance is evident: roughly speaking, underfeeding is bad, overfeeding is bad, moderate is better».

## THE FUNDAMENTAL PROPERTIES OF LIVING SYSTEMS

Factors and processes of formation of living matter element composition.

V. Vernadsky (1994) suggested that living matter (LM) includes:

- 1) all living organisms, animals and plants, including humanity;

- 2) all the parts of their environment – liquid (water), solid (food) and gaseous which is necessary to keep them alive;
- 3) secretion of all organisms (sweat, urine, etc.);
- 4) all dead and dying parts (leaves, etc.);
- 5) all the dead bodies of organisms and their residues.

As noted by V. Vernadsky, all these predetermine extreme changes in chemical composition of LM due to changes in biogeochemical functions of LM (Table 1).

Table 1

*Basic biogeochemical functions of living matter (based on Vernadsky, amendment by L. Rikhvanov and others, 2006)*

The gas function (N <sub>2</sub> -O <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> -CH <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> -NH <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> S)	All organisms
Oxygen function free oxygen formation	Chlorophyll organisms
Oxidative function	Bacteria, mostly autotrophic
Restoring function	Bacteria
Concentration function	All organisms
Calcium function	Algae, bacteria, mosses and other organisms
Function of destruction of organic compounds	Bacteria, fungi
Reductive decomposition of the function	Bacteria
Function of metabolism and respiration	All organisms
Chemical elements dissipation function	Humanity
Function of creating new chemical elements	Humanity

First of all, this is a *function of dispersion of chemical elements* and *function of creating new chemical elements, unknown before*, such as transuranic and their isotopes, for example, <sup>137</sup> Cs, <sup>90</sup> Sr, <sup>129</sup> I, and others (Rikhvanov et al, 2006).

Vernadsky drew attention to the fact that almost all the major biogeochemical functions of LM in the biosphere can be performed by simple unicellular organisms, with the exception of the last two functions associated with the activities of mankind. It is human activity to the most part that leads to the enormous changes in the biosphere on the whole, as was mentioned above.

*The heterogeneity of LM* is due to the differentiation of accumulation capacity and elements redistribution capacity at different structural levels of

its organization: subcellular (organelle), cellular, organisms, species, etc., as well as the dependence on the specifics of the physiological reactions of the body and internal factors of the development.

Due to the inclusion of mankind in the LM, we could add a few geochemical features, due to human activities (technogenesis by A. Fersman, 1937) to the main biogeochemical features a dedicated V.I. Vernadsky, add a few geochemical features, due to human activities (technogenesis by A.E. Fersman, 1937).

Thus, according to E. Boychenko in different cellorganelles the concentration of certain chemical elements differ 10–1000 times compared with the whole cell. For example, Ti concentration in neutral lipids is 100 times larger than in the cell etc.

Saenko (1992) showed that the concentration of Br in marine plants in the same area of the sea ranges from 203 to 1004 mg/kg of dry matter.

According to A. Keast (1987), microorganisms, bacteria, algae accumulate microelements more effectively due to closer links with the environment, which in general is typical for organisms that are relatively low in the evolutionary development. He notes that for such species are characterized by the more intense accumulation of elements, the lower their concentration in the environment. This is a characteristics of living organisms has been successfully used in the practice of geology, environmental studies, carefully studied in clinical practice.

Thus, V. Volkov et al (2004) put forward a number of hypotheses about the formation of pathological conditions of man as a result of selective accumulation of certain chemical elements (iron, gold, etc.) nanobacteria that live in the human body to build its shell, which leads to the formation of mineral deposits and stones in different parts of the body. Some authors (L. Rikhvanov et al., 2006) noted increase in the number pattern nanobacteria in waters with high iron content in the Tomsk region Tomsk region. The ability of individual cell structures absorb chemicals left their property and in the more complex systems. Modern methods of investigation of the material composition (electron microscopy, etc.) allow us to diagnose the location of many chemical elements as separate minals, minerals, and in the smallest nanominerals structures of the body. Thus, Professor Enrico Sabioni (Italy), has repeatedly demonstrated a finding of any nanominerals in the cells of living organisms, including uranium, and other carbonates in the study of the «Balkan syndrome» (as a consequence of the war with Yugoslavia warheads from uranium-238 (reports in Athens, Greece, 2005, in Vilnius, Lithuania R., 2006).

An example of formation of mineral in bones by fibrous proteins (collagen) is the of hydroxyapatite, which is, on the one hand, the storage phosphor, and on the other, plays a supporting (structural) role together with collagen in bone tissue. The minerals that occur together with LM, were called bioliths at the time of Y. Samoilov (1929). These include calcite, aragonite, cryptocrystalline variety of silica (opal), etc

In this case special attention is paid to the evolutionary transformations in prevailing mineral composition of skeleton tissues. For example, silicon skeletons with SiO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O occurred early in the evolutionary organisms' row preserved in plants and some organisms (Foraminifera et al.) at present. Carbonate (Ca, Mg) skeletons emerged early as well, but then they were transformed into Ca-P (calcium phosphate + chitin) and phosphate Ca + protein (Vinogradov, 1963).

It should be specially pointed to the recently developed concept by Academician N.P. Yushkin about biomineral interactions. Using «fibrokerite» model of the simplest living cell corresponding to the protein composition, he put forward the idea of life hydrocarbon crystallization (Yushkin, 2002).

In N.A. Agadzhanyn's work (1975) it is stated that in human body there a great deal of different physiological functions for which day-and-night rhythm activity is typical. During 24 hours the acid-base balance is changing, as a result the internal environment within the period from 3 to 15 is in the acid phase, whereas from 15 to 3 – in the base one. This leads to the changes in element composition of different organs and tissues observed, for instance, by L.I. Zhuk by the example of day-and-night transformations in blood composition (Zhuk, 1988). The shifts in acid-base balance may be one of the reasons for biolyte formation in composition of living organisms. The seasonal rhythmic activity – the rhythm of metabolism, blood system, neuroendocrine system etc. is also stated. Thus, according to V.Ye. Zaychik et al (1990) the seasonal cycles in calcium saturation of human bones is observed, which is reflected in loss of this element in winter-spring with the subsequent compensation in summer-autumn, with difference in content 18,5 %.

From biogeochemical researches it is well known that different parts of plants accumulate this or that microelements selectively, which is proved by our research in berries: blueberry (*Vaccinium myrtillus*), European cranberry (*Oxycoccus palustris*) and medical plants: meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) (Fig. 1 c). In the picture it is well seen that the plant roots of meadowsweet accumulate significantly higher amount of chemical elements as compared to its top part. This feature is illuminated well enough in both

the literature of the last century (Grabovsksys, 1963, others) and in contemporary sources (Kabata – Pendias, 2008; others). In given case it has a great practical significance as one speaks about the part of the medical plant that has a curative effect on human organism.

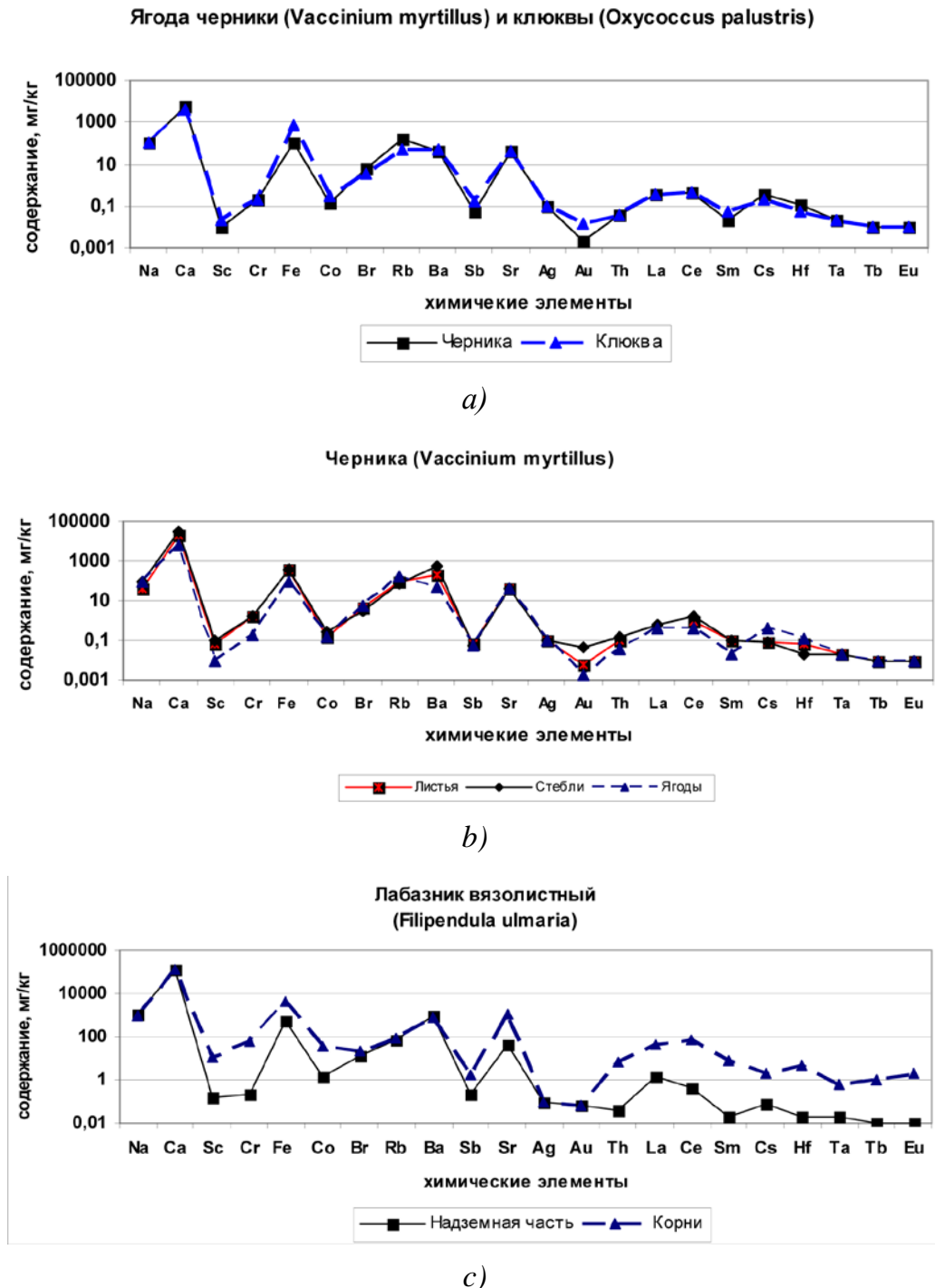


Fig. 1. Selective accumulation of chemical elements in different species (a) and parts of berries (b) and medical plants (c)



By the example of berries (Fig. 1 a, b) it is well seen that top parts have a pronounced difference with regard to, as a rule, definite elements. For example, in blueberry stems (*Vaccinium myrtillus*) barium and gold are mostly accumulated, but in the leaves some high concentrations of iron and chromium is typical. It is, first of all, explained by the element functions in the plant organism: iron and chromium form the pigments; barium is present in strengthening tissues. It is typical for berries to accumulate cesium that can be conditioned by not only physiological factors but also changes in the environmental conditions. It is shown in Figure 1 a) comparing blueberry and cranberry. Cesium concentrates approximately in the same quantity in cranberry growing in the given site. The species features may include specific accumulation of iron and rubidium in blueberry, but gold – in cranberry.

Change in element composition of living organisms occurs depending on the stage of physiological development and conditions of LM, that depend on the time of day, season, light intensity, age and a number of other parameters.

When studying the element composition of the medical plant *Atragene speciosa* Weinm., gathered in 1998, we have revealed that at bud formation stage they accumulate mostly samarium, lanthanum, europium, thorium, antimony, chromium, rubidium, scandium, iron, sodium; at flowering stage – beginning of fructifying – gold, zinc, barium, cesium, and terbium (Shilova et al.,2002). It is likely to be connected with selective accumulation of elements by the given plant species at different vegetation stage depending on biochemical processes occurring in analyzed organs (Fig. 2).

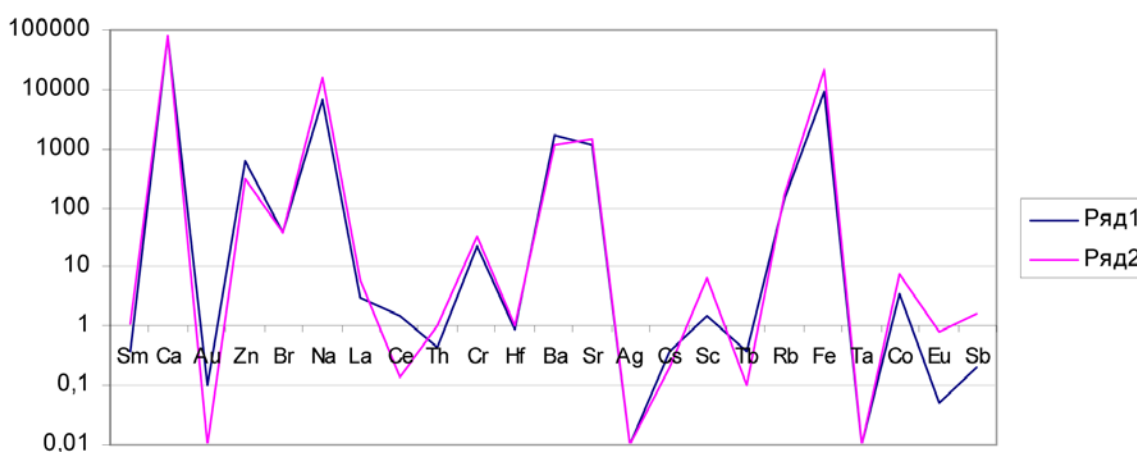


Fig. 2. Normed curve of element accumulation in aboveground part of *Atragene speciosa* Weinm. depending on the vegetation stage. Along the abscissa axis – elements. Along the ordinate axis – element content in ash (mg/kg)  
 Conventional signs: 1 – bud-formation period; 2 – flowering period – beginning of fructifying

The research performed 1 showed that the accumulation level is changing sufficiently depending on the vegetation development stage of potato (Tab. 2).

Table 2

*Changes in gross content of chemical elements in potato tops and tubers in the south of Tomsk Oblast (Experimental production farm «Sidorenko») at different vegetation stages*

Elements, mg/kg of wet weight	Tops		Tubers	
	1 <sup>st</sup> crop	2 <sup>nd</sup> crop	1 <sup>st</sup> crop	2 <sup>nd</sup> crop
NO <sub>3</sub>	4964	7867	343	340
K	20000	20000	20000	20000
Na	46	22	109	111
Ca	14098	17712	440	430
Mg	4207	6363	827	800
Fe	389	710	887	848
Zn	84	120	34	30
Co	<1	<1	<1	<1
Mo	< 1	< 1	< 1	< 1
Cu	6,9	52	3,6	3,5
Cr	2,3	2,5	1,3	1,0
Ba	51	77	2,3	2,4
Sr	61	80	3,6	2,5
Si	73	91	29	23
Al	217	427	49	36
Pb	1,6	7,3	1,4	3,4
Mn	58	110	11	10

*Note:* 1<sup>st</sup> crop – vegetation stage, 2<sup>nd</sup> crop – crop stage.

The most pronounced example of changes in element concentration depending on species biological age given in the literature is potassium in human organism that is defined by means of whole body meter (WBM) in terms of K<sup>40</sup> isotope in the entire body (Fig. 3). The general group of investigated people amounted 2960 men in the age from 1 to 79. It was stated that by the age of 10–12 in women and 18–20 in men the maximum amount of this element accumulate, then its concentration is gradually decreasing with age 1,5–2 times by the age of 60–70 in both sexes («Human being. Medical-biological data», 1977).

The content of numerous elements in human tissues is significantly changing with age. For example, the content of Cd increases in kidneys and molybdenum

in liver in old age. The maximum content of Zn is observed in the pubertal growth stage, then it decreases and reaches minimum in old age. The content of other microelements decreases with age as well, for example, V and Cr («General...», 2000; Yershov Yu.A., 2003).

