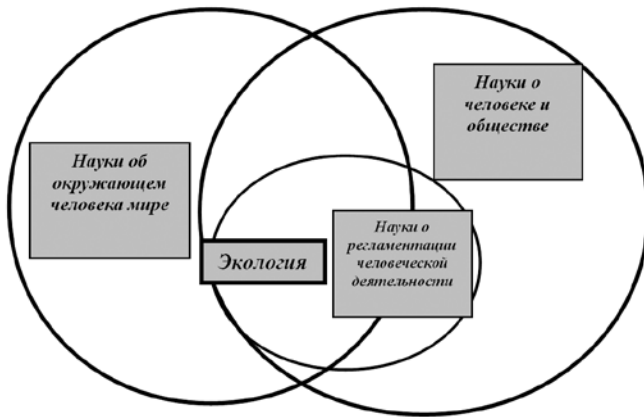


**Шмаль А.Г.**



# **ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ**

УДК 57.026

ББК 20.1

Ш 71

**Шмаль А.Г.**

Основы общей экологии. Издательство: МУП “БНТВ”, 2012 г., г.Бронницы, – 341 с.

**Рецензенты:**

доктор философских наук, профессор, академик РЭА –  
Попов Г.И.

кандидат экономических наук – Тарасова В.Е.

В монографии проведен анализ места общей экологии на современном этапе эволюции человеческого общества. Определен объект и предмет общей экологии. Обоснованы основные теоретические положения, составляющие категориальный базис экологии как науки. Дана характеристика научных направлений, составляющих ее структуру. Приведён анализ понятия “окружающая человека среда” и обоснована её структура. Обоснованы регулирующие и обеспечивающие функции окружающей среды и роль отдельных компонентов в указанных функциях.

Дана краткая характеристика глобальных процессов, происходящих в окружающей среде.

Книга представляет интерес для специалистов в области государственного управления, экологии и охраны окружающей среды, а также предназначена для преподавателей и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области экологии и природоохранной деятельности.

ISBN 978-5-905108-02-0



© Шмаль А.Г. 2012

# Содержание

|                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Введение .....                                                                                           | 5          |
| <b>Глава 1. Экология на современном этапе эволюции человечества. ....</b>                                | <b>11</b>  |
| 1.1. Краткая история экологии .....                                                                      | 13         |
| 1.2. Обзор современных подходов к определению экологии как науки.....                                    | 29         |
| 1.3. Место экологии на современном этапе эволюции человечества .....                                     | 44         |
| 1.3.1. Краткие сведения из учения о понятиях. ....                                                       | 44         |
| 1.3.2. Анализ категориального базиса экологии на современном этапе эволюции человеческого общества. .... | 47         |
| 1.4. Обоснование понятия “экология” на современном этапе эволюции человеческого общества. ....           | 56         |
| <b>Глава 2. Понятие об окружающей среде .....</b>                                                        | <b>65</b>  |
| 2.1. Анализ существующих подходов к определению понятия об окружающей среде .....                        | 65         |
| 2.2. Понятие об окружающей среде на современном этапе развития экологии как науки .....                  | 72         |
| 2.3. Структура окружающей среды .....                                                                    | 75         |
| 2.3.1 Литосфера .....                                                                                    | 78         |
| 2.3.2. Атмосфера .....                                                                                   | 80         |
| 2.3.3. Гидросфера.....                                                                                   | 85         |
| 2.3.4. Педосфера.....                                                                                    | 86         |
| 2.3.5. Эргосфера .....                                                                                   | 87         |
| 2.3.6. Биосфера.....                                                                                     | 87         |
| 2.3.7. Техносфера.....                                                                                   | 92         |
| 2.3.8. Социосфера.....                                                                                   | 94         |
| 2.3.9. Информационная сфера .....                                                                        | 95         |
| 2.3.10. Экосфера.....                                                                                    | 97         |
| <b>Глава 3. Фундаментальные процессы и явления эволюции окружающего человека мира .....</b>              | <b>124</b> |
| 3.1. Глобальные круговороты в природе.....                                                               | 125        |
| 3.1.1. Геологический круговорот .....                                                                    | 127        |
| 3.1.2 Гидрологический цикл .....                                                                         | 133        |

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1.3. Биотический круговорот. ....                                                 | 137        |
| 3.2. Физические поля. ....                                                          | 145        |
| 3.3. Планетарная циркуляция атмосферы. ....                                         | 162        |
| 3.4. Глобальная циркуляция гидросферы. ....                                         | 170        |
| 3.5. Фотосинтез. ....                                                               | 177        |
| 3.6. Почвообразование. ....                                                         | 182        |
| 3.7. Биологическое разнообразие. ....                                               | 194        |
| <b>Глава 4. Антропогенное воздействие. ....</b>                                     | <b>201</b> |
| <b>на окружающую среду. ....</b>                                                    | <b>201</b> |
| <b>Глава 5. Общая экология. ....</b>                                                | <b>224</b> |
| 5.1. Основные принципы общей экологии. ....                                         | 224        |
| 5.2. Структура общей экологии. ....                                                 | 263        |
| 5.2.1. Анализ существующих подходов к определению<br>структуры общей экологии. .... | 264        |
| 5.2.2. Структура общей экологии на современном этапе<br>эволюции человечества. .... | 273        |
| 5.3. Методы общей экологии. ....                                                    | 303        |
| <br>Литература. ....                                                                | <br>320    |
| <br>Словарь терминов. ....                                                          | <br>331    |

*“Географическая среда возникла без вмешательства человека и сохранила естественные элементы, обладающие способностью к саморазвитию. Техногенная среда создана трудом и волей человека. Её элементы не имеют аналогов в девственной природе и к саморазвитию не способны. Они могут только разрушаться”.*

**Л.Н. Гумилёв**  
*Этногенез и биосфера Земли. Л. 1990, с. 222.*

*“Научное знание, проявляющееся как геологическая сила, создающая ноосферу, не может приводить к результатам, противоречащим тому геологическому процессу, созданием которого она является”.*

**В.И. Вернадский.**  
*Размышления натуралиста.*  
**Научная мысль как планетное явление. М. Наука., 1977, с. 19.**

## **Введение**

Нарастание экологического кризиса, отмечающееся во всем мире, приводит к активизации процессов глубокого научного анализа проблемы. Об этом свидетельствуют усилия мирового сообщества по разработке общепланетарных документов в области охраны окружающей среды. К числу таких документов можно отнести решения следующих форумов, проведённых под эгидой ООН: Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды (Стокгольм, 1972), Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию (Повестка дня на XXI век, 1992), Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992), Конвенция о биологическом разнообразии (1992), Киотский протокол (1997), Хартия Земли (2000), серии докладов “Глобальная экологическая перспектива: окружающая среда для развития” (1987 – 2012), “Оценка экосистем на пороге тысячелетия” (2000 – 2005), решения конференции ООН по изменению климата (Бали, 2007), материалы Глобального форума по окружающей среде на уровне министров (Найроби, 2009). Большинство государств, вклю-

чая Россию, ратифицированы принятые на конференции в Рио-де-Жанейро концепция устойчивого развития, Рамочная конвенция об изменении климата, Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, Конвенция о биологическом разнообразии, реализуются принципы, изложенные в “Повестке дня на XXI век”. Многие страны активно внедряют в национальные стандарты образования программу ООН по экологическому образованию в целях устойчивого развития. С 1996 г. Международной организацией по стандартизации (ИСО) приняты первые стандарты ИСО серии 14000 “Управление качеством окружающей среды”, которые на сегодня внедрены в системы управления сотен тысяч предприятий по всему миру.

Состоявшаяся в июле 2012 г. в Рио-де-Жанейро конференция ООН (РИО+20) по устойчивому развитию приняла итоговый документ: “Будущее, которого мы хотим”, подтвердила приверженность мирового сообщества по реализации принципов устойчивого развития и обеспечения построения экономически, социально и экологически устойчивого будущего для нашей планеты и для нынешнего, и будущих поколений.