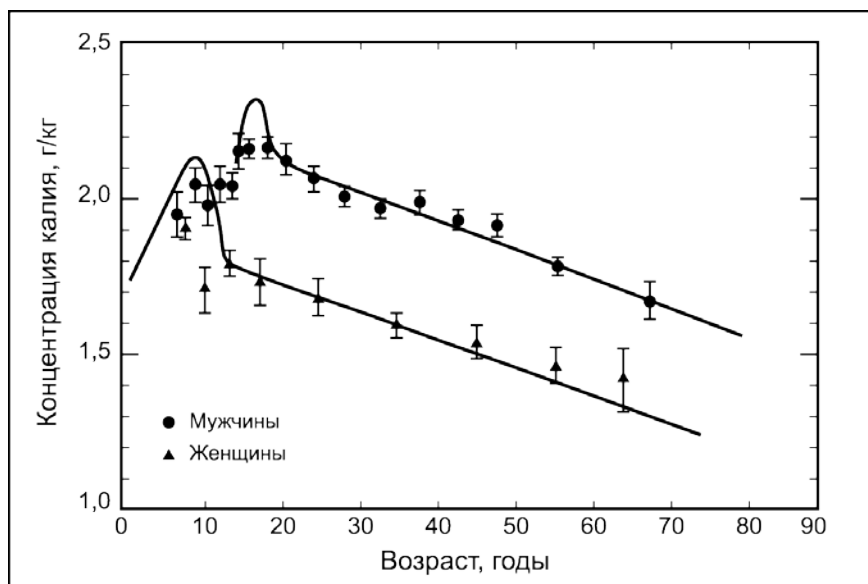


Fig. 3. Dependence of potassium content in human organism on the age (from «Human being...», 1977)

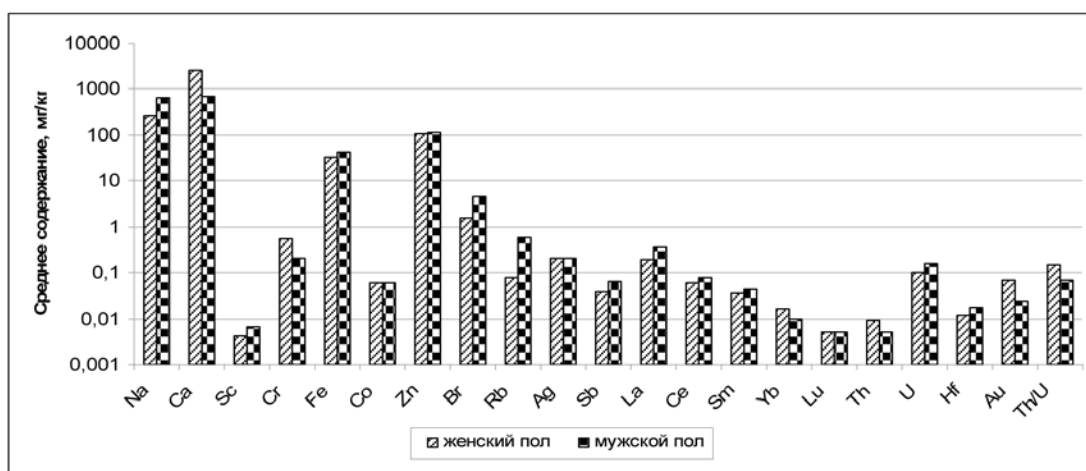


Fig. 4. Element composition of children's hair (in mg/kg) of different sex (by the example of Zyryanskoye settlement of Tomsk Oblast)

Besides, at the stage of intensive organism's growth and development a significant increase in microelement content takes place that slows down gradually or stops by the age of 17–20. In literature there are data stated the fact that copper, cobalt, nickel content decreases in human blood by 50–60 years as compared to the content of those elements at the age of 20–25 (Avtsyn et al., 1991).

The performed research 1 has shown that there are variations of elements in children's hair of different sex (Baranovskaya e.a., 2009), living in Zyryanskoye settlement of Tomsk Oblast from their birth (4). Sodium, bromine and antimony content in the boys' hair is significantly higher (according to Student's criterion) in comparison with that of the girls'. The difference in content of other elements is insignificant.

At present the problem of chemical elements' role in metabolism processes in LM is intensively studied at different structural levels of its arrangement (organelle, cell, tissue, etc.) and great material is gathered on this question, which allows for suggestion on causative-consecutive connections between the element accumulation rate and development of this or that pathology (Inorganic biochemistry, 1977; Rish, 2003; Avtsyn et al., 1991; Kovalskiy, 1974; Kukushkin, 1998; Lindh, 2005; Abdurakhmanov, 2004 and others).

In the works of A.P. Avtsyn (1991), G.A. Babenko (1971), A.O. Voynar (1960), M.G. Kolomiytseva (1970), L.R. Nozdryukhina (1980, 1990), A.A. Kist (1987), Ya.V. Peyve (1960), V.Ya. Shustov (1967) and others the changes in human tissues and organs are shown in appearance and development of this or that pathologies.

It should be noted that ceasing of LM metabolism and breathing functions (die-away) results in changes in chemical composition. V.I. Vernadskiy paid attention to this fact with reference to N.D. Zelinskiy's experiments and showed that the difference in nitrogen determination in living and dried bees amounts more than 1 % (Vernadskiy, 1960).

Particularly significant changes in chemical composition of living cell is observed after its die-away. Today it is well known that K concentration in living cell is much more than that of Na (approximately 15 times), whereas in intercellular fluid Na is more than K approximately 25 times. Right after cell die-away their concentration is getting equal.

At present one can state with a high degree of accuracy that a body of any living organism, both of plant and animal, consists of definite set of elements, strictly regulated genetically and transferred from generation to generation. The question is whether this transfer is absolutely stable over the generations or changes in the processes of geochemical evolution of the Earth's surface, but with the rate unperceivable by a man.

Literature analysis on element composition of different groups of organisms has shown that changes take place in the form of data verification that can be connected with, first of all, development of analytical methods.

The results presented in Table 3 demonstrate that in spite of the difference in research methods, human body maintains relative composition stability of main chemical elements.

Table 3

*Contemporary estimation of the main and accompanying structure-forming (weight %) and trace elements (mg/kg) in human body (from Ulf Lindh, 2005 with changes)*

№	Element	Content	№	Element	Content
1	oxygen (O)	65,0 (65,04)	15	zinc (Zn)	0,0033 (0,00n)
2	carbon (C)	18,0 (18,25)	16	bromine (Br)	0,00029 (0,000n)
3	hydrogen (H)	10,0 (10,05)	17	copper (Cu)	0,0001 (0,000n)
4	nitrogen (N)	3,0 (2,65)	18	arsenic (As)	0,26 (0,n)
5	phosphorus (P)	1 (0,8)	19	cobalt (Co)	0,021
6	sulfur (S)	0,26 (0,21)	20	chromium (Cr)	0,094
7	calcium (Ca)	1,4 (1,4)	21	iodine (I)	0,19 (0,0n)
8	magnesium (Mg)	0,5 (0,04)	22	lithium (Li)	0,009
9	potassium (K)	0,34 (0,27)	23	molybdenum (Mo)	0,08
10	sodium (Na)	0,14 (0,26)	24	nickel (Ni)	0,14
11	chlorine (Cl)	0,14 (0,25)	25	selenium (Se)	0,11
12	silicon (Si)	0,026 (0,00n)	26	tin (Sn)	0,24
13	iron (Fe)	0,006 (0,02)	27	vanadium (V)	0,11
14	fluorine (F)	0,0037(0,000n)	28	tungsten (W)	0,008

*Note:* in brackets the data on human body composition presented by V.I. Vernadskiy in 1922 with reference to Folkman.

V.I. Vernadskiy (1939) underlined that quantitative biogeochemical properties are specific characteristics of organisms, their ecotypes and generations; absorbing elements selectively and reflecting physical-chemical properties of the environment in their form and composition the organisms, however, do not change their *average composition*. But, it was stated with stipulation, that accumulation of dissipated elements can be non-specific and defined by the concentration rate in the environment (Vernadskiy V.I., 1939).

The analysis of the available data and reports allows for suggestion that for highly organized living organisms the independence of inner environment composition on the environment composition is likely to be typical («Human being...», 1977; Emsley, 1993; Yershov, 2003; Yermakov, 2005, 2008; Alexeenko, 2000, 2006; Bowen, 1979; Lindh, 2005; Kist, 1987; Kabata – Pendias, 2007; others).

Living organisms are likely to develop the efficient mechanisms of compensation for excess of element intake (Fig. 5). Composition stability is observed at comparing samples from various sites. The analysis of local changes shows that there is absorption of significant amount of elements caused by natural-technogenic geochemical factors developed in some areas. It should be noted that in LM composition both global and regional and local characteristic are revealed clearly enough reflecting the features of geochemical backgrounds including abnormally high ones. The examples are Issyk Kul uranium province, Tuva cobalt, area, salinized semidesert of the South Asia and others (Kovalskiy, 1974, Yermakov, 2009 and others.).

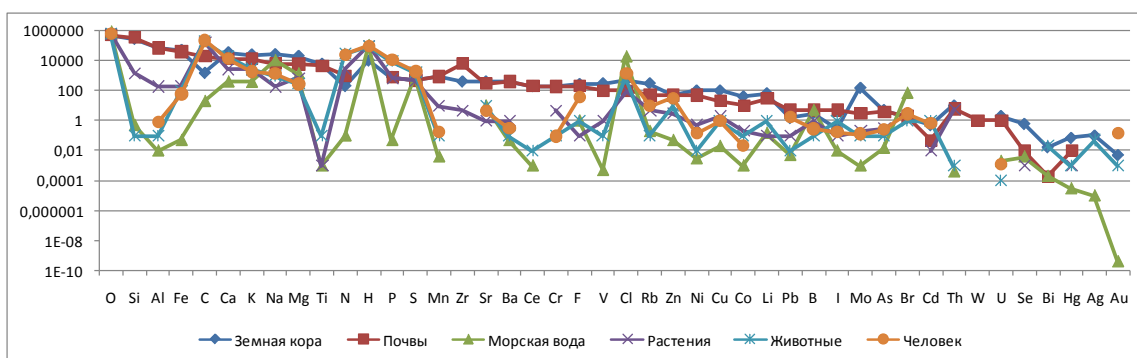


Fig.5. Changes in element content in living organism composition as compared to their content in soil, sea water, and Earth's crust (from Yershov, 2003 with reference to A.P. Vinogradov)

Nowadays in many regions the iodine and iodine-free, selenium and selenium-free, arsenic and arsenic-free provinces are mapped where LM including human being feels uncomfortably and the most pronounced tendency is the dependence of organisms' reaction on concentration and relationship of macro- and microelements in the environment, the graph representation of which has become known due to H.J. M Bowen's publication (1966) with reference to P.E. Smith (1962). It is presented nearly in all modern works where the problem of interaction of environment chemical composition and LM reaction is discussed.

Characteristics of *environment chemical composition* (landscape-climatic features, substrate composition, presence of intake sources of abnormally high elements' concentrations etc.) remains one of the major factors determining the general chemical composition of LM. This fact drew and draws attention of all researchers without exception studying geochemistry of LM. V.I. Vernadskiy (1922) called special attention to this question noticing that chemical composition of organisms is closely related to that of the Earth's crust and presented bright examples for this fact. He always emphasized that

one must not study only biological issues of one autonomous organism as it is closely connected with the Earth's crust and cannot exist without it.

As early as at the beginning of the XX century V.I. Vernadskiy underlined that «...appearance of cultural man starts to change chemical image of our planet» (Vernadskiy, 1960), in doing so he predicted those geochemical changes in the biosphere that took place during the last century.

These changes are reflected *quantitatively* in transformation of element composition of the globe living matter. Besides, they refer to isotope composition as well. LM, as stated by V.I. Vernadskiy (1960), consists of pure isotopes and it is capable of decomposing mixtures of isotopes and selecting some of them. He pointed out that an organism reacts to heavy water (H<sub>2</sub>O, containing deuterium) differently than ordinary water, i.e. organisms differentiate two kinds of hydrogen, therefore one can expect the presence of general LM capacity to react differently to various isotopes of one and the same element.

The isotope composition of LM, its changes and possible physical role is of great interest for doctors (Kaznacheev et al., 2002) and geochemists (Crouse, 1990 others). Thus, V.P. Kaznacheev showed several times in his works that the relationship of <sup>12</sup>C and <sup>13</sup>C in a man's cells over 8–12 years of his living in the North is changing towards <sup>12</sup>C, after that his organism is aging quickly (Kaznacheev et al., 2002). A striking reaction in isotope composition changes to change of residence place is shown by human organism (Crouse, 1990).

Hence, the formation of LM element composition is influenced by the factors and processes of inner and outer nature. In different time periods and in different provinces they are either determining for living organisms' functioning or their changes are negligible and reflected in the form of insignificant fluctuations within homeostatic standard range. In any case, when studying element composition of living matter beginning from sampling to conclusions on practical application of knowledge one should bear in mind the causes of their changes.

#### **BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF ECOSYSTEM AND ECOLOGICAL SUCCESSIONS. 4 CLASSES OF ECOSYSTEM PRODUCTIVITY**

The Sun is a source of all living things on the Earth. About 55 kkal/sm<sup>2</sup> are radiated from the Sun on the Earth surface annually. In this case plants absorb not more than 1–2 % of the solar energy, the rest is directed to heating of the atmosphere, soil, and evaporation.

Out of the solar energy accumulated by plants not more than 7-10% fall to vegetable feeders eating living plants.

According to ecosystem productivity they are divided into 4 classes.

1. Ecosystems of very high biological productivity – more than 2 kg/m<sup>2</sup> per a year. They include reedbed in the estuary of the Volga, Don, and Ural Rivers. According to their productivity they are close to ecosystems of rainforests and coral heads.
2. Ecosystems of high biological productivity – 1–2 kg/m<sup>2</sup> per a year. They are lime-oak forests, littoral vegetation on the lakes, corn and perennial grass seeding at irrigation.
3. Ecosystems of moderate biological productivity – 0,25–1 kg/m<sup>2</sup> per a year. Such a productivity is intrinsic to a great deal of plants: pine and birch forests, hat meadows and steps, «sea meadows», seaweeds in the Japanese sea.
4. Ecosystems of low biological productivity – less than 0,25 kg/m<sup>2</sup> per a year. They are Arctic deserts of the Arctic Ocean islands, tundra, and semidesert.

Average productivity of the Earth ecosystems does not exceed 0,3 kg/m<sup>2</sup> per a year.

Ecosystem biological productivity is a basis of biosphere and human life as its part. It depends on the soil resources (its nutrient elements and humidity), atmosphere, light and heat. Each of these resources is indispensable. Ecosystem productivity depends mostly on the resource that is not available enough or is in excess (example: waterlogged soil or high air temperature).

Such a resource is called limiting factor like, for example, in Caspian Lowland the crops are limited by the amount of precipitation. In tundra and mountain zones the crops are limited by the amount of heat.

To increase ecosystem productivity a man tries to diminish the influence of limiting factors: introduces fertilizers, grow water-resistant plants, build greenhouses.

Biological productivity can decrease at ecosystem contamination with gaseous and liquid poisonous wastes from industrial and agricultural activity (acid rains, toxic chemicals, defoliants, etc.).

Any disturbance of interconnections in ecosystems means disturbance of energy fluxes. Industry can be developed only using natural resources. But disruption in biosphere energy more than 1 % may result in sharp growth of entropy and death of the whole system due to thermodynamic crisis.



Thus, biological productivity is a basis for life and human being. It depends on soil resources, atmosphere, light, and heat. Each of these elements is indispensable.

Let us consider the biological productivity of soil depending on the climate conditions.

The main soil ingredient is known to be humus that is a detritus (organic matter) in its nature.

Chemical composition of humus is complex: it consists of phenols and organic acids with black color formed as a result of decay (humification) of organic substances of root remains and soil animals. The part of humus is up to 98 % of all organic soil matter (the rest – living roots, soil animals and undecomposed dead remains of organisms).

Simultaneously with humification process in soil takes place the process of humus mineralization. Under the action of microorganisms complex organic substances decompose to the forms consumed by plants. Different soils have different properties. They can be acid, normal, base (pH 7). They have various physical properties, can be loose and firm. The natural process of soil formation destroys if a man influences soil. Soils can be various in their productivity:

- most fertile – blackearth;
- less fertile – podzolic, forest;
- in the zone of semi-deserts soils contain less humus and are called chestnut;
- in steps where soil is saturated with salts and referred to as alkaline soil, but if salts are too much – saline. Soil salinization occurs in the areas where irrigation was and is widely used, especially in step trans-Volga region, in lower reach of the Don and Kuban Rivers. To avoid salinization it is necessary to decrease irrigation rate and use environmental friendly techniques of water supply – drip and internal soil watering.

Slow but permanent changes take place in the ecosystems under both internal and external factors exposure. When, for example, a lake is filled with silt, it is gradually transformed into marsh, then – meadow, where then bushes and trees can grow. In this case usually sun-loving and relatively fast-growing broadleaved species develop first, under which coniferous species grow.

The processes of successive change in biocenosis occurring under the impact of both external and internal factors are called successions.

Succession is a natural phenomenon though it is often conditioned by the human interference.

*Ecological successions are successive changes of ecosystems at gradual directed changes in environmental conditions:* for example, at climate changes. Changes environmental conditions result in transformations of living organisms and ecosystem productivity. Gradually the role of one species is reducing, that of other increasing, various species leave the ecosystem composition or enter it. *Successions* can be caused by inner and outer factors and last sometimes rapidly, sometimes for centuries. If the environmental changes is sharp (fire, oil spillage, rolling and track vehicle pass in tundra), environmental equilibrium is disturbed.

*Consistency of nutrient cycles* is observed in case when all carbon and nitrogen consumed by an ecosystem from the atmosphere as a result of reducers' activity return into it. All elements of mineral nutrition (phosphorous, potassium, calcium etc.) after decomposing dead organic matter return into soil solution for recycling by the plant roots.

Let us consider *complete dissipation of incoming energy in ecosystem*. It is the case when all energy consumed by ecosystem after passing the chains «producer – consumer – reducer», is dissipated i.e. «burnt» by the organisms in the process of breathing. It is dissipated by plants (due to energy consumption for breathing), animals and microorganisms that «burn out» organic substances converting them in mineral compounds. *Ecosystem supports the equilibrium owing to the fact that there is always new incoming solar energy*. Ecological equilibrium is maintained in ecosystems by complex mechanisms of interactions between living organisms and environmental conditions, between individuals of the same species and individuals of different species with each other.

Ecological equilibrium is an ecosystem condition at which composition and productivity of the biotic part (plants, animals, mushrooms, bacteria, algae) at every definite period of time corresponds to abiotic conditions most adequately – soil and climate. The main peculiarity of ecosystem environmental equilibrium is it – its mobility.

In ecosystem reversible changes take place constantly. These ecosystem changes occur during a year from spring to spring at climate fluctuations in different years and change in role of some plant species due to rhythms of their life cycles (for example, oak blooming once in 4 year, irruption of gipsy moth in a forest or mouth-like rodent in a step). At such changes ecosystem species composition is maintained, but is adjusted to fluctuations.

However under the action of optimality law stating that any system functions in the best way only in strictly definite spatial-temporary limits, very large species consuming great amount of food to support their energy balance usually die.

This enables for increasing in the system stability and resistivity to entropy. Higher, more balanced degree of succession that can exist for a very long time is called climax.

However, progressive processes are usually typical only for successions connected with natural effects. If there is a fast and massive destruction of homeostasis, for instance, at interference of the man, evolutionary mechanisms are destroyed and the systems cannot restore inner equilibrium at the previous high organization level. At the most they are replaced by other, as a rule, less productive and resistible ones, but at the worst – there happens desertification, elimination or sharp decrease in biomass with impossibility of its self-restoration.

The matter is that the more highly organized and developed species, the more complex its genetic apparatus providing resistivity, preservation of hereditary characteristics in generations. Such species including human being are sure to have, as a rule, more high adaptability to various magnitudes of environmental factors. However it has its limits. If they are destroyed very rapidly and sharply, but genetic resistivity that enables species to preserve its advantages in normal conditions, is turned into death for it.

Less organized, but capable to mutation species have some advantage and force out more organized species, occupying their ecological niches. In this case new species are often more aggressive and difficult to eliminate due to high changeability (as it was with AIDS viruses they replaced the virus of measles, scarlet fever etc.).

## BIBLIOGRAPHY

1. Baranovskaya N.V. Regularities in accumulation and distribution of chemical elements in organisms of natural and natural-anthropogenic ecosystems. – Diss. for the Doc. degree of Biological science. – Tomsk: TPU Publishing House, 2011. – 470 p.;
2. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekczij-soczialnaya-ekologiya/8-zakony-soczialnoj-ekologii-zakony-kommonera-zakon-noosfery-v-i-vemadskogo-zakon-istoricheskoy-soczialno-ekologicheskoy-neobratimosti.html>

## LECTURE 3. ECOLOGICAL SYSTEMS AND THE EARTH'S BIOSPHERE

*Biosphere. Structure and boundaries, biosphere functional integrity. Biotic matter cycle and energy flux in an ecosystem. Biosphere rhythms. Temporal variations of natural, anthropogenic, and social processes. A human being in the biosphere. Anthropogenic transformations of the biosphere. Global changes in the Earth's geospheric shells and their consequences for a man.*

### BIOSPHERE AS A LIFE ENVIRONMENT. MATTER CYCLE, ENERGY AND INFORMATION FLUXES AS MECHANISMS OF BIOSPHERE INTEGRATION AND HOMEOSTASIS

Modern concept of biosphere as the Earth's special shell was developed by V.I. Vernadskiy.

*By biosphere is meant a set of the Earth's spheres with life forms presenting a specific global sphere in which the leading role is played by living systems.* Biosphere is a greatest ecosystem of the Earth including the near Earth part of the atmosphere, the entire hydrosphere, soil and lithosphere upper layers that are combined into integrated system through matter cycle, information and energy fluxes.

The most common for biosphere is bacteria, spores of which are found in the atmosphere at 80 km altitude, in the ice thickness of Antarctica at all researched depths. In the lithosphere they are found in terms of different data at 4,5 km, 6,82, and even 10 km depth. The living organisms live at any depths of the Ocean including the bottom of deep-water troughs before 11,5 km. The living organisms live at any depths of the Ocean including the bottom of the oceanic trenches up to 11,5 km deep. However, most organisms live in the atmospheric boundary layer (ABL), at shallow ocean depths (where sunlight penetrates), in the soil and on the soil surface.

Similar to ecosystems there are energy and information fluxes and matter cycle in biosphere, which combine all biosphere subsystems into a complex integrated self-regulating system.

Photobios and chemobios. All population of the organisms living on sun energy is called *photobios*. Organisms consuming chemical energy form *chemobios*. About 1 % of the biosphere energy is the share of chemobios and the rest belongs to photobios.

Matter cycle and energy fluxes in biosphere. The main biosphere function is to maintain chemical element cycle. Global biotic cycle includes all living organisms. And it consists in element circulation between soil, atmosphere, hydrosphere and living organisms. Due to biotic cycle the long life existence and growth become possible with the lack of available chemical elements.

Matter cycle includes small (biogeocenotic) and large (biospheric) biotic exchange cycles.

*Large biotic exchange cycle* is a continuous planetary process of cyclic matter, energy and information redistribution irregular in time and space, the matter, energy and information being multiple constituents of the constantly regenerating ecological biosphere system.

*Small biotic cycle* is based on the large one and consists in matter circulation between soil, plants, animals and microorganisms.

Both cycles are interrelated and can be considered as an integrated process. Taking abiotic environment into its numerous orbits, biotic matter cycle maintains living matter reproduction and actively influences biosphere shape. Matter cycle is based on two nutrition types, autotrophic and heterotrophic.

*Carbon cycle* begins with atmospheric carbon dioxide fixation during photosynthesis. A part of the carbohydrates formed during photosynthesis is consumed by plants to produce energy; another part is consumed by animals. Carbon dioxide is emitted during animal and plant breathing. Dead plants and animals decompose, their tissue carbon being oxidized and returning to the atmosphere. The similar process takes place within the Ocean.

*Nitrogen cycle* also includes all biosphere zones. Although nitrogen atmospheric reserves are essentially inexhaustible, higher plants can consume nitrogen only after its combination with hydrogen or oxygen, nitrogen-fixing bacteria playing the most important role.

*Homeostatic biosphere function* is performed at the global level. In biosphere the relative constancy of physicochemical conditions (climatic, radiation, geochemical, hydrochemical etc.) appropriate for living system existence is maintained. It is assumed that the life on our planet has been constantly existing for more than 3,8 billion years. In larger part of Earth's surface the temperature has been already maintained in the range 0–60 °C for about 3 billion years.

Homeostatic biosphere function is performed by all its spheres and their interrelations, where living systems are of particular importance. Ozone

«screen» restricts hazardous UV radiation penetrating to the Earth's surface; significant water heat capacity impart thermostabilizing properties to hydrosphere; water maintains chemical element distribution and heat transfer; lithosphere is the source of new matter being taken in the cycle. Earth's spheres populated by living systems are their habitat and provide different conditions for their vital functions. Living systems transform the habitat making it suitable for other living forms.

In accordance with Le Chatelier's principle biosphere is able to restore the equilibrium disturbed by exogenous causes. There were different-scale catastrophic events disrupted a significant part of the biosphere in the biosphere geological history. One of them is Cretaceous–Paleogene extinction event widely known due to extinction of dinosaurs, ammonites and other organism groups. However, after some time biosphere restored its integrity and partly regenerated. Catastrophic events and subsequent biosphere self-restoration were a part of living nature and biosphere evolution.

Energy biosphere function is to utilize and accumulate solar energy and also form energy fluxes. From 100 % of the solar energy coming to the Earth's surface 30 % reflects, about 46 % is dissipated as heat energy, 23 % is the loss caused by evaporation and precipitation, 0,2 % – by wind, waves and currents and 0,8 % is for photosynthesis.

*Ecological (trophic or energy) pyramid rule:* when transferred from one trophic level to the next the most energy is lost. Biomasses follow the same principle: consumer biomass is 10 times less than producer biomass.

## NOOSPHERE, TECHNOSPHERE AND COADAPTIVE DEVELOPMENT

Noosphere (sphere of human thought), according to the idea of V.I. Vernadsky, should be inevitably developed from biosphere as the result of its evolution. In noosphere human becomes enormous geological force, he can and should transform his life sphere with thought and work. Chaotic self-development in noosphere based on the natural self-regulation should be changed by the rational strategy regulating natural development processes and based on forecasts and plans.

Technosphere is a technical shell of the environment on Earth artificially transformed by human production activity and their products.

Nowadays the noosphere theory developed by V.I. Vernadsky along with other famous philosophers, namely Edouard Le Roy and P.A. Florensky, is considered to be a social utopia. Human guided by scientific and technological advance became not only geological force on its impact scale

but also destructive force. Ideas of world transformation based on technological progress and social engineering, being popular in the second half of the XIX century and first half of the XX century were developed into atrocious totalitarian experiments and completely discredited in practice. The noosphere concept which was great, but far from its practical application, has avoided this fate and continues to develop. In noosphere, according to the modern notions, people will learn not to conquer nature, but, first of all, to manage themselves. This modern interpretation of the noosphere idea is a part of co-evolution (cooperative evolution of humans and biosphere) theory developed by N.N. Moiseyev. According to the theory, for its optimal condition humanity should consume not from 10 % to 40 % (according to different estimates) of primary biological production, but limit itself to no more than 1 %. It will allow humans as biological species to adapt to their ecological niche and natural biogeochemical cycles. To attain this, humans should proceed from the world transformation to development themselves just as it was after the transition from the Paleolithic to Neolithic age, when the physical human type development was replaced with nature subjugation by him. Co-evolution is considered as harmony between «intellect strategy» and «nature strategy».

#### HISTORY OF DEVELOPMENT IN KNOWLEDGE ABOUT CHEMICAL COMPOSITION OF BIOSPHERE AND SCALE OF ITS CHANGES

The history of development of the concept on biosphere geochemistry is closely related to the name of Vladimir Ivanovich Vernadskiy who created the theory of biosphere and raised the question on necessity of special study in functions of living matter playing a major role in redistribution of elements in various media with which it is connected. The idea of research in living organisms from geologic point of view was originated by V.I. Vernadskiy as early as in his student's years when he took part in field expeditions of his teacher – soil scientist V.V. Dokuchaev. Then it was developed during the years of his living in Ukraine (1916– 1920) and in France (1922– 1926). Beginning from 1921 Vladimir Ivanovich arranged systematical investigations in biogeochemistry (Vernadskiy, 1921; 1922; 1926; 1930; 1939 others). The works concerned with the question were continued by his disciples A.P. Vinogradov, V.V. Kovalskiy and others. By that time, according to A.P. Vinogradov's archive data in the lab of RAS BIOGEL GEOHI, in some countries the researches on element content in living organisms started to develop. For instance, by the beginning of the 20-th century Italian and German scientists had revealed the relative quantities for contents of some rare-earth elements (according to the BIOGEL achieve data: Schiaparelli,

1880; Yunk, 1926), bromine (according to the BIOGEL achieve data: Paderi, 1898, Yustus, 1907) and others. However, they were not of systematic character. Fundamental studies in the role of living organisms in concentration of elements are presented in V.I. Vernadskiy's book «Biosphere» (Vernadskiy, 1926), one of the most famous books of the outstanding Russian scientist translated nearly into all languages of the world.

In his logically accomplished study on biosphere as a geospheric shell containing life, V.I. Vernadskiy paid special attention to geochemical processes with participation of living matter (LM). «Living matter is quite special chemical sphere in the chemistry of the earth's crust... In living matter, in its every cell ... there is a vortex of chemical elements replacing each other», wrote V.I. Vernadskiy (1994, p. 168).

His works were continued by the research of A.P. Vinogradov (1932; 1935, 1938 others). Thus, his research on living matter geochemistry is fundamental and still topical for analysis of concentration rates of definite chemical elements (Vinogradov, 1932). But in his monograph «Chemical element composition of marine organisms» he put forward a number of ideas on regularities that contributed to the establishment of biogeochemistry as a science and are still urgent (Vinogradov, 1935). These researches were carried out in the world first Biogeochemical laboratory organized in 1928 on the basis of small Department of living matter at the Commission on Study in Natural Production Forces of Russia established by V.I. Vernadskiy in 1926 and operating successfully up to nowadays (Head of the laboratory – Prof., D.of Biol.Sc. Yermakov V.V.) It was just from that time that the history of the first world systematic fundamental studies in living matter has started. Theoretical bases first developed in the Biogeochemical lab formed later powerful scientific trends and schools. For example, on the basis of the lab the researches on uranium were performed, the questions of element isotope geochemistry were studied, microbiological investigations were made, the problems of methodology for analytical research in low element contents were discussed, and some others. The last question was paid special attention by all the scientists as the high content of elements in living matter is characterized by small values. It is this fact that conditioned significant problems of study in living matter element composition. Developing analytical methods we are furthering more and more our knowledge in regularities of element composition formation of all living matter. V.I. Vernadskiy in one of his letters wrote: «Such new chemical disciplines which has finally formed in the XX century as geochemistry and biogeochemistry are based on analytical chemistry – the sphere of knowledge of great practical and scientific significance» (V.I. Vernadskiy, from Vinogradova, 2007,



P. 85). It is due to this fact that the lab BIOGEL was a major center of living matter chemistry study; it contributed to the development of knowledge in the sphere of living matter geochemistry and at that time to reveal the regularities in formation of element composition and species evolution. In 1930' A.P. Vinogradov put forward the idea of biogeochemical provinces (Vinogradov, 1938) that allowed for transition to practical solutions of prophylaxis in thyroid endemias Kashin-Bek disease, and a number of other pathologies in animals and human beings.

During this period researches in element accumulation in human and animals' organs and tissues were intensely performed by German and other scientists (Damiens, 1921; Burkser e.a., 1931; Hoffman, 1942; Warren e.a., 1949; others).

Since the 1930's physiological microelement role in the life of man and animals became the subject of V.V. Kovalskiy who followed V.I. Vernadskiy and A.P. Vinogradov and was appointed the head of Biogeochemical laboratory (since 1954) (Vinogradov, 2007). It was in this laboratory that the idea of living organisms' homeostasis with natural geochemical composition appeared and was developed (Kovalskiy, 1974; others.) and biogeochemical map of the Soviet Union was composed on which biogeochemical provinces were shown with excess and lack of the elements. On the basis of this map one could predict this or that disease in terms of the known data.

Since 1945 the Biogeochemical laboratory under the supervision of A.P. Vinogradov there hold meetings at which different problems of living organisms' microelements were being discussed. In 1950 on the basis of GEOHI and International Institute of Breeding under the guidance of Chemical and Biological Sciences Departments of USSR AS and All-Union Agricultural Academy the first microelement was held.

By the 50's of the last century the main research trends in microelement and their role in various spheres of biology and medicine had been formed. The results of these works were fundamental and, up to nowadays, are the basis for performance of functional-diagnostic investigations and medical-prophylaxis actions for animals and humans. (Kovalskiy, 1982; 2009). At the same time the laboratory carried out the development of biogeochemical method of ore mineral exploration (D.P. Maluyga, 1964; Nesvetaylova, 1970; others), the chemical composition of fossil organic matter of ancient organisms was studied (S.M. Manskaya, 1964; T.V. Drozdova, 1964, others.) and a number of other trends (Kovalskiy, 2006).

Scientific researches of Ya.V. Peyve's, V.V. Kovalkiy's, P.A. Vlsyuk's, F.Ya. Berenshtein's schools enabled to wide application of microelements in plant growing, zooengineering, and veterinary as well as in medicine. 1950–1960's of the 20-th century were the period of prosperity in research of element content in living matter composition. There were conferences, meetings on these topics in different cities and countries (Baku, 1958; Riga, 1959; Kiev, 1965; Ulan – Ude, December, 1960; Krasnoyarsk, November – December, 1964; Omsk, July, 1969; others). Particularly numerous were investigations in plant composition of different species, problems of element migration from soil to plants, role of chemical elements in living organism's functioning, peculiarities of element concentration in different organs and tissues as a standard and pathologically (Vinogradov, 1954, 1957; Brieger e.a., 1959; Schreder, Balassa, 1961; Underwood, 1962; Warren, 1959; Warren e.a., 1967; Babenko, 1971; others).

Under the supervision of V.V. Kovalskiy the large-scale research in definition of trace element role living organism is in process in the Biogeochemical laboratory. New biogeochemical trends – geochemical ecology and the study on biogeochemical biosphere zoning were developed. This contributed to the development of concept on human microelementosis as early which in 1983 was generalized and classified (Avtsyn et al, 1983, 1991). Thanks to the development of study in biogeochemical provinces and researches of numerous scientists in element composition of living organisms it became possible to develop the measures for prevention of populations disease rate increase.

Similar research was and is performed abroad (Italy, January, 1993; Greece, October, 1997; France, May, 1999; Sweden, September, 2000; Germany, Arbeitstagung, 1996–2002; et al). In recent years it was systematically made by Professor M. Anke («Mengen ...», 1999, 2000, 2001) in Germany, Sophia and Serge Ermidot-Polet in Greece (2005, 2007, 2009), Professor M.S. Panin in Kazakhstan (Semipalatinsk city, 2002–2009).

Today there is information on living matter composition in all geochemical manuals and encyclopedias. The most complete original data on this issue are generalizations of H.J.M. Bowen (1966), Gibbons (1968), A.P. Vinogradov (1932, 1935), V.V. Kovalskiy (1974), V.V. Yermakov (2009), A.A. Kist (1987), A. Kabata-Pendias and Ch. Pendias (1989, 2007), V.B. Il'in, (1985, 1991), V.V. Ivanov (1997), S.M. Tkalich (1959), G.N. Sayenko (1992), N.F. and M.A. Glazovskiy (1982, 1988) as well as A.P. Avtsyn (1991), D.P. Malyuga (1963), J.A.C. Fortesque (1985), J. Emsly (1993) and a number of other scientists including researches on some species, tissues and

organs (blood, hair etc.) (Iyengar et al. (1978); Ryabukin (1978), Bucku, Parr (1982), Bowen (1979), Underwood (1977) others), collections of committees' reports («Human being...», 1977; «Health risks...», 1988 and others).