Значительные средства тратятся ЮНЕП для издания аналитических докладов по оценке состояния окружающей среды в общепланетарном масштабе, в подготовке которых заняты сотни специалистов из различных стран. К таким докладам относятся, прежде всего “Глобальная экологическая перспектива” (ГЕО 1–5), “Оценка экосистем на пороге тысячелетия”, “Мертвая планета, живая планета: восстановление биоразнообразия и экосистем в целях устойчивого развития”.

Однако, несмотря на предпринимаемые усилия на глобальном и региональных уровнях, кардинальных улучшений в состоянии окружающей среды не наступает. В частности авторы доклада ГЕО – 5, вышедшего в 2012 году констатируют: *“Наблюдаемые в настоящее время изменения в земной системе носят беспрецедентный характер в истории человечества. Усилия по замедлению скорости изменений или уменьшению их масштаба, включая повышение ресурсоэффективности и мер по смягчению последствий, позволили добиться уме-*

*ренных успехов, но не ликвидации последствий пагубных изменений в окружающей среде. Ни масштабы, ни скорость этих изменений за последние пять лет не уменьшились (выделено мною – А.Ш.)” (19, с.7).*

Основной причиной такого положения, по мнению ряда ученых, которое разделяет и автор, является недостаточная разработка научных основ экологии. На современном этапе развития человеческой цивилизации многими учеными за экологией признается ведущая интеграционная роль знаний в системе “человек – окружающая среда”. Многогранность и сложность взаимосвязей человеческого общества с окружающей средой, с одной стороны, затрудняют становление экологии как науки, с другой – приводят к профанации, вульгаризации и сведению проблемы на бытовой уровень. Рассуждения типа: “плохая экология”, “экологический геноцид”, “экологическая катастрофа”, “экологическая ситуация” слышны сплошь и рядом, однако что стоит за этими терминами, каждый понимает по – своему. Остроумно охарактеризовал сложившуюся ситуацию Н.Ф.Реймерс: “моя” экология – это не “твоя” экология, но все же что-то сходное, только, пожалуйста, отдай назад “мое” слово “экология” (102, стр. 8). Конечно, обсуждение экологических проблем широкими слоями населения необходимо, поскольку общественное мнение является мощной движущей силой в эволюции человеческого общества. Вместе с тем, важность экологии для выживания человечества и сохранения окружающей природной среды требует от специалистов – экологов проведение критического анализа и систематизации теоретических разработок в области экологии с целью формирования экологии как науки. В полном объеме, исходя из логических основ науки, экология должна включать в себя:

- Категориальный базис
- Структуру экологии, определяемую отношением ее научных направлений
- Методы экологии и ее научных направлений
- Анализ отношений экологии с другими науками.

Насколько известно автору, самой фундаментальной работой в данной области является книга Н.Ф. Реймерса “Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы” (102). В данной работе Н.Ф. Реймерс предпринял попытку систематизировать теоретические положения из различных областей знания, которые должны составлять основу экологии как науки. Он пишет : *“Задача автора в этой книге далека от излишней скромности: превратить экологию из науки фактов в науку идей, хотя бы отдаленно сходную по структуре с элементарной физикой: факты и закон их объединяющий, или наоборот, закон – факт, пусть еще даже единичный, но в потенции множественный”* (102, с. 6).

Вместе с тем здесь же он отмечает: *“Я ни в коем случае не претендую на истину в последней инстанции. Кое в чем приходится мучительно сомневаться. Предпочтительней был бы путь к обобщениям от большего числа точных констатаций, чем от полуинтуитивного видения общего правила, истинность которого выяснится в ходе селекции нового знания”* (102, с. 7).

В чем же отличается подход автора данной работы от подходов Н.Ф. Реймерса и других авторов учебных пособий по экологии? Прежде всего, в принципиально ином понимании объекта и предмета экологии на современном этапе эволюции человеческого общества, чем это принято исходя из доминирования биологического подхода к экологии. Кроме того, по глубокому убеждению автора, сегодня настало время противопоставить процессу обсуждения экологических проблем в рамках отдельных научных направлений (отсюда и возникает сотни различных “экологий”), процесс интеграции знаний в области оптимизации (правильнее гармонизации) взаимоотношений человека с окружающей средой, что позволит разработать эффективную систему управления антропогенным воздействием на окружающую среду.