Characteristic feature of modern studies is an interdisciplinary approach to area of research in composition, distribution, the role of the chemical element in living material. There is a tendency of knowledge synthesis accumulated in different scientific field. The problem of establishing new discipline named «Medical geology», the necessity of which resulted from that huge role played by the environment in the process of formation chemical composition of living organism and the occurrence of pathological conditions of man. In the the course of this discipline the investigations of different areas concerning influence geological factors on human health were performed («Umweltmedizin...», 1999; «Essential...» 2005; Selinus et.al., 2010). A research in results of influence on living organisms is underway across different scientific and field directions of studying the environment. That's why mutual understanding between professionals of different profiles and different notional base is necessary in this case (Emmanuel, 1982; Saet et al, 1990; Agadzhanyan, 2006 others.).

The importance of an interdisciplinary approach towards study of the problem of interaction system «living organism-environment» consist in the fact that degree of anthropogenic stress increases with development human society. In this case the scale of harmful impact of toxicant releases and wastes on environment and their longtime accumulation has reached such a critical values that we can speak about «chronic biogeoplanetary disease» (Yu.P. Gichev, 200, p.13). Along with biochemical endemias of natural origin development of endemic diseases becomes possible that is the respond to anomalous structure of environment transformed by anthropogenic activity (Revich et al, 2003, 2004; Skalniy 2004, 2004; Babenko, 2001 et al.). The most close interconnection between the cause of many diseases including endemic ones and the environment is revealed by a new scientific direction which has found wide application recently due to the worksof W.L. Suslikova – geochemical disease ecology. (Suslikov, 1999. 2000–2003).

In the environment there appear chemical elements, which were previously absent (Pu, Am etc.), concentration and rate of element distribution increases. In the course of study in the degree of human influence on environment, it was establish that the processes of anthropogenic (technogenic) origin including electromagnetic radiation (Plekhanov, 1996, others.), radioactive and chemical elements influence drastically the peculiarities of living organisms' development and its chemical composition (Krivolutsky, 1971,

1984; Rikhvanov, 1997, 2009 et al.). Definition of anthropogenic pollution given by V.S. Bezelia (2006) is a negative modification of natural environment caused by human activity having the effect of changing the matter, energy, radiation cycles and is apparent in changes in the biota conditions. According to the authors of the book «Geochemistry of Western Siberia» these changes can cause not only irreversible transformations of principal components of the life support systems and their destruction but also the production of new, previously unknown process, hostile to modernbiological process. («Geochemistry...», 1996). In the modern conditions characterized by significant anthropogenic load, every effort should be made to preserve life on the Earth. For this purpose it is necessary to perform quantitative evaluation of the available geochemical backgroundand its changes, to establish the regularities of environmental components impact on the biota, to determine the background indicators at which adaptation processes in the organism andover-organism systems ispossible, to establish indicators of unfavorable environmentfor the functioningof living organisms including human.

The scale of changes in geochemical composition of the biosphere is enormous. They are caused by many factors, including increasing intensity of natural resource extraction and rapid technological progress. The intensive investigation of the influence of natural and anthropogenic processes on global environmental changes is performed in nearly all developed countries. They are carried out in the course of special international and national programs as well as in numerous areas of environmental programs («Global...» 2001 and other). The need for the study and understanding of these processes becomes apparent for the purpose of predicting and minimizing their negative effects for humanity as a whole. A number of authors studying global processes in the biosphere have noted that the response of living systems is not always straightforward and predictable. Thus, the study of periodic changes of global nature (Dobretsov, Chumakov, 2001) revealed that biotic components of the biosphere «... respond to climate change not so straightforwardly and predictably as the taps because of their inherent homeostasis, behavioral and evolution flexibility, stability, they create ecosystems».

This property of the living organism – to respond ambiguously – is based on the adaptive characteristics of organisms developed in the course of evolution and adaptation to environmental conditions, is seen in the analysis of changes in elemental composition of an individual organisms. Thus. Hopkin arid Martin (Hopkin and Martin, 1983) showed that predatory centipedes (Chilopoda) caught on the site with a high content of zinc, cadmium, lead,

copper, have greater resistance to the toxic action of provocative factors in comparison with animals from background regions (Bezel, Panin. 2008). There are a lot of other examples (Nekrasova, 1989; Zhuikova, 2001 et al). A complex character of residence can be explained by both the properties of the organism and the specific factors in relation to which it is developed. We V.N. Pozolotina et al. (2009), in particular, observed that the biological effects of chronic radiation effects are manifested in subsequent generations even after removal of stress, while the heavy metals leave no serious consequences for offspring.

In addition, the response of living systems depends on the level of their organization. For example, L.P. Braginsky (1984) notes that «... if an individual's death means the most terrible and final defeat in the struggle for existence, for the mass mortality of the population – it is just removal of less adapted individuals and some reorganization of the biological system ensuring its safety,» (Bezed, 2006, P. 23). When speaking about cell-tissue organization level, the individual functionally mature cells live and perform their functions even after relatively high doses of toxicant.

However, when we speak of survival of mankind and in the specific case – about life and death of an individual, we cannot consider the problem indifferently and in general. No matter how much anthropocentric approach is criticized, it is important for us to preserve the lives and health of people in the first place. How strong the changes in the biosphere will be and how it affects human health – they are the most urgent questions faced by humanity. Unfortunately, we do not have enough data to estimate the average indicators for the chemical composition of human body, although that task was set by V.I. Vernadsky at the dawn of the last century. He wrote: «The main drawback is the lack of a complete elemental analysis of living matter .... We do not have it, even, for example, for such a body as a person whose body has been studied for centuries ...» (Vernadsky, 1960). At the same time, the question of changing the geochemistry of natural environments has been studied quite intensively. Global consequences of technogenesis (Fersman, 1937) are well known, these include the greenhouse effect, desertification arid zones, regulation of pollution and runoff, acid rain and several other global problems. Humankind faced the challenge of global anthropogenic geochemical scattering (Yashin et al, 1998) Anthropogenic scattering of chemical elements is a natural consequence of the industrial technogenesis. For the first time on a global scale, this process was spoken in the late 70's of last century. It was found that the real threat to the survival of humanity and the preservation of Earth's biosphere is anthropogenic scattering of such

toxic to biota components as arsenic, mercury, chrome, lead, vanadium, cadmium and others (Bockris, 1997: Tyutyunova et al, 2001: other).

The modern world's analytical capabilities allow us to trace the changes in the geochemical background of Earth's Spheres including the biosphere – the living sphere permeating all the rest. Thus, according to V.N. Bashkin (2004), total natural mercury emission to the atmosphere within Europe in 1996 was 219 tons per year, while the direct human-induced mercury emission was 326 tons per year. Table 4 shows the data on the certain chemical elements global emission associated with the biosphere transformation in technogenesis (Yermakov, 2003). It is obvious that anthropogenic elements emission exceeds significantly the natural one. The author notes that «the current human factors are so vast and instantaneous in time, that they set the pressing task of local and global assessment for the current technological processes and protection of organisms from their harmful effects» (Yermakov, 2003, p. 6).

Table 4

*Global emission of the chemical elements (thousand tons per year)  
(by V.V. Yermakov, 2003)*

Chemical element	Natural emission		Anthropogenic emission	
	Pacyna (1992)	Mukherjee (2001)	Pacyna (1992)	Mukherjee (2001)
Cd	0,96	0,1–3,9	7,6	5,6–37,7
Co	5,4	0,6–11,4		
Cr	53,9	4,5–83	30,5	585–1310
Cu	18,9	2,2–53,8	35,4	542–1403
Hg	0,16	0–4,9	3,6	1,6–15
Mn	516	51,5–582	38,3	706–2633
Ni	26	2,9–56,8	55,7	93,3–494
Pb	18,6	0,9–23,5	332	479–1039
Zn	45,5	4–86	132	689–1954
V	66,1	(70)*	86 (90)*	21,4–138
As	7,8	1,1–23,5	18,8	52,4–111,6

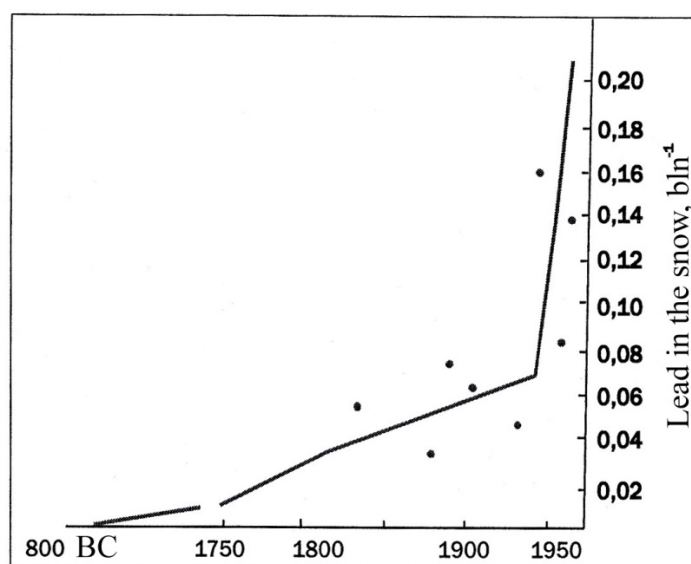
Note: \* – according to Nora (1994).

The scale of eco – geochemical changes in the biosphere is sufficiently detailed in the papers of V.A. Alekseenko (2000, 2006). Author regards «... those geochemical changes in the biosphere, which have an effect on living matter or individual organisms» (Alekseenko, 2006, p. 386). He gives three main causes of this effect:

- 1) the changing content of the element (prevalence);
- 2) changes in their distribution (dispersion);
- 3) changing the ratio between the major forms of chemical elements and the appearing of new forms.

The changes are both global and local, associated with the activity of one or more production facilities. The study of these changes is connected with the application tasks.

As an example of the global manifestations of anthropogenic changes in eco-geochemical biosphere environment, author considers the biosphere metallization and, in particular, the so-called lead pollution. Indeed, the beginning of the local pollution as a result of vehicles, development of chemical and metallurgical industries in their abundance gradually becoming a global problem (Bockris, 1977). The fact of lead accumulation in the Greenland glacier is a good example (Fig. 6). The content of the element, though varied, but there is a clear correlation of it with the quantity of lead emitted into the air due to factories and cars (Nebel, 1993, with reference to Murozumi, 1969). According to Bunce (1994) production and consumption of this element directly depends on human activity (Fig. 7). It should be noted that living organisms are actively respond to changes of this element in the environment both in the direction of accumulation dose increase and downward. In the case of lead, the number of vehicles is directly influenced the concentration increase in plants (Fig. 8), and the activities undertaken to reduce its content in the environment (in particular the prohibition on gasoline leading), accompanied by a decrease in its content in the population blood (Fig. 9).



*Fig. 6. Lead content in the glaciers of Greenland. Age of ice samples corresponds to the depth (by B. Nebel, 1993)*

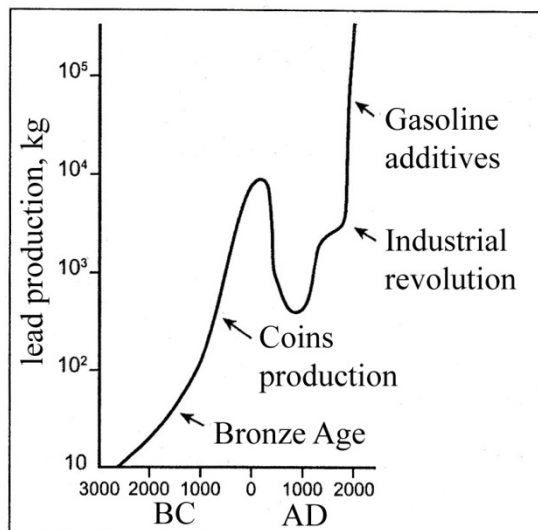


Fig. 7. Production and consumption of lead during the human history (Bunce, 1994)

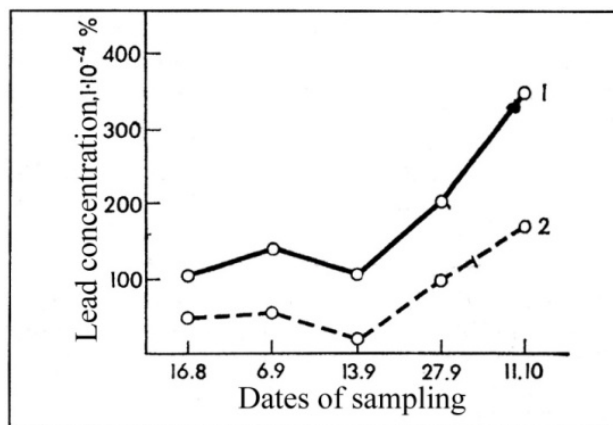


Fig. 8. The lead concentration changes in the bush leaves from the beginning of August to October when the traffic of cars per day was: 1 – 28 thousand; 2 – 12 thousand (Batoyan, 1990)

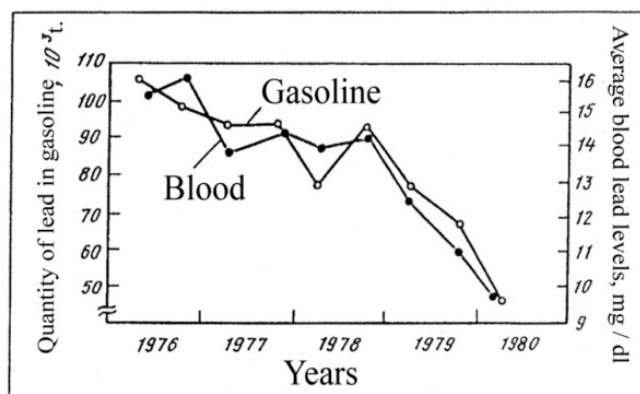


Fig. 9. Reduction of lead in the blood of the U.S. population after termination of lead gasoline production (Silbergeld, 1995).



These graphs testify the realization of one of B. Commoner's laws – «Everything is interconnected with everything».

The global biosphere transformation as a result of technogenesis is defined by A.Ye. Fersman in 1937 (Fersman, 1937), it can be judged by the changes in the accumulation rates of alien for biosphere element – plutonium. Thus, until 1945 this element did not exist at all. In 1953 it was detected in the amount 0,0007 Bq/g, in 1954 the amount increased up to 0,013 Bq/g, but by 1958 the activity of this element in human lungs achieved 0,25 Bq/g («Plutonium...», 1994).

In the 50–70's of last century as an example of this element and the other elements a number of authors have shown that the change in concentration of the element as a result of intense anthropogenic impact on living organisms can vary within very wide ranges (Schepers, 1955; Warren, Delavault, 1960; Cannon, Bouals, 1962, Laygvart, Spegt, 1970; Page, 1971, Brooks, 1982). Thus, Capito and research workers have shown that the lead content in hair in the case of lead poisoning reached 0.1%, when the standard content is  $2.4 \times 10^{-3}$ %. D. Brays-Smith (1971) established that for men living in urban Philadelphia areas lead level was significantly higher than expected rate, and it was some more than  $0.5 \times 10^{-4}$ %. The standard for people in United States and Britain as well as New Guinea inhabitants was considered the content  $0.2 \times 10^{-4}$ %.

It is possible to assume that the presence of the same planet living matter response to change in the concentration of any other element. Thus, the nuclear technogenic development leads to abnormally high concentrations of a specific elements number (as plutonium, uranium, cesium and etc.) in the objects of animate and inanimate nature. For example, L.P. Rikhvanov's research results (2002) have evidenced that the fission element accumulation level ( $U^{235}$ , Pu, Am and other transuranium elements) in the environment increased in global scale 2-3 times (Fig. 10). While in some local areas, the locations of the nuclear fuel cycle enterprises, nuclear test sites this level has changed even more significantly (Archangelsky, 2004; Zamyatina, 2008, Bolsunovsky et al, 2004).

L.P. Rikhvanov's and other data on uranium content in ice water (Fig. 11), cesium content by A.M. Megibor's data (2009) in peats (Fig. 12) have shown the global changes too.

There are changes in element soil composition everywhere that is conditioned by both local transformation and global technogenic fallouts (A.I. Perelman (1955, 1989), V.A. Kovda et al. (1980); M.A. Glazovskaya (1988; 1994),

B.B. Polynov (1956), V.A. Alexeenko (2001); G.V. Motuzova (2000, 2001), V.B. Il'in (1985, 1991); V.V. Dobrovolskiy, (1983, 2008); N.L. Baidona, 2004; L.P. Rikhvanov et al. (1993); Ye.G. Yazikov et al. (2010) and others).



Fig. 10. Changes in the global background of fissile radionuclides (U-235, Pu, Am and other) in the last 150 years (based on radiography of the rings trees). Conventional legend: 1 – a curve to the observed points; 2 – smoothed curve; 3 – regional level (by Rikhvanov et al, 2002)

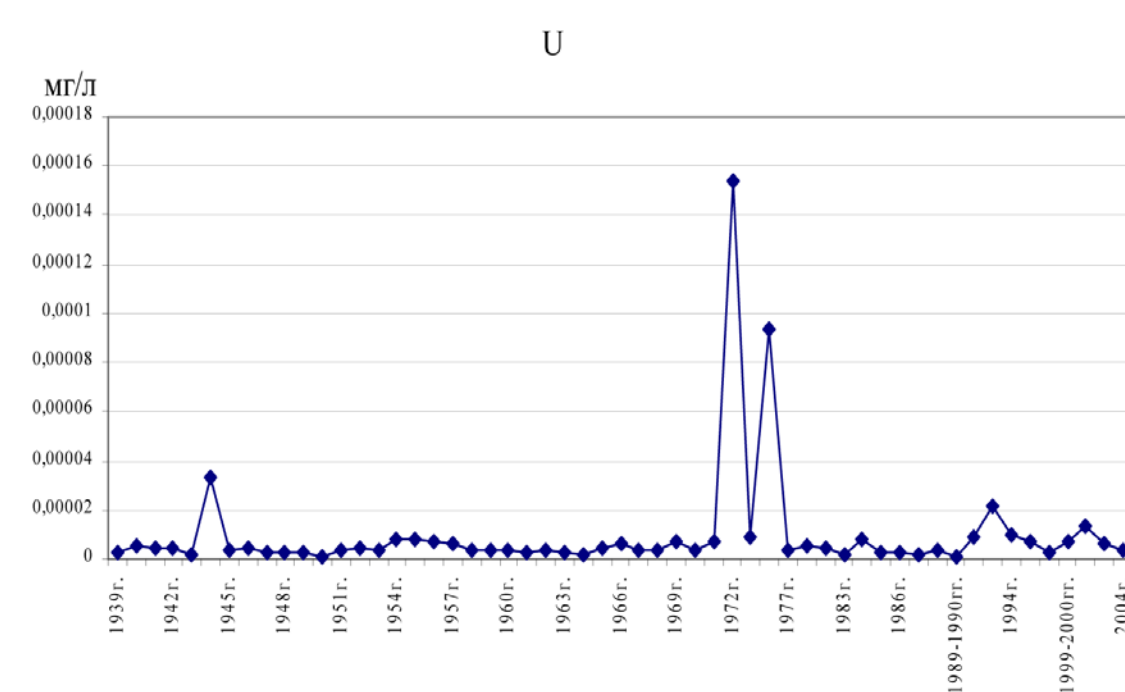


Fig. 11. Uranium content in melted snow water in Aktry, Gorny Altai, 2005 (by Rikhvanov et al)

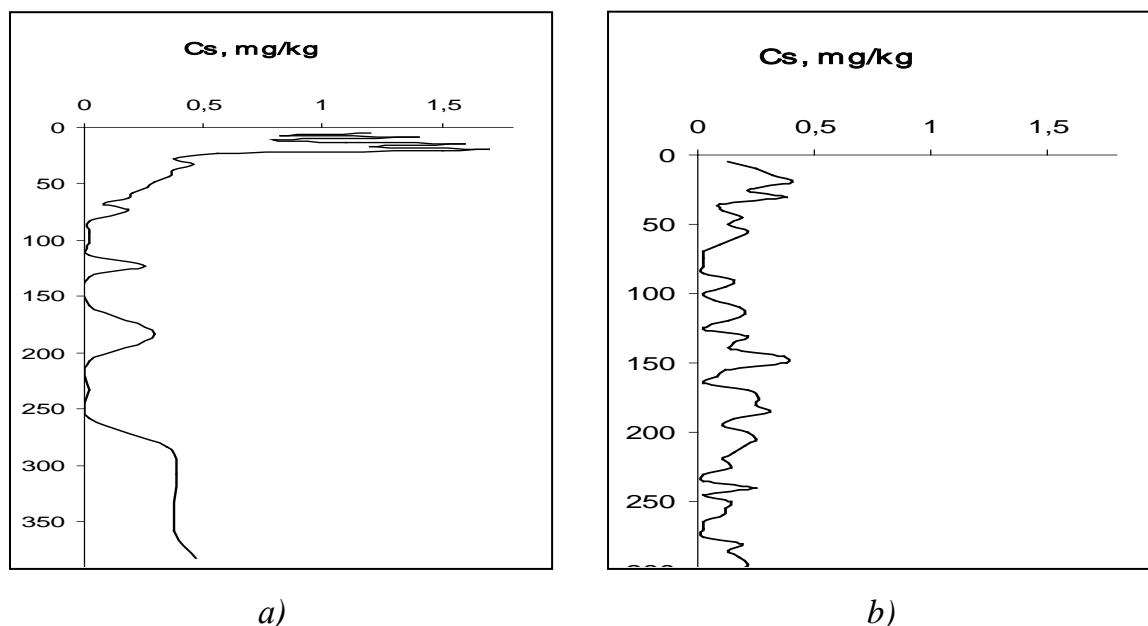


Fig. 12. Cesium content in peat in SHK influence zone (A) and background area (B) (by A.M. Mezhibor's data 2008)

Changes in global geochemical background are indicative for the aquatic environment. Thus, as a result of hydrocarbon extraction and oil transportation, pollution leads to irreparable consequences. From the time of beginning of oil tanker shipping about 5 million tons of oil is spilled annually. Process of an accidental oil spillage, as happened in the Gulf of Mexico in 2010, led to irreversible consequences that are difficult to assess at the initial stage. High levels of oil pollution are observed in vast aquatic areas of Mexican Gulf and Persian Gulf, the northern coast of Alaska and Canada, in the Caribbean and the Arabian Seas and other parts of the world ocean, where the natural oil seep are located on the coast and continental shelf (Sadovnikova et al, 2006). Besides, dumping of chemicals, radioactive substances have changed the geochemical shape of the World Ocean, involving directly living organisms in these changes.

Global transportation of substances with aerosols and river runoff forms specific benthic sediments in estuaries and the oceans floor; let's talk about the redistribution of elements in the hydrosphere (Korsh, 1991 and others). The processes of redistribution results in climate change on the Earth. Thus, according to V.P. Shevchenko (2006) the role of river flow increased as one of the mechanisms of environmental pollution in the Arctic. This is due to thawing of ground in parts of the area, formerly referred to permafrost one that is accompanied by the intake of anthropogenic components accumulated over many years in the waters of rivers, flowing into the seas of the Arctic Ocean (Israel et al, 2002). The processes occurring in the scale of World

Ocean could lead to a shift in the balance of nature because of its hugeness. In relation to pollution the mass of the ocean acts as an effective buffer capacity, but that's why on it has a stronger impact residual effects of pollution, violating the established life cycles in the ocean. The huge danger is pollution of the ocean such metals as mercury, lead, cadmium, copper, zink, chrome and etc. In virtue of the existence strong interrelation among all the shells of the Earth it is impossible to foresee all the consequences of intensive accumulation of toxicants in any of them. Thus, a bright example is the deplorably infamous human disease, appeared in the prefecture of Minamata in Japan between 1953 and 1960, of which died or became disabled 111 humans. The cause of the disease is use of fish and shrimp, poisoned by dimethyl mercury, which was discharged into the sea by plants producing polyvinyl chloride (Barbier, 1978). Other toxic elements can also cause intoxication of the human body in the case of eating seafood (Brieger, Rieders, 1959). Marine animals, especially filtering organisms, are capable of accumulating radioactive elements that fall into the ocean after the nuclear explosions and industrial waste.

Radioactive waste, which according to data of R. Kolas (1973), was about 10,000 tons per year in 1958, in 1965 already amounted about 100 000 (Barbier, 1978). Nowadays according to some estimates  $10^8$  m<sup>3</sup> radioactive waste with activity  $1,8 \times 10^5$  Ki have been accumulated at the enterprises of uranium ore extraction and processing in the dumps and tailings (from Rikhvanov, 2009 with reference to Gupalo, 2002). What part of this huge number would occur in the hydrosphere is difficult to say.

Increases in water releases and organic pollutants pose a serious problem to the environment (Barbie, 1978, Gennadiev et al., 2006). Significant harm is brought by the huge amounts of chemical produced for military purposes and entombed in the Barents and other seas.

The works of P.A. Popov (2003, 2007), G.A. Leonovoi (2008, 2009), T.I. Moiseenko (2009) and many other scientists showed that change living matter freshwater, associated with exposure to anthropogenically-technogenetic factors. Results of numerous studies suggest about the local and global processes of change elemental composition of the waters rivers and living organisms, living in them (M.S. Panin (2002), Toropov, 2006; A.K. Sviderski (2006), Bolsunovsky, et al. (2005)). All of these changes once again confirm the fact that changes in the global geochemical background of the hydrosphere. Undoubtedly, it influences the formation of the elemental composition of all living matter.

A number of scientists are working at the solution of the problem of normalization chemicals (Krivolutsky, 1984; Goncharuk, Sidorenko, 1986; Izrael et al, 1991; Taritse, Pokarzhevsky, 1991; Vorobeichik et al, 1994 and etc.). It's a huge problem is the search criteria for the concept «norm», «pollution», «pathology» and etc. The issue of using regulatory indicators in the process of environmental analysis and its impact on living organisms, especially on the human body (inasmuch as the survival instinct demands it from us), is the cornerstone in the development of behavioral strategies and decision making about needed to adjust measure according to prevention and treatment of pathologies. Problems of load regulation on ecosystems are discussed in our country for over two decades, but none of the existing concepts cannot answer all the questions that arise in practice (Fedorov, 1976; Krivolutsky, 1984; Goncharuk, Sidorenko, 1986; Israel et al., 1991; Tarita, Pokarzhevsky, 1991; etc.).The subject of evaluation norms ecosystems can only be a man, because for the system itself, any state of the «normal» (Vorobeichik et a.l, 1994, Bezel, 2006). Such an approach to this problem was developed in works by T.D. Aleksandrova (1988) and D. Krivolutskaya et al. (1984). The relationship between the state of population health and the biogeochemical structure of the territory allow for statement of possibility and necessity to develop the parameters of environmental regulation based on the study of this structure in natural landscapes and on anthropogenically altered areas.

According to V. Dobrowolski (1983): «Man-caused scattering of metals not only affect the planetary pollution, as amazes limited area... At region of local pollution is deeply affected biota, created a situations, dangerous to the population. Accounting for regularity geochemistry of dissipated elements necessary for the prediction and prevention of adverse effects» (Dobrowolski, 1983, page 255). Research conducted by scientists of the Siberian region (Vorobyov et al., 1992; Moskvitina, 1988, 1999; Moskvitina, Kokhanov, 2002; Kuranova, 1992, 2003; Kuranov, 2000, 2009; Babenko, 2000, 2006; Leonova, 2008, 2009; Popov, 1996, 2000 and many others), convincingly demonstrates the correctness of this conclusion. Thus, the Tomsk region carried out in different time numerous studies have shown that the main enterprise of the regional center had a significant influence on the geochemistry specificity of different environments, including the composition of living organisms. The influence of the city shown in Tomsk investigators A.P. Boyarkin, N.V. Vasiliev, G.G. Glukhov (see Rikvanov et al., 1993). Thus, A.P. Boyarkin et al. (1980) found decrease in number of elements depending on the distance from the city of Tomsk in environments such as milk, honey, children's the hair (Tab 5).

The work of N.S. Moskvitin et al (1999, 2000) states that the chemicals that are accumulated in the bodies of mammals, particularly rodents, living in areas with high anthropogenic load, are consistent with geochemical characteristics of the study area.

Table 5

*The content of trace elements (mg / kg) in different environments, selected at different distances from the city (according to A.P. Boyarkin, 1980)*

Element	Children's hair			Honey			Milk		
	Close zone	Far zone	Ca	Close zone	Far zone	Ca	5 км	15 км	30 км
Br	0,327	0,104	3	–	–	–	14,20	13,82	11,01
Na	10,4	3,89	2,7	–	–	–	–	–	–
K	16,79	7,11	2,4	–	–	–	–	–	–
Cl	59,92	23,51	2,5	–	–	–	–	–	–
Rb	–	–	–	–	–	–	13,82	19,91	13,82
Zn	–	–	–	–	–	–	16,06	15,71	17,15
Fe	–	–	–	–	–	–	34,03	59,49	68,63
Au	–	–	–	0,396	0,157	2,5	–	–	–
Sc	–	–	–	0,253	0,145	1,7	–	–	–
Co	–	–	–	0,258	0,100	2,5	–	–	–

Note: «–» – element is not determined; C<sub>a</sub> – accumulation coefficient.

These researches were performed in the zone of North industrial unit impact (Tomsk city) which is characterized by the presence of large number of plants of various profiles influencing specifically the neighboring regions.

A.C. Babenko (2000) points out that the most suitable objects for observation of some rare-earth element distribution (Th, Hf, Yb, Eu, Rb) are staphilinids, whereas for U, Brmore convenient are long-tailed shrews and grey-sided voles (Babenko, 2000).

V.N. Kuranova et al (1992, 2003) stated that microelement composition of amphibians reflects the effect of the environment.

G.A. Leonova's (2009), Popova's (2001), A.V. Toropov's (2006) works demonstrated the influence of technogenesis factor of local level on water biota – plankton, algae, and fish.

## ANTHROPOGENIC BIOSPHERE TRANSPORTATIONS

Medieval Europe ran up against the ecological crisis in XIII-XIV centuries, when the resources of extensive development were depleted («great grubbing» of European forests and land plowing, urban growth as center of

crafts in the XI–XIII centuries). Agricultural migration contributed to the attraction of population to the cities. City growth was restricted by the walls that resulted in high density of population and, due to insanitary conditions, led to epidemics. The struggle for resources resulted in numerous wars of the latest Medieval. The way out of this crisis became: resource exploration from other continents, industrial revolution leading to formation of industrial society. Industrialization sharply increasing the labor productivity and accelerating the society development became the reason for great social-economical and environmental problems. The struggle for resources served as a reason for two world and numerous local wars, armament race. Accelerated industrial development significantly stimulated by wars led to the contemporary environmental crisis and the stage of nature protection as a try to solve the problem.

*International nature protection* is closely connected with social issues. The role of united efforts of different countries is a key one in solution of global and regional environmental problems aimed at decrease in atmospheric releases, ozone layer protection, marine biological resource protection etc.

The modern stage of nature use and environmental protection started at the turn of the 1960–1970's. It followed by the ecological crisis brightly seen in the developed countries of East in the 1950–1960's. later in 1970–1980's in the former USSR and socialist countries.

***Environmental crisis of the 1950-1980's.*** To the manifestations of ecological crisis one refers numerous examples of accidents, air pollutions, surface and underground water pollutions, soil and plant degradation. For instance, in 1952 2500 men died because of smog in London during several days. In the USA the symbols of ecological catastrophes became the Kewyahoga River in Cleveland city that at the end of the 1960's was so polluted with hydrocarbons that it burnt, and the lake Eri where the process of eutrofication caused by organic pollution were of such rate that «it became too dense to swim in it, but too liquid to plow». In Tokyo in 1973 328 days were with smog; transport policemen were in air masks, in the streets special machines were fixed to sell fresh air.

According to the program of UNO on the environmental problems the global environmental problems appeared at present as a result of anthropogenic activity are as follows:

- changes in atmosphere and climate;
- changes in hydrosphere;
- changes in lithosphere – production and exploration of minerals and land use;

- changes in biota (plants and animals);
- changes in agriculture and forestry;
- demographic problems including problem of food production;
- urbanization as a problem of residential areas;
- influence of environment on human health;
- problems concerned with industrial development;
- problems concerned with energy production and consumption;
- problems concerned with transport development;
- problems concerned with war impact on the environment as well as ecological consequences of wars.

The modern stage of environmental protection includes:

Adoption of efficient national nature protection laws and arrangements of bodies, committees having rights to control all spheres of environment to realize the laws;

Influence of economical mechanism of nature use on the basis of the principle «pay that who polluted».

#### BIBLIOGRAPHY

1. Baranovskaya N.V. Regularities in accumulation and distribution of chemical elements in organisms of natural and anthropogenic ecosystems.: Diss. Of Doctoral Degree in Biology – Tomsk, 2011. – 470 p.
2. <http://ekologobr.ru/otvety-na-voprosy-qekologiya-i-prirodopolzovanieq/148-biosfera-kak-sreda-zhizni-uchenie-vi-vernadskogo-o-biosfere-foto-bios-i-xemobios-krugovorot-veshhestva-potoki-energii-i-informaczii-kak-mexanizmy-integraczii-i-gomeostaza-biosfery-noosfera-i-texnosfera-ix-koadaptivnoe-razvitie.html>;
3. <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook101/01/part-001.htm#i28>.



## LECTURE 4. ANTHROPOGENIC IMPACT ON BIOSPHERE

*Natural pollution. Main sources of pollution: power industry, transport, agriculture. Characteristics of atmospheric releases, wastes discharge, refuse component. Definition and classification of natural resources. Definition and essence of natural management and its rules. Resource depletion in natural management. Waste accumulation in recycling and natural resource consumption. Anthropogenic activity influence on global exchange cycle. Discharge of the 10 % rule. Loss of biosphere stability. Destabilization centers in USA and Europe. World stabilization centers in Russia, Canada, Indo-China. Essence of modern ecological crisis. Results of modern ecological crisis: global pollution, climate changes, ozone layer depletion, deforestation, desertification, and changes in biosphere species composition. Biosphere necessity for human survival. Concepts of overcoming the ecological crisis and biosphere conservation.*

**Natural resources** are a part of whole environmental conditions for human existence and components of the surrounding natural environment used in manufacturing process to meet material and cultural society's needs. They include a set of World Ocean mineral resources, soil, water, vegetation and other (air, wild animals).