Разработка нового подхода к экологии ведется автором в последние 20 лет, что нашло отражение в ранее опубликованных работах (120, 122, 126, 130, 132, 133). Апробация



данного подхода на различных научных конференциях и симпозиумах показала, что научное сообщество в целом благосклонно принимает подходы авторы. Новации автора были поддержаны и Н.Н. Моисеевым в своем предисловии к статье “Экология=регламентация?”, опубликованной в журнале “Экология и жизнь” № 3 1999 года.

Суть разрабатываемого автором подхода к пониманию экологии как науки сводится к следующему: **человечество для своего сохранения в биосфере обязано сформировать и реализовать экологическое мировоззрение, заключающееся в согласовании действий человека с фундаментальными законами эволюции окружающего его мира и человеческого общества.** Экологическое мировоззрение должно стать краеугольным камнем тотальной регламентации деятельности человека по отношению к окружающей его среде. Именно так я понимаю слова В.И. Вернадского, приведённые в качестве эпиграфа в начале данной главы. В противном случае развитие человечества пойдёт по иному пути, охарактеризованному другим великим русским мыслителем Л.Н. Гумилёвым, слова которого также приведены в качестве эпиграфа к данной главе. Человечество на перепутье, и от каждого из нас зависит, по какому пути будет развиваться общество дальше. Насколько попытка автора наметить направления выхода из тупика оказалась удачной – судить читателям.

Кроме того, считаю необходимым отметить, что при проведении анализа исторических аспектов экологии, обосновании структуры экологии, характеристике отдельных компонентов окружающей среды мною активно использовались обобщения, размещенные в интернете. К сожалению, не всегда удавалось установить авторство тех или иных материалов. В этом случае приводится ссылка на адрес в интернете, где размещён обзор. В связи с этим приношу извинения за использование указанных материалов без ссылок на конкретных авторов.

Выражаю большую признательность сотрудникам научно-производственной фирмы “ЭОС” за понимание и терпение,

когда автор удалялся от участия в решении производственных проблем, работая над данной книгой. Особую признательность выражаю Степиной О.Н. и Воронцовой Т.Н., помогавшим в подготовке иллюстрационных материалов.

Я прекрасно осознаю всю ограниченность возможностей одного человека решить обсуждаемую проблему. Однако, если данная работа приведет хоть к малейшей активизации усилий научного сообщества в разработке теоретических основ экологии как науки, считаю, что задачи, поставленные данной книгой, выполнены. Буду весьма признателен за любые критические замечания, высказанные по поводу данной работы, пусть даже самые уничижительные. Поскольку последнее означает, что еще кто-то задумался над обсуждаемой проблемой, и нас стало больше. Твердо убежден, что научному сообществу под силу разработать основополагающие принципы оптимизации отношений в системе “человек – окружающая среда”.

В заключении выражаю признательность рецензентам Попову Г.И. и Тарасовой В.Е. за то, что они нашли время для ознакомления с данной книгой и высказали ценные замечания, способствовавшие её улучшению.

|                   |                                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <b>Контактные данные:</b>                                                     |
| <b>Адрес:</b>     | 140170, Московская область,<br>г.Бронницы, ул.Московская, д.93,<br>НПФ “ЭОС”. |
| <b>E-mail:</b>    | eos@dts.ru.                                                                   |
| <b>Тел./факс:</b> | 8 (496) 466-62-06                                                             |

## **Глава 1. Экология на современном этапе эволюции человечества.**

На современном этапе эволюции человеческого общества экологические проблемы стали одним из основных факторов, определяющих эффективность его социально-экономического развития. Экологические проблемы обсуждаются не только учёными и специалистами, но и всеми слоями общества. Социологические опросы показывают, что подавляющее число населения Земли озабочены состоянием окружающей среды. При этом развитие человеческой цивилизации сопровождается стремительным ростом масштабов и видов воздействия на окружающую среду. Следствием экономической деятельности человека является изъятие из окружающей среды возобновимых и не возобновимых ресурсов, в том числе и биоресурсов, а также эмиссия в окружающую среду вещественных, энергетических и информационных отходов своей деятельности. Причём продукты эмиссии, включаясь в глобальные природные процессы круговорота, вызывают в окружающей среде процессы бифуркации. Это приводит к деградации биосферы и других компонентов окружающей среды.