**Unlimited resources** are considered to be those which are unlimited by time, scales and utilization of their capacity. And its presence is mainly due to extra-terrestrial factors.

**Limited natural resources** refer to those the capacity of which is terminated in the planetary scale.

They are in their turn subdivided into *renewable, exhaustible (non-renewable), relatively renewable resources*.

**Non-renewable** are resources, which do not have property of self-regeneration and their capacity is limited. They are forming during of hundreds millions years and are not reproduced in the environment in a relatively short period as compared with human history. Using these resources is certain to lead to depletion.

**Relatively renewable natural resources** are such resources, which can reproduce regarding to their volume (quantity), i.e. they can be reproduced in their scales. However, they are not renewable as do not have the property of self-generation.

**Renewable resources** can form the property of self-regeneration including with human help, for the period compared to that of economic development. Regeneration of these resources goes with different rate. Using and spending speeds of each of them should be consistent with their renewal speed. In other cases renewable natural resources could become non-renewable.

Man was closely related to the environment at all stages of his evolution. But since the appearance of industrialized society, human serious intervention in nature increased and expanded. Today intervention becomes more dangerous and will constitute a global risk for humanity. Non-renewable resources discharge increases. More and more plow lands are dropped out from economics as cities and factories are built on them. Man has to interfere in biosphere, a part of our planet, where there is life. Nowadays the Earth biosphere is subjected to increasing anthropogenic impact.

**Natural management** is a complex of measures taken by society to study, develop, transform and protect the environment. The term «natural management» was coined by U.N. Kurazhkovskiy in 1958. Besides, V.A. Anuchin, I.P. Gerasimov, N. Ph. Reymes, V.S. Preobrazhensky made a significant contribution to the development of natural management ideas.

History of human society evolution is a history of their interaction with nature. Types of connection of man and nature can be different:

- man's adapt to natural environmental conditions without their modifications;
- nature modification by man to meet people's needs.

During humanity history these types of connection are changed:

- At the first stage of development hunting and gathering, cultivation and trade man adaptive ability to natural environment developed without nature modifications;
- At the second stage of industrial production, scientific and technological revolutions, natural environment changed by man goes on the way of people's needs satisfaction.

Natural environment as source of resources is involved in people's activity in greater degree and undergoes serious changes such as resources depletion, environmental pollution in the process of human society development.

In the modern concepts natural management includes:

1. Recovery and refinery, regeneration and reproduction of resources;
2. Exploitation and protection of the environment;

3. Conservation and reproduction, rational change of ecological balance in natural systems of biosphere.

Natural management always includes both the object and the subject.

The main aim of natural management is analysis in controversy between different subject's interest and searching for the ways of its solution:

1. Rational distribution of industries on the Earth;
  2. Definition of appropriate directions in using resources depending on their properties;
  3. Rational arrangement of interaction between industrial branches via shared lands.
  4. Creation of healthy habitat for people and useful living organism:
    - Prevention of environmental pollution;
    - Removal of natural harmful components;
    - Rational nature transformation.
- Natural management as a practical activity includes different aspects:
  - Ecological aspects include taking into account inner regularities of functioning ecosystems, which are considered in factorial and population ecology; character and direction of occurring succession, trophic structure of biocenosis and its population conditions;
  - Geographic aspects involve consideration of inner heterogeneity and geographic land peculiarities, which they are concerned with: landscapes and their geological structures as well as natural-economic territorial systems. As there are natural-economic territorial systems at different development stages of society and ecologic situations on the same site, the consideration of geographic aspects is supposed to be used in forecasts of ecologic effects of economic decisions, traditional for «space-time substitution» method.
  - Economical aspects involve making practical decisions in economic relationships acting in natural-economic territorial systems, prediction of ecologic effects of economic decisions using of market means (taxes and payments, investments) for the purpose of natural management optimization.
  - Legislation aspects include research of legislation analysis and legal relations influence on the environment using juridical leverages (laws and its acts, legal acts) for the purpose of natural management optimization.
  - Engineering aspects of nature use include environmental analysis and assessment of applied and planned engineering solutions and technologies, constant search for engineering solutions for environmental problems and optimization of natural use.

## THERE ARE KINDS OF NATURAL MANAGEMENT

- Rational, in which relationship between society and nature is developed in harmony. There is a set of measures for prevention of negative consequences of human impact on nature. Their relationship can be regulated.
- Irrational, in which a man acts as a consumer of nature. There is a disbalance in «matter cycle» between society and nature. The requirements in environment protection are not taken into account that leads to its degradation.

## POLLUTION

*Pollution* is an intake into the environment or development of new, usually not typical for it physical, chemical, biological, information reagents or excess of multi-year concentration rate during particular period that leads to negative consequences.

The following types of pollution are distinguished:

- physical (changes in physical parameters of the environment: heat, noise, light, electromagnetic, radioactive),
- chemical (changes in natural chemical properties of the environment increasing the average multi-year fluctuations of quantity of some substance or development of chemical substances in the environment that are absent in it in standard conditions or present in sufficiently low quantities),
- biological (intake and production of undesirable organisms in the environment or environmental pollution by their waste products),
- geologic-*geomorphic* (formation of new or changes in properties of rocks and geological structures, relief shape, processes of morpho- and lithogenesis).

Technogenic pollution is any consequence of anthropogenic influences leading to negative results, although not all pollutions are technogenic.

Pollution is distinguished by the scale:

- Global;
- Regional;
- Local;
- Point;
- Indoor.

Pollution varies in origin as: natural and anthropogenic, which is subdivided into industrial, agricultural, transport, war and domestic.

The following types of pollution are distinguished by localization:

- Atmosphere;
- Surface waters (hereinafter as rivers, lakes and seas);
- Ground waters;
- Soils;
- Grounds;
- Earth interior.

## ENVIRONMENTAL POLLUTION SOURCES

They include:

- Point of substance release (a smelter);
- Economic or natural objects releasing polluting substance;
- Cities or regions as whole from which polluting substances are released;
- Actual carrier of pollution.

First, second and third approaches are used in engineering disciplines and ecological regulation, forth – in geochemistry and landscape science. Geoecology and nature use can operate all four approaches.

As it is known from environmental geochemistry there are the following types of pollution:

1. Chemicalization means are substances purposely introduced into environment to increase some industrial activity or other.
2. Wastes are unutilized at the moment and given back to the environment parts of used and recycled materials.

Wastes are subdivided into:

- Discharges (gaseous wastes dispersed in the atmosphere);
- Run-offs (liquid wastes released in surface and ground water);
- Store wastes (liquid or solid, accumulated at dumps and polygons for subsequent use or bury).

Discharges and run-offs are usually of two phases i.e. consisting of basic phase (gaseous or liquid) and suspended particles. Discharges and run-offs and store wastes formed in functioning of industry objects and municipal and domestic spheres are characterized by total volume and composition.

When entered into geosystem, pollutants migrate in it with different intensity, involving into natural cycles and transferred by trophic chains etc.

In this case some components may accumulate at geochemical barriers: in bottom deposits, in topsoils and animals' organisms.

As everything in nature rarely occurs in pure form, it is even more applicable to pollutants. Emissions and discharges are typically multi-components and multi-phased. Geocomponents into which pollutants enter are subdivided into dynamic (water and air) and depositing (soil, bottom deposits, snow and ice). Content of pollutants in the dynamic environments has the greatest impact on biota, but they undergo serious changes under the influence of emission dynamics of pollutants as well as dispersion and migration processes occurred in terms of aero- and hydrodynamic laws. Content of pollutants in depositing geocomponents is more stable. Migration and transformation processes including self-purification (natural decomposition of pollutants in the environment due to natural physical chemical and biological processes) take place among the geospheres and within them. These processes are the most intensive in the dynamic environments. Hence, in every geosystem undergone to pollutants as well as in its component (up to organism or species) there is a balance of pollutants. The constituents of this balance: intake of emissions and discharges, migration from other geosystems or geocomponents, secondary formation of pollutants from the processes within the system and flow rate due to the removal in other geosystems (components), self-purification. At positive balance the pollution level is increasing, with negative it is reduced. Every geosystem possesses some self-purification capacity, i.e. it can destroy some quantity of polluting substances per time unit.

The most massive and significant is chemical pollution of the environment with untypical components. Among them are gaseous and aerosol pollutants of industrial-domestic origin. More and more a carbon dioxide is accumulated to atmosphere. Further development of this process will enhance an undesirable tendency of yearly increasing in average temperature on the Earth. World Ocean pollution with oil and petrochemicals is particular concern for ecologists; it has already achieved 1/5 of its total surface. Oil pollution of such scale can cause a serious gas and water exchange disturbance between hydrosphere and atmosphere. Of no doubt is the significance of soil chemical pollution with pesticides and its hyperacidity resulting in destruction of ecosystem. Generally all of the above mentioned factors which can be assigned the effect of polluting are have serious influence at the processes occurring in the biosphere.

### THE MODERN ENVIRONMENTAL CRISIS

An environmental crisis is a reversible critical state of the environment that threatens the humankind's survival and reflects the development discrepancy of productive forces and productive relations.

The humanity is the greatest geological force according to the scale of its activities on the planet. The human engineering capacity to change environment has rapidly increased, reaching its highest point in the scientific and technological revolution era. Now he is able to implement such nature transformation projects which he has recently dared to dream. It would seem that people become less dependent on nature, subjecting it to their influence, transforming it in accordance with their objectives. However, we hear the word «conservation», «ecological crisis», etc more and more frequently. It was found that the man power growth lead to the negative for the environment and ultimately dangerous to the humankind consequences increasing, the value of which is only now beginning to realize.

A characteristic feature of our time is the intensification and globalization of human impacts on environment, which is accompanied with previously unprecedented intensification and globalization of the negative consequences of this exposure. Earlier mankind had suffered the local and regional environmental crises that could lead to the some civilization death, but did not prevent the further human race progress in general. Now the present-day ecological situation is fraught with global environmental collapse, as the modern man destroys the entire biosphere functioning mechanisms on the global scale. Crisis points are becoming more in the problem and spatial sense; they are closely related to each other, forming a kind of network which is becoming increasingly frequent. And this is the fact which allows us to say about a global ecological crisis and the threat of ecological catastrophe.

Among the potential environmental hazards, first we note that one's which may actualize in the future if the economic and technological development current trends continue. These include the danger of traditional lands of natural resources exhaustion, the heat stress of the planet, ozone shield destruction, the oxygen amount reduction in the atmosphere.

It should be said about the problem of providing energy resources. The main part of the incoming fuel – energy balance is energy produced by burning fossil fuel. But oil and natural gas resources, according to experts, can be exhausted in the near future. Prospects associated with the nuclear energy development, which is able to provide humanity with a huge number of cheap energy. Nuclear energy is more favorable for the environment protection from the thermal and chemical pollution, but its development involves no identifiable risk.

Nuclear power has the second main type of potential hazards – those mats can be actualized at any time as a result of accidental circumstances. It is a

danger of heavy radioactive environment contamination, which may occur not only through the use of atomic weapons, but also because of accidents at nuclear power plants. There are no technical systems with 100% reliability, although it is difficult to predict where there will be new accident, but it is no doubt that they will. The nuclear waste disposal problem has also not yet been resolved.

At the current rate of energy growth produced on the Earth, it is expected that its amount will be commensurate with the amount of energy from the Sun in a short time. Scientists point to the heat stress danger and the planet's biosphere energy barriers excess.

The danger of planet heating increases and due to elevated levels of carbon dioxide in the atmosphere, lead to «greenhouse effect». Fuel consumption contributes to the atmosphere not less than 1000 tons of carbon dioxide each year. The calculations show that the carbon dioxide increasing may cause a global temperature increase on the Earth with all its consequences – dissolution of ice, etc.

Some scientists, however, suggest the coming cold snap on our planet because of human activities influence, related to the haze, etc. In any case, sudden climate change (the events of recent years suggest that such processes have already taken place) can cause catastrophic results. It is appropriate to recall the presence of a «trigger effect» in nature, when a small impact can result in huge changes. Do not forget that the ecological processes are exponential and changes taking place in nature is not only an evolutionary way. There are thresholds (energy, etc.), beyond which is threatened by sudden qualitative changes.

Those processes that are leading to real environmental negative consequences are potentially dangerous. The environment contamination not only brings a huge loss, but creates a risk of more problems, especially when you consider the accumulation effect. So, for example, DDT (dichloro diphenyltrichloroethane), radioactive substances, even after a considerable time entering the environment does not lose deleterious properties, but, instead, accumulate in living tissues. The soil depletion and fertile soil layer erosion risk increases with the plowing depth and the impact on the ground intensification.

The potential danger is more important than those which are already facing humanity. The real negative impact can be reduced, and we are witnessing some countries success in the struggle against environmental pollution. Potential hazards are more insidious, because they lie in wait of trap and not only did not decrease, but tend to increase as the scale of human activity.



Generally speaking, the benefit of the environmental remediation project achieved fairly quickly as it is realized with mis aim whereas for the full negative consequences manifestation usually it takes time. The larger and more complex the project is, the more time passes before the side effects appearance, the greater they are and the project implementation and created object functioning threaten the bigger problems. So, along with the traditional problems that can be classified as environmental, food shortages in underdeveloped countries, disaster prevention, etc. humanity is faced with new environmental problems.

Certain regions of the planet at different stages of economic development, experiencing various difficulties: for developing countries – is the traditional food shortage problem for developed – the natural resources depletion prospect and environmental pollution. It seems that various regions of the Earth have opposite problems. For example, in South-East Asia one of the most important problem is growth crisis, while in many African and some Western countries, population growth is necessary for the industry and agriculture development. In fact, all these seemingly disparate issues are internally linked to each other, and this latter circumstance reflects qualitative features of the modern environmental conditions.

### THE MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS

- Global warming.
- Deforestation.
- Human impacts on the environment.
- The agriculture impact (farming, livestock).
- Transportation impacts (road, water, air transport).

### THE MAIN SOURCES OF POLLUTION

*Industry.* For example, the engineering industry has diversified structure (heavy metals, electronics, transport engineering, instrumentation, engineering tools, etc.), and each of the branches has their environmental characteristics: waste composition and quantity, toxic contaminants, the mode of their emissions into the atmosphere and water. Like other industries, mechanical engineering tends to be in areas with developing industry, concentrated in the cities and «produce» large amounts of waste, polluting the air, water and soil.

Cement industry is also environmentally harmful. The biggest problem it creates is polluting the environment with dust, sulfuric anhydride and nitrogen oxides.

It is just in those industries that the worst environmental protection measures are taken, for example, in their emissions the concentration of dust by 5–10 times greater than the MAC. Thousands of tons of organic matter, sediment, salts and other harmful compounds are discharged into the rivers with contaminated sewage each year.

Mining causes a great harm to the land forms, land resources and groundwater.

### Power Engineering

Power engineering facilities, such as power plants and power stations greatly pollute the environment. Having absorbed a great deal of oil, gas and coal, they emit millions of cubic meters of harmful gases, aerosols and soot into the atmosphere, occupy hundreds of hectares of land sites with slag and ash. Within the period of their operation the water reservoirs are turned into the reservoir storage of waste and pollution from nearby regions. Nowadays over the years of construction of power stations 100 000 hectares of coastal land is flooded, intensity of self-purification processes of the Dnieper is reduced many times, «blooming» of water regularly occurs, fish productivity decreases, and, respectively, the performance of fisheries drops due to construction of hydropower stations and reservoirs.

### Objects of potential nuclear and radiological hazards

Military activity has been and still remains a source of danger to the environment. The military-industrial complex (MIC) consumes a huge amount of mineral raw materials and energy needed to manufacture military equipment. The army and navy burned the enormous amounts of fuel in the engines in planes, tanks, vehicles, ships, boilers, military bases and units. The area of land under the polygons, shooting, hunting farms for higher ranks, training centers exceeds 100 000 hectares. Big part of the national budget of Ukraine is spent for the maintenance of the army, navy, defense enterprises. Tests of different types of weapons, conducting maneuvers and exercises make great harm to nature.

Military bases, camps, arsenals, ammunition depots, storage, fuel and lubricants and rocket fuel, air and combined-arms ranges, tank ranges, landfills and burial of hazardous waste are real and potential danger to the people and the environment. They pollute the environment by chemical substances, particularly heavy metals, increasing the background radiation, causing degradation of natural systems.

### Highway, rail, water and air transport.

Air pollution caused by exhaust gases in large cities sometimes as high as 70–90 % of the overall level of pollution. Besides, more than 20 % of the vehicles operates with excess of established standards of harmful substances in exhaust gases. In the exhaust gases emitted by our cars, there are about 280 different hazardous substances, among which carcinogenic benzopyrene, nitrogen oxides, lead, mercury, aldehydes, and sulfur oxides, carbon, soot, hydrocarbons are particularly dangerous.

To transport one and the same cargo 6.5 times more fuel than rail, and 5 times – than water transport is needed. Exhaust gases of diesel engines are much more toxic than gasoline, because they contain lots of carbon oxides, nitrogen dioxide and sulfur, and carbon black (up to 16–18 kg per ton of diesel fuel).