Человечество на протяжении последних 30-40 лет пытается выработать общепланетарную экологическую политику (возможно правильнее идеологию), которая позволила бы преодолеть сложившийся кризис. С этой целью в 1972 году после Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде в рамках ООН была учреждена Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Это основной орган Организации Объединённых наций в области окружающей среды, который призван обеспечить руководство и содействовать сотрудничеству в интересах окружающей среды путем стимулирования деятельности, информирования и оказания помощи странам и народам с целью улучшения качества их жизни, не нанося ущерба будущим поколениям. ЮНЕП определяет политику и координирует деятельность всех организаций системы ООН и за ее пределами по вопросам окружающей человека

среды, и отвечает за инвайроментальный компонент устойчивого развития. ЮНЕП работает в тесном сотрудничестве с международными научными и профессиональными кругами, неправительственными организациями, гражданским обществом и, в первую очередь, с правительствами с целью доведения важных проблем окружающей среды до всех заинтересованных сторон.

В результате под эгидой ООН был принят целый ряд документов, которые должны были способствовать гармонизации взаимоотношений в системе “человек – окружающая среда”. К числу таких документов можно отнести: Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды (Стокгольм, 1972), Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию (Повестка дня на XXI век, 1992), Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992), Конвенция о биологическом разнообразии (1992), Киотский протокол (1997), Хартия Земли (2000), серии докладов “Глобальная экологическая перспектива: окружающая среда для развития” (1987 – 2007), “Оценка экосистем на пороге тысячелетия” (2000 – 2005), решения конференции ООН по изменению климата (Бали, 2007), материалы Глобального форума по окружающей среде на уровне министров (Найроби, 2009), Мертвая планета, живая планета: восстановление биоразнообразия и экосистем в целях устойчивого развития (2010) и целый ряд других документов.

Однако предпринимаемые в общепланетарном масштабе меры пока не позволяют изменить ситуацию к лучшему, и мы вынуждены констатировать, что параметры качества окружающей среды во времени имеют устойчивый тренд к ухудшению. *Основной причиной сложившейся ситуации, по моему мнению, является узкая специализация знаний по изучению отдельных проблем взаимодействия человеческого общества с окружающей средой и крайне недостаточные усилия со стороны научного сообщества по интеграции экологических знаний.*

С этой целью в данной главе автором предпринимается попытка обосновать место экологии в выработке стратегии взаи-

модействия человека с окружающей средой на современном этапе развития человеческого общества путём анализа развития экологического знания в историческом аспекте.

### ***1.1. Краткая история экологии***

Впервые термин “экология” был предложен Эрнстом Геккелем, немецким биологом в 1866 году. Под экологией как области научного знания он понимал: “... познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения растений и животных, контактирующих друг с другом”. При этом Э. Геккель относил экологию к биологическим наукам.

В связи с приведённым определением экологии не очень понятны часто встречающиеся рассуждения, в том числе и в научной литературе, по поводу трактовки понятия экология, исходя из переводов составляющих её греческих слов: *oikos* – дом (жилище, местообитание, убежище), и *logos* – наука, в то время как автор понятия определил его достаточно однозначно. Поскольку знания человечества об окружающем мире постоянно меняются, то представляется более правильным определять объём и содержания понятия “экология” путём анализа реально решаемых ею проблем на конкретных этапах эволюции человеческого общества.

Однако вышесказанное не означает, что мы должны забывать учёных, чьими усилиями закладывались научные основы экологии. Автор не является специалистом по истории науки и экологии в частности, поэтому обратимся к популярным работам по истории экологии. Хорошие обзоры по данной проблеме содержатся на сайте Всероссийского экологического портала (<http://ecoportal.su/>). К сожалению, в размещенных материалах не указаны авторы обзоров, поэтому мною дан лишь адрес сайта,

на котором размещены материалы под рубрикой “История экологии” и “Краткая история и предмет экологии”. В связи с этим приношу извинения авторам, поскольку не могу их указать в соответствующих ссылках. Хорошие обзоры по истории экологии содержатся также в книге “Общая экология” Черновой Н.М. и Быловой А.М. (2001), а также в работе Понаморёвой И.Н. и др. “Общая экология” (2005).

Проблемы взаимоотношения живого и окружающей среды исследовались уже в работах античных авторов. Аристотель (384 – 322 гг. до н.э.) в “Истории животных” описал более 500 видов известных ему животных, рассказал об особенностях их поведения. Теофраст Эрезийский (372 – 287 гг. до н.э.) описал влияние почвы и климата на структуру растений, наблюдаемое им на огромных пространствах Древнего Средиземноморья. Древнейший учёный – агроном Марк Теренций Варрон (116 – 27 гг. до н.э.) описывает движение листьев и цветков под воздействием солнца, приводит сведения о почвах, домашних животных и птицах, способах ухода за ними.

К этому периоду относится и “Естественная история” Плиния Старшего (Гай Плиний Секунд, 23 – 79 гг. н. э.), которая пронизана философской проблемой соотношения еловек – природа. Плиний так писал о своем труде: “Повествуется здесь о природе вещей, то есть о жизни, и притом в наиболее грязной ее части”. При этом человека Плиний считал неотъемлемой частью природы: “Первое место следует по праву человеку, для которого великая природа создала все другие вещи, хотя за свои благодеяния она запрашивает столь высокую цену, что трудно определить, что она для человека – мать родная или мачеха”.

Римский учёный-агроном Луций Юний Модерат Колумелла (1 веке н.э.) в 12-томном труде “О сельском хозяйстве” описывает особенности плодоводства, декоративного садоводства, роль удобрений и агротехники своего времени.

В Средние века интерес к изучению природы ослабевает, заменяясь господством схоластики и богословием. В этот период, затянувшийся на целое тысячелетие, только единичные труды содержат факты научного значения.

Началом новых веяний в науке в период позднего средневековья являются труды Альберта Великого (Альберт фон Больштедт, 1193–1280 гг.). В своих книгах о растениях он придает большое значение условиям их местообитания, где помимо почвы важное место уделяет “солнечному теплу”, рассматривая причины “зимнего сна” у растений, размножение и рост организмов ставит в неразрывную связь с их питанием.

Фундаментальными обобщениями средневековых знаний о живой природе являлись многотомное “Зеркало природы” Венсенаде Бове (XIII в.), “Поучение Владимира Мономаха” (XI в.), ходившие в списках на Руси, “О поучениях и сходствах вещей” доминиканского монаха Иоанна Сиенского (начало XIV в.).

Географические открытия в эпоху Возрождения, колонизация новых стран явились толчком к развитию биологических наук. Накопление и описание фактического материала – характерная черта естествознания этого периода. Первые систематики – А. Цезальпин (1519 – 1603), Д. Рей (1623 – 1705), Ж. Турнефор (1656 – 1708) и др. утверждали о зависимости растений от условий произрастания или возделывания, от мест их обитания и т. д. Сведения о поведении, повадках, образе жизни животных, сопровождавшие описание их строения, называли “историей” жизни животных.

В XVII–XVIII вв. в работах, посвященных отдельным группам живых организмов, зачастую значительную часть составляли описания их взаимоотношений с окружающей средой, например в трудах А. Реомюра о жизни насекомых (1734), Л. Трамбле о гидрах и мшанках (1744), а также в описаниях натуралистами путешествий. Антон ван Левенгук, был пионером в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов. По сочинениям английского ученого Р. Брэдли видно, что он имел четкое представление о биологической продуктивности. Существенный вклад в становление экологии внёс Карл Линней (1707 – 1778). В своих трудах “Экономика природы”, “Общее обустройство природы” Линней подчёркивает влияние климатических

условий на развитие организмов, обращает внимание на взаимные отношения всех естественных тел в природе.