Rail transport, especially electric one, is environmentally cleaner. The problem is severe pollution of railways sewage, discharged from the lavatory. In all civilized countries, toilets of trains are equipped with special tanks, and sewage is not thrown out. Result of environmental and medical studies have shown that railways sewage pollution and their decomposition products, especially in the warmer seasons of the year, cause diseases of the stomach and lungs of many passengers and railway workers. Definite damage to the Dnieper and its reservoirs, the Danube, Dniester, the Black and Azov seas is caused by water transport, primarily not following the traffic rules and the petroleum products transfer regulations; accidents, clean tankers, swabs, noise and vibration effects and waves break down the reservoir shores.

### Agriculture

For an agricultural area the pollution of natural water and soil with pesticides and fertilizers is typical. Out of the total amount of fertilizers that are introduced in the soil, only 5–10 % are absorbed by plants. The remaining 90–95 % is washed off by rain and melted snow, blown by winds and into rivers, lakes, ground waters, becoming harmful components of ecosystems. As a result, both the natural environment and agricultural products are almost totally contaminated with compounds of nitrogen, phosphorus, potassium often – radioactive elements (contained in the phosphate fertilizer), sometimes – heavy metals (copper, zinc, a significant excess of MPC are found in 5 % of agricultural production) and the remnants of specific herbicides – simazine, atrazine, etc. Use of heavy agricultural machinery causes great harm to soils. It regularly dries the soil, destroying its structure

reducing the air saturation, the activity rates of biochemical processes, antierosion and antideflationary stability.

Very tense ecological situation has developed at large livestock farms (in the radius of several kilometers), where 30–100 thousands or more head of cattle are grown. Animals produce daily up to 2-3 tons of excrement, which are not processed in the house hold. Due to decomposition and decay of excreta large amount of ammonia, nitrogen, hydrogen sulfide, organic acids is released evolving pathogenic microbiosis. Waste water from livestock farms pollutes surface and groundwater within the radius of several kilometers causing the death of fish and other aquatic organisms. The unfavorable sanitary conditions are formed near these complexes and hygienic conditions, there is an increased concentration of worms and bacteria. The stench is carried by air currents for miles from the complexes.

### **Municipal wastes**

A serious problem for urban territories is posed by municipal wastes – domestic and industrial – and their processing. Theoretically, the existing methods make it possible to purify waste water at 95–96 % (though it is not enough), but in practice the treatment is 70–85 % at best. Throughout the world, especially in our country, sewage disposal in terms of sanitary standards is associated with high costs, so, one cannot expect a better state of affairs in this area in the nearest future. Introduction of the closed circuit water consumption at enterprises can partly solve this problem.

### **Physical pollution**

Hazardous environmental pollutants include facilities that generate powerful physical fields – electromagnetic, radiation, noise, ultra-and infrasound, thermal, vibration (large radio stations, district heating, radar, substations, transmission lines, relay stations, special physical laboratories and facilities cyber centers, nuclear power plants, etc.).

### **Biosphere: mechanisms of resistance**

The biosphere is an open system which exchanges matter and energy with the environment. This is possible due to the fact that the ecosystem has not only autotrophs – producers of organic matter – but also heterotrophs – consumers and destroyers of organic matter. Between the processes of creation of organic matter, its transformation and destruction the relative equilibrium is established, and the ecosystem remains stable. Sustainability is a property of ecosystem which manifests itself in maintaining its composition, structure

and function, as well as the ability to recover if they are destructed. The stability of the biosphere is defined by:

- an exceptional variety of living matter;
- interchangeability of ecosystem components;
- duplication of parts of the biogeochemical cycles;
- the vital activity of living matter.

Biological diversity provides the wealth of informational, material and energetic connections of living and inert matter as well as the relationship of the biosphere, geosphere with the space, the processes of global biogeochemical cycles.

The existence of each species depends on many other species, the destruction of one species can lead to the disappearance of other related species. Individuals of one species and their metabolic products, as well as their dead bodies are food for other species, which provides self-purification of ecosystems.

Socio-economic development of society has come to an apparent contradiction with the limited resources renewable and life-supporting capacity of the biosphere. There is a depletion of natural resources, land and ocean, permanent loss of plant and animal species, environmental pollution, the simplification and degradation of ecosystems. Therefore, humanity is looking for the way of sustainable development of society and nature.

Biological diversity – genetic, species, ecosystem – is the first principle of the stability of the biosphere as a whole and of each individual ecosystem. Life as a planetary phenomenon can be sustained only if it is represented by a variety of species and ecosystems.

But the volume of human activity has increased under the current conditions, what increases a risk of biological diversity loss. Various human activities result in direct or indirect destruction of species and ecosystem variety in the biosphere.

There are several basic types of environmental degradation, which are currently the most dangerous for biodiversity. For example, flowage or siltation of productive lands, their concreting, asphaltting or building-up deprive wild animals of their habitat. Irrational methods of land cultivation reduce crops due to soil erosion and depletion of soil exhaustion. Excessive irrigation of the fields can lead to salinity, i.e., to increasing of salts concentration in the soil to a level that is not bearable for plants. The result is that typical plants of these places are disappearing. Deforestation on large areas with the absence of recultivation plantings leads to the destruction of

wildlife habitat, vegetation change, reducing its diversity. Many species are disappearing because of their destruction, but also because of environmental pollution. Most species are disappearing due to habitat destruction, destruction of natural ecosystems. This is one of the main reasons for the depletion of biological diversity.

The current destabilization of the biosphere is the unique and most largescaled in the history of the Earth, This is evidenced primarily a gigantic scale of the extinction of species continuing from the beginning of the Holocene. Social systems, where anthropogenic deserts are combined with other less simplistic landscapes, and the last – with the supercomplex urbanized systems, directionally reduce the regulatory capabilities of today's landscapes. All this reduces the stability of the biosphere and its capacity for selfregulation. Therefore, a set of measures to optimize the biosphere should be directed precisely to protect the landscape biodiversity from pollution and overpopulation of the Earth. It is symptomatic that the agendas of major international meetings, the highest-priority is not usually given to these issues, as, for example, the fight against global warming.

Under the «environmental crisis» in the first instance, it is understood the unstable state of the biosphere of the Earth. The negative impact of the technosphere led to the disruption of the planetary mass balance. Billions of years (about four), the biosphere on the planet has evolved, honing various balances in the first place – coordinating flows of energy and closing the flow of matter. Technosphere makes a huge contribution to the planetary flow of matter and energy, and thus disrupt the balances formed in the distant past. Distortion of the material balances leads to an unstable state of the biosphere – as a result of the technosphere, biosphere loses stability.

The precarious state of the biosphere is characterized by a rapid (occurring within a single generation of people, i.e. 30–50 years), negative processes in the environment. These fast processes are commonly referred to as the negative environmental problems. Environmental issues – a favorite hobby of people associated with environmental themes, from students and teachers to politicians.

Environmental problems are known to all, including:

- global climate change,
- ozone holes,
- air pollution, water and soil contamination,
- superstable pollutants spreading,
- acid precipitation,
- deforestation,

- desertification earth,
- extinction of biological species,  
and some others.

No one environmental problem can be solved separately, because it are components of one great problem – biosphere imbalance, and besides loss of balance caused by industrial human activity within the technosphere, which provides two types of negative impact on the biosphere: resource extraction and waste emissions – we find one of these processes for each of the environmental problems. Global climate change – emissions of carbon dioxide and other polyatomic gases, enhancing the greenhouse effect, ozone holes and environmental pollution in generally, including superstable substances, acid rain – the reason of this is also a release of wastes. Extraction of natural resources, in the first place is undoubtedly the reason for deforestation, loss of species.

Some environmental problems are caused by natural factors, which can be quite powerful. For example, the solar system position on the galactic race influences the planet's climate. But the main evidence that environmental problems are of anthropogenic origin (technospheric) is the rate of negative processes in the environment. Clear connection of negative processes rate with human life shows the «culprit» for all biosphere problems. Natural processes are slowly, and it is impossible even to imagine how the planet is crawling on the galactic race. Or, let's take, for example, the natural oxygen accumulation in Earth's atmosphere is due to the primary organisms' activity that occurred for 1.5 billion years in Proterozoic. Within this period the oxygen concentration in the air increased from zero to almost the present value 20 % by volume. So, the oxygen concentration in the atmosphere increased at the average by 0.0027 % every 200 000 years. And the man increased the carbon dioxide concentration in the atmosphere by 0.002 % for only 50 years (mid to late 20th century).

Moreover, it is interesting that the technosphere is not evenly distributed on the territory of terrestrial planets and even on the territory of individual states. Different countries make different contributions to the biosphere destabilization. And some countries do not only contribute but also offset the negative impact of other states. According to V.I. Danilov-Danilyan and coauthors, there are three main centers of ecological destabilization on the planet: 1. North American, 2. European, 3. Asian.

- *North American Center* of Ecological destabilization with a total area of 9.5 million square kilometer includes the United States (96 % of

winch are occupied by the technosphere and only 4 % are undisturbed natural environment) and Mexico (100% and 0%, respectively);

- *European Centre* of Ecological destabilization with a total area of 7 million square kilometer includes the United Kingdom (100 % and 0 %), France (100 % and 0 %), Netherlands (100 % and 0 %), Germany (100 % and 0 %). Finland (91 % and 9 %) and other countries.
- *The Asian Centre* of Ecological destabilization with a total area of 12.7 million square kilometer includes Japan (100 % and 0 %), India (99 % and 1 %), Indonesia (95 % and 5 %). China (80 % and 20 %).

Undisturbed ecosystem areas occupy only 51,9 % of Earth's land, or 77 million square kilometers at present. However, much of it is situated on the ice. rock and bare, ecologically unproductive surfaces – Antarctica. Greenland, the Himalayas, etc. Along with the relatively small islands of surviving wildlife ranging from 0.1 to 1 million square kilometer, there are several large arrays, covering the area of millions square kilometers. This so-called stabilization centers of the environment assist successfully the biosphere in resistance to the growing human pressure from year to year.

The two largest territories are located in the northern hemisphere. Tins Northern Eurasian Center (11 million km<sup>2</sup>) – which includes the North of Scandinavia and the European part of Russia and much of Siberia and the Far East, except its southern regions, and North American (9 km<sup>2</sup>), including the northern part of Canada and Alaska.

The other two stabilization centers belong to the southern hemisphere: South American, including the Amazon with the adjacent mountain areas – 10 million km<sup>2</sup>, and Australian – 4 million km<sup>2</sup>, half of which is occupied by the Central Desert.

A major role in stabilizing the environment also belongs to the World Ocean with its still weakly perturbed ecosystems.

Intact forests, mainly boreal and tropical, and also wetlands perform tins function on the land. Today intact forests with a total area of 13,5 million km<sup>2</sup> are situated on forested territory from 40 % to 44 % according to the different estimates. Moreover, 68 % of this invaluable planetary wealth concentrated only in three countries – Russia (3,45 million km<sup>2</sup>), Canada (3,43 million km<sup>2</sup>) and Brazil (2,3 million km<sup>2</sup>).

Forests are often compared with the planet lungs. However, with no less reason it can be called as a planet nephros. because forests derive from the circulation; it is a sink for accumulatumg nutrients in the atmosphere,



including carbon dioxide. Humus and peatlands are sometimes called «eternal» carbon traps, where it can be indefinitely stored under appropriate conditions like marine bed silt.

Without a rival there are two major countries of the northern hemisphere – Russia and Canada, accounting for 35 % of the global land potential with undisturbed ecosystems. If we take the area with the most ecologically productive forest ecosystems, area of undisturbed forests will be about third part from its global resource.

Therefore, Russia and Canada play peculiar roles in conservation of planetary biosphere.

The other six countries, which enter into group with undisturbed ecosystems, are Algeria. Mauritania. Botswana, Lesotho. Guyana and Suriname. However, their role in the global ecodynamics not so central, because of these countries have small area, and undisturbed ecosystems are mostly desert and near desert in the two largest of them (Algeria and Mauritania).

It is easy to see that all three above mentioned stabilization centers have block of industrialized countries in Europe and North America on the one pole, and on the other – developing countries (excluding Japan), countries with high population growth and low levels of life in the most of cases.

From this point of view very first and short steps in the sustained development will be:

- 1) protection of areas with still undisturbed ecosystems:
- 2) stabilization of universe.

Humanity meets with escalating contradictions between their growing needs and the inability of the biosphere to provide these needs without destroying. As a result of its socio-economic development has taken the accelerated movement towards a global eco-catastrophe, thus jeopardized not only the satisfaction of vital needs and interests of future generations, but also the possibility of their existence. The idea came to resolve these problems for establish of sustainable development.

The sustainable development ideas meet the contemporary requirements and can decisively influence the future of Russia, play an important role in the determining government priorities, socio-economic development strategies and prospects for the future reforming of our country. A new strategy of civilization development has already identified the position of the

international community – joint efforts for human survival and biosphere preservation.

The modern environmental situation shows that the nature influence on a person depends on the objective laws of its development, and that's why it is necessary to study nature mechanisms. Since «everything is connected to everything» in the environment, each part of the system affects on the entire system with subsequent consequences (both for biosphere and species). System can compensate alteration or lack of some components. It disappears in the case of large components alteration or disfunction of essential components. The more system is complex, the more compensated components it has, which allows for long-term destruction of it. But when adaptation threshold is passed, there are irreversible alterations that nowadays one can observe in the biosphere.

### BIBLIOGRAPHY

1. N.V. Baranovskaya. Patterns of accumulation and distribution of chemical elements in the organisms of natural and man-made natural ecosystems.: Tomsk. 2011. – 470 p.
2. <http://ekologobr.ru/otvety-na-voprosy-qekologiya-i-prirodopolzovanieq/151-prirodnye-tela-ponyatie4klassifikacziya-pr-prirodno-resursnyj-potencial-territorij-uchet-pr-osnovnye-vidy-kadastrov-ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-v-oczenke-pr.html>
3. <http://www.voronova-on.ru/prirodopolzovanie/graz/index.html>
4. <http://environments.land-ecology.com.ua/component/content/article/1709-istochniki-zagryazneniya-okruzhayushhej-sredy.html>
5. [http://1doklad.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=383%3A2011-06-21-16-15-42&catid=9%3A2010-06-30-10-37-48&Itemid=11&limitstart=2](http://1doklad.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=383%3A2011-06-21-16-15-42&catid=9%3A2010-06-30-10-37-48&Itemid=11&limitstart=2)
6. <http://coma.su/content/view/210/243/>
7. <http://ecologizator.livejournal.com/10813.html>
8. <http://www.iwp.ru/monograf/knidd/ch52.html>

## LECTURE 5. RESOURCE USE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL POLICY

*Rational resource use. Environmental and natural-resource legislation. Ecological laws. Objects and subjects of ecological law. Quality environmental standards. Quality indicators of environment. Principles of their changes. Indicator standardization. Standard system of nature protection. Status of specially protected zones. Wildlife reserves, partial reserves. Biosphere reserves. International cooperation.*

The analysis of natural resource use and social-economic development indicators has permitted for observation of the clear mutual connection between the environment (natural resource supply, environmental quality) and the level of social system development. Direct and reverse connections can be concretized in the following way.

Excess of natural resources and favorable environmental conditions stimulate the growth of economic development and contribute to enhancement of social system. However, the same favorable circumstances of socioeconomic system are gradually turning into an obstacle for revolutionary shifts in the system and leading to the stagnation.

Deterioration of environmental conditions makes us search for ways out of the crisis, motivates for key engineering ideas and principles, revolutionary transformations in society. Intensive use of natural resources at absence of qualitative development of production forces is leading to natural resource depletion and environmental degradation.

Rational resource use is systematic, scientifically based environmental transformation in the process of material production development on the basis of complex use of non-renewable resources in «production – consumption – secondary resources» cycle under the condition of protection and restoration of renewable natural resources.

Study of the biosphere processes and influence of human activity on them has shown that only development of environmentally non-waste and low-waste production may prevent from resource depletion and environmental degradation. Human economic activity should be arranged according to the principle of natural ecosystems that use efficiently matter and energy and where wastes of one organisms serve as a habitat for the other, i.e. there is a matter cycle.

In November, 1979 in Geneva the Committee in cooperation in the sphere of Environmental protection was held and the Declaration that states: «The most

important conditions for low-waste and non-waste technologies and utilization of wastes is environment protection and natural resource use» was approved.

## THE CONCEPT OF WASTELESS PRODUCTION

The term ((wasteless technology» was first suggested by the Academicians N.N. Semenov and I.V. Petryanov-Sokolov. In some European countries instead of the terms «wasteless technology» and «low-waste technology» the terms «clean technology» or «cleaner technology» are used that is actually the same.

At present according to the decision of Economic Commission for Europe of UNO and the Declaration about low-waste and non-waste technologies and utilization of wastes the concept of non-waste technology (NWT) was formulated.

Non-waste technology is a practical application of knowledge, methods, and techniques in order to provide the most rational use of natural resources and energy and protect the environment in the course of human demands.

The other term is often used – non-waste engineering system (NWES).

Non-waste engineering system is such a production or a set of productions as a result of which there is no adverse impact on the environment.

The concept of non-waste technology does not cover only production process but also final product that should be characterized by the following:

- 1) long period of product service;
- 2) opportunity of multiple use;
- 3) simple repair procedure;
- 4) ease in returning to the production cycle or transforming into environmentally friendly form after failure.

The scheme of wasteless production has the form: «demand–final product–raw material». Every stage of this scheme requires energy consumption, but its production is correlated with natural resource use outside the close system. Another challenge in arrangement of wasteless production is material wearing-out, their dissipation in the environment.

The concept of wasteless technology is of conditional character. The theoretical limit, a perfect production model, that in most cases can be implemented not to the full extent but only partially is meant by it. Therefore the concept of low-waste technology is developing. But in the course of

scientific progress development the technology will be enhanced and approach to the ideal model.

There are some critics of the wasteless production concept itself. Some of them state, with reference to the second law of thermodynamics, that as the energy cannot be fully transformed into work, so the raw material cannot be completely recycled into the products of consumption. One cannot agree with this as the question is concerned with matter, first of all. and open system But matter (products) in accordance with the law of matter conservation can always be transformed in corresponding products again. A visible example is wastelessly functioning natural ecosystems. There is another point of view according to which all works in the sphere of environmental protection from pollution are referred to wasteless or low-waste production.

### ENVIRONMENTAL LEGISLATION

Environmental legislation is a set of standards regulating social (ecological) relations in the sphere of society and nature interaction in behalf of preservation and rational use of the environment for the present and future generations.

The legislation way of environment protection includes:

- defining the objects of environment;
- development of prohibitive, permitting, obligative etc. standards regulating the ecological relations;
- determination of measures and means of government environmental control implementation;
- development of procedure of legislation responsibility for ecological offences and compensation of the harm done.

*Method of ecologization* consists in the following:

- arrangement of agencies in the current legislation performing definite control over nature use, regulating preservation and reproduction of the ecological system of the country;
- determination of the range of nature user in the current legislation;
- regulation of nature use rules conditioned by, on the one hand, peculiarities of the nature use object, on the other hand, legislation status of the nature user:
- establishing the juridical responsibility for breaking the rules of resource use.

*True scope of ecological legislation* is social relations in the sphere of interaction of society and nature.

Objects of the environmental protection from pollution, depletion, degradation, damage, destruction or other negative impact of economic and other activities are:

- 1) land, subsurface, soil;
- 2) surface and underground waters;
- 3) Forests and other vegetation, animals and other organisms and their genetic fund;
- 4) air, ozone layers and near-Earth cosmic space.

Subjects of environmental legislation are individuals who have rights and responsibilities provided by the ecological legislation.

Objects of ecological legislation relations are natural objects. They can be both definite objects and the natural environment in general.

## ENVIRONMENTAL LEGISLATION BY THE EXAMPLE OF RUSSIA

### The Federal Laws

Constitution of the Russian Federation:

- about environment protection. The Federal Law of 10.02.02 № 7-FL;
- the water code of RF of 16.11.1995 № 2167-FL (with changes of December. 30, 2001);
- about the subsurface, the Federal Law of 21.02.92. № 2395-1;
- about protection of territory and population from emergencies of natural and technogenic origin, the Federal Law of 21.12.94. № 68-FL;
- about natural medical resources, therapeutic zones and resorces. The Federal Law;
- about animal world. The Federal Law about soil reclamation. The Federal Law;
- about specially protected natural territories. The Federal Law of 14.03.95 № 33-FL;
- about rational safety of population. The Federal Law;
- about continental shale of RF. The Federal Law of October, 23,1995;
- about ecological expertise. The Federal Law of 3.04.96 № 174-FL. Of November, 23, 1995;
- about geodesy and maoing. The Federal Law of December. 26 1995, K2209-FL;
- about energy saving. The Federal Law of 3.04.96 № 28-FL;
- the forest code of RF. The federal law;
- about safety of hvdrotechmc constructions. The Federal Law of 21.07.97 № 117-FL;
- about payments for water use. The Federal Law of 06.05.98 № 271-FL;

- about production and consumption wastes. The Federal Law of 24.6.1998 № 89-FL;
- about sanitary – epidemiologic welfare of population. The Federal Law of 30.03.1999 № 52-FL;
- about lake Baikal protection. The Federal Law;
- about atmosphere protection. The Federal Law of 4.05.1999 № 96-FL;
- about land regulation. The Federal Law of 18.06.2001 № 78-FL/

*The Presidential decrees of RF:*

- about federal natural resources. Presidential decree of RF of December, 16, 1993 №2144;
- about governmental strategy of the Russian Federation in environment protection and its sustainable development. presidential decree of RF of February, 4, 1994 №236;
- about the concept of transfer of the Russian Federation to sustainable development. presidential decree of RF of April, 1, 1996 №440.

Supreme court resolutions of RF: adjudgment illegal and annulment of the Government Resolution «about establishment of the order in determination of payments and their limites sizes for environmental pollution, waste discharges and other types of harmful impact» the supreme court resolution of RF 28.03.2002.

*Russian Federation government resolutions:*

- about establishment of regulation on licensing definite types of activity in the sphere of environmental protection. The Russian Federation Government Resolution of 26.2.1996 № 168;
- about establishment of regulation on the order of state environmental expertise. The Government Resolution of RF of 11.07.1996. № 698;
- about establishment of regulation on water protection zones of water bodies and their coastal land;
- the Government Resolution of RF of 23.11.1996 № 1404;
- about the order of development and approvement of standards for limited acceptable harmful impact on water bodies;
- the Government Resolution of RF of 19.12.1996 № 1504;
- about establishment of the rules for solid and liquid domestic waste services. The Government Resolution of RF of 10.2.1997 № 155;
- about establishment of regulation on governmental regulation of water use and protection. The Government Resolution of RF of 16.6.1997 № 716;

- about standards for harmful (polluted) substance discharges in the atmosphere and negative physical impact on it. the Government Resolution of RF of 02.03.2000 № 183
- about the rules of development and improvement of standard of waste formation and limits for their storage. The Government Resolution of RF of 16.6.2000 № 461;
- «about establishment of limits for acceptable concentrations and conditions of harmful substance discharges in the exclusive economic zone of the RF» the Government Resolution of RF of 3.10.2000 № 748;
- about the order of state land register for wastes and certification of hazardous wastes. Government Resolution of RF of October, 26, 2000. № 818;
- about establishment of regulation on governmental control on air protection. The Government Resolution of RF of 15.1.2001 № 31;
- «about establishment of minimal and maximal payment rate for water use in river, lake, sea basins and economic regions» the Government Resolution of RF of 28.11.2001. № 826;
- about federal target program «ecology and natural resources of russia (2002–2010)» the Government Resolution of RF of 7.12. 2001. № 860;
- environmental doctrine of the Russian Federation (approved by the RF Government Resolution of 31.08.2002. № 1225-p);
- «about the list of objects liable to the federal state environmental control» the Government Resolution of RF of 29.10.2002. № 777;
- «about governmental land regulation» the Government Resolution of RF of 19.11.2002 y. № 833;
- «about organization and implementation of state environmental monitoring (state ecological monitoring)» the Government Resolution of RF of 31.03.2003. № 177;
- «about payment standards for releases of pollutants in air by stationary and movable sources, pollutant discharges in surface and ground waters, disposal of production and consumption wastes» the Government Resolution of RF of 12.06.2003. № 344.

#### Orders of natural resource ministry of RF and Goscomecology

- about establishment of criteria of harmful waste reference to the danger class for the environment. The order of natural resource ministry of RF of 15.06.2001 № 511;
- about establishment of methodical regulations for project developments for waste formation standards and the limits for disposal. The order of natural resource ministry of RF of 11.03.2002 № 115;



- about approval of «the list of standard documents recommended for use at the state environmental expertise as well as at ecological justification of economic and other activities». The order of Goscomecology of RF of 25.09.1997. № 397;
- about the submission on impact assessment of planned economic and other activities on the environment. the letter of Goscomecology of RF of 29.12.1998;
- methodical instructive regulations on calculation of payments for uncontrolled discharge of pollutants into water bodies. Order of Goscomecology of RF of 16.05.2000. № 372.

### State land registers of natural resources and objects in Russia

The State land registers of natural resources is called the code of economic, ecological, organization, and engineering indicators characterizing the quality and quantity of natural resource, composition and categories of users:

- State land register.
- State land register of mineral deposits and fields.
- State forest land register.
- State water land register.
- State land register of animal world.
- State land register of specially protected natural territories.

The data of the land registers provide the rational resource use and environmental protection from harmful unpad. On the basis of the land registers the monetary value of natural resource is performed, it's selling prize and measures for restoration of the environment are stated.

Land registers are kept on definite types of natural resources and territories:

Information of territorial land registers of natural resources and objects is stored in computers and adopted for the use of individuals making decisions in the sphere of:

- providing authoritative decisions in environmental-resource sphere at the level of the Russian Federation units and lower;
- performance of functional zoning for establishing environmentally-based regimes and regulations in its use;
- organization and reorganization of production force distribution;
- implementation of investment target programs of definite territory development:
- transformations of structure and base in taxation in the region;
- cost-effective resource use and nature protection:
- sanitary and environmental safety;

- differentiation of competences in natural objects' use between the Russian Federation, the units of RF and local government bodies;
- privatization of natural objects.

**GOST 17.0.0.01-76. The standard system in the sphere of nature protection and improvement in natural resource use. Basic statements (ST SEV1364-78)**

1.1. The standard system in the sphere of nature protection should consist of the complexes of uiterconnected standards directed at protection, restoration, and effective use of natural resource.

1.2. Nature protection is a system of measures direct at support of effective interaction between human activity and the environment providing protection and restoration of resources, then efficient use preventing direct and indirect adverse impact as a result of social activity on the environment and human health.

1.3. The basic tasks of SSNP are introduction of rules and norms in the Standards directed at:

- providing security of natural complexes;
- assistance in restoration and efficient of natural resources;
- assistance in keeping equilibrium between the production development and environmental sustainability;
- improvements in environment quality management in behalf of humankind.

1.4. SSNP should contribute to the solution of urgent economic problems:

- limitation of industrial, transport, agricultural, and domestic water intake into the environment to decrease the concentration of pollutants in the atmosphere, hydrosphere and soil up to the amount not exceeding the limited acceptable concentrations;
- rational use and protection of water streams, bodies and seas in the national boundaries of the country, its water and biologic resources;
- regulation of land use works, protection and efficient land use, compliance of optimal standards in land allocation for construction and transport use;
- preservation and efficient use of biological resources;
- providing the reproduction of wild animals, support for favorable conditions of their habitat;
- protection of genetic fund of flora and fauna including rare and extinct species;

- protection of natural reserve fund (wildlife reserves, partial reserves, national parks, water bodies etc.);
- improvements of resource use.

1.5. SSNP is developed taking into account environmental, sanitary-hygiene, engineering, and economic requirements.

## 2. Structure, objects, classification of standard system

2.1 Groups of standards included in SSNP are to correspond to those presented in Table 6.

Table 6

*Groups of standards included in SSNP*

The number of group	Name	Code name
0	Organization-methodical standards SSNP	Basic statements
1	Standards in the sphere of protection and rational use of water	Hydrosphere
2	Standards in the sphere of atmosphere protection	Atmosphere
3	Standards in the sphere of protection and rational use of soil	Soil
4	Standards in the sphere of land use improvement	Land
5	Standards in the sphere of flora protection	Flora
6	Standards in the sphere of fauna protection	Fauna
8	Standards in the sphere of protection and rational subsurface use	Subsurface

2.3. Depending on the character of standardized object the standards of SSNP are divided into the types shown in Table 7.

Table 7

*Character of standardized object the standards of SSNP*

The number of type	The name of the type
0	Basic statements
1	Terms, definitions, classifications
2	Standards and methods of measurements of polluted discharges and effluents, intensity of natural resource use
3	Rules of nature protection and natural resource use

Tabl. 7

The number of type	The name of the type
4	Methods of determination of environmental object parameters and intensity of economic impact
5	Requirements for the means of control and changes in environmental conditions
6	Requirements for equipments, devices and facilities of nature protection from pollution
7	Other standard

### INTERNATIONAL ECOLOGICAL RELATIONS

International environmental relations are determined by the principles and standards of international legislation. They are presented in the solutions of General Assembly of UNO, solutions of UNO Stockholm Environment Conference as well as in other documents and can be formulated in the following way:

- priority of human ecological rights;
- sovereignty of government for the natural resources on its territory;
- prohibition of one state's environmental security at the expense of other state;
- environmental regulation at all levels;
- free exchange of ecological information;
- Mutual governments' assistance in case of emergencies.

The special place in the range of environmental legislation objects belongs to the objects of environmental international-legislation protection. They are divided into two categories:

- a) international-legislation protection objects not included in the governments' competence. They comprise space, Ocean, Antarctica, air basin, and migrating animal species;
- b) international-legislation objects included into governmental competence. This category comprises the objects included in the number of the world heritage (wildlife reserves, national parks, reserves, ancient monuments); extinct and rare animals and plants included in International Red Data Book; international rivers, seas, lakes (Baltic sea, the Danube river, Great lakes on the border of the USA and Canada etc.).

The environmental problems are of particular interest for numerous international organizations, but the leading role in this aspect belongs to United Nation Organization. The General Assembly of the UNO defines the main trends in international environmental policy, develops the principles of government interactions in this sphere, and takes decisions on UNO international environmental conference arrangement, designs the projects of international conferences, recommendation on environment protection, enables the development of international cooperation for environmental protection.

The UNO environmental program (UNEP) was established in 1972 at the UNO Stockholm Conference on environmental problems and presents the head environmental organization. UNEP formulated the global environmental problems.

UNO in culture, science, education (UNESCO) founded in 1948, is engaged in environmental problem solution as well. Its activity is performed in several directions:

- 1) supervision of environmental programs in which more than 100 countries are engaged. Among the programs there are long-term program «Human and biosphere», international educational program in the sphere of environment etc.;
- 2) recording and arrangement of nature resource protection referred to the World heritage;
- 3) assistance in environmental education development and training specialists – ecologists for developing and other countries.

The International Union for Conservation of Nature Resources (IUCNR) was established in 1948 and is a non-government international organization presenting more than 100 countries. Its goals include natural ecosystem preservation, rare and extinct animal and plant preservation, wildlife reserve and national parks arrangement as well as ecological education.

The World Health Organization (WHO) was founded in 1946 and is responsible for protection of human health and the environmental impact in it.

The International Atomic Energy Agency (IAEA) was established in 1957 to provide safety and protection of the environment from radioactive pollution.

The Food and Agricultural Organization of the UN (FAO) was organized in 1945 and is engaged in the solution of environmental problems in agriculture: land protection and use, water resources, wildlife, biological resources of the World Ocean protection.

International maritime organization (IMO) was organized in 1948 and solves the problems in the sphere of maritime navigation and sea protection from pollution.

The UNO World Meteorological Organization (WMO) was founded in 1947. Its tasks include the study of human impact degree on both global weather and climate and at regional levels.

WMO operated in the course of the Global System of Environmental Monitoring (GSEM) Apart from WMO the GSEM includes WHO, FAO, and UNESEO.

The system of GSEM has five current programs: atmosphere monitoring, transfer of pollutants over large distances, human health program, program of the World Ocean, and program of renewable land resources.

In addition to leading international organizations there are numerous international organizations dealing with a number of specific problems. For example, International Register of Potentially Toxic Chemical Substances (IRPTCS) was arranged as a part of UNEP and studies toxic chemical substances including pesticides, their impact on human being and environment. As a part of UNO the Bureau of assistance in case of emergencies.

All the international organizations mentioned above unite their efforts to solve global environmental problems. In fact, the ways of their solution can be presented in the following way:

1. It is necessary to develop the international laws of natural resource use obligatory for all countries.
2. It is necessary to perform research in the problems of nature protection to develop new techniques and production of nature protection equipment. The formation of financial support for this purpose is to be performed by all countries, but the main contribution is to be made by highly developed ones.
3. To regulate the interaction of people and the environment it is necessary to develop the system of taxes and financial penalties. Presumably, the tax for the life on the Earth is needed, i.e. the nature use. Such a tax can serve as a regulator of birth rate.
4. To solve the global environmental problems it is necessary to develop systems of international monitoring including lawyers, arbitrage and other services.

At present the search for environmental problems solution is performed at both governmental and international levels.

## BIBLIOGRAPHY

1. GOST 17.0.0.01-76. Standard system in the sphere of nature protection and improvement in natural resource use. Basic statements (CT C3B 1364-78)
2. <http://uchebnikfree.com/page/dikanuch/ist/ist-3--idz-ax233--nf-7.html>
3. <http://ekologobr.ru/kospekt-lekczij-soczialnaya-ekologiya/20-upravlenie-ekologicheskoy-bezopasnostyu-sostavnye-chasti-sistemy-upravleniya-ekologicheskoy-bezopasnostyu.html>
4. [http://fictionbook.ru/author/artem\\_vasilevich\\_sazykin/yekologicheskoe\\_pravo/read\\_online.html?page=1](http://fictionbook.ru/author/artem_vasilevich_sazykin/yekologicheskoe_pravo/read_online.html?page=1)

Учебное издание

БАРАНОВСКАЯ Наталья Владимировна  
УСМАНОВА Татьяна Вячеславовна  
МАТВЕЕНКО Ирина Алексеевна

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ


Учебное пособие

Научный редактор *доктор геолого-минералогических наук,*  
*профессор Л.П. Рихванов*

Редактор *А.С. Бабенко*  
Компьютерная верстка *В.Д. Пяткова*  
Дизайн обложки *А.И. Сидоренко*

Подписано к печати 22.10.2013. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 11,17. Уч.-изд.л. 10,10.  
Заказ 1084-13. Тираж 100 экз.

---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТГУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tsu.ru](http://www.tsu.ru)