В XVIII в. С. П. Крашенинниковым, И. И. Лепехиным, П. С. Палласом и другими русскими географами и натуралистами были организованы изучения неизведанных регионов России. По результатам проведённых исследований указывалось на взаимосвязанные изменения климата, животного и растительного мира в различных частях обширной страны. В своем капитальном труде “Зоография” П. С. Паллас описал образ жизни 151 вида млекопитающих и 425 видов птиц, биологические явления: миграцию, спячку, взаимоотношения родственных видов и т. д. П. С. Палласа, по определению Б. Е. Райкова (1947), можно считать “одним из основателей экологии животных”. О влиянии среды на организм высказывался М. В. Ломоносов. В трактате “О слоях земных” (1763) он писал: “...напрасно многие думают, что все, как мы видим, сначала создано творцом...”. Изменения в неживой природе М. В. Ломоносов рассматривал как непосредственную причину изменений растительного и животного миров.

Во второй половине XVIII в. проблема внешних условий нашла отражение в работах французского естествоиспытателя Ж.-Л. Л. Бюффона (1707 – 1788). Он считал возможным “перерождение” видов и полагал основными причинами превращения одного вида в другой влияние таких внешних факторов, как “температура, климат, качество пищи и гнет одомашнивания”. В его титаническом труде “Естественная история” четко просматривается материалистический взгляд на неразрывность материи и движения. “Материя без движения никогда не существовала, – пишет он, – движение, следовательно, столь же старо, как и материя”. Бюффон отрицает божественное происхождение Земли. Об изменяемости организмов под влиянием различных внешних условий писал Эразм Дарвин (1731 – 1802), изложивший свои взгляды в целом ряде трудов “Ботанический сад”, “Зоономия”, “Храм природы”.

Из “Естественной истории” Бюффона возшли ростки эволюционизма Ж.-Б. Ламарка, выросло эволюционное учение



Ч. Дарвина. Создание эволюционной концепции развития природы – главное теоретическое достижение Ж.-Б. Ламарка (1744 – 1829), который в “Философии зоологии” (1809) дает эволюционное обоснование “лестницы существ”. Ж.-Б. Ламарк считал влияние “внешних обстоятельств” одной из самых важных причин приспособительных изменений организмов, эволюции животных и растений.

Влиянию внешней среды на организмы много внимания уделял русский ученый-агроном А. Г. Болотов (1738–1833). На основании наблюдений он разрабатывал приемы воздействия на молодые растения яблони, определял роль минеральных солей в жизни растений, создал одну из первых классификаций местообитаний, изучал вопросы взаимоотношений между организмами.

По мере развития зоологии и ботаники происходило накопление фактов экологического содержания, свидетельствующих, что к концу XVIII в. у естествоиспытателей начали складываться элементы особого подхода к изучению эволюции природы.

Появление в начале XIX в. биогеографии способствовало дальнейшему развитию экологического мышления. Основоположником экологии растений принято считать А. Гумбольдта (1769 – 1859), опубликовавшего в 1807 г. работу “Идеи о географии растений”, где на основе своих многолетних наблюдений в Центральной и Южной Америке он показал значение климатических условий, особенно температурного фактора, для распределения растений. В восточных зональных и вертикально-поясных географических условиях у растений разных таксономических групп вырабатываются сходные “физиономические” формы, т. е. одинаковый внешний облик. По распределению и соотношению этих форм можно судить о специфике физико-географической среды. Появились первые специальные работы, посвященные влиянию климатических факторов на распространение животных, и среди них – книги немецкого зоолога К. Глогера (1833) об изменениях птиц под влиянием климата, датчанина Т. Фабера (1826) об особенностях северных птиц, К. Бергмана (1848) о

географических закономерностях в изменении размеров теплокровных животных.

Швейцарский ботаник, ученик Ж.Кювье и Ж.Ламарка, О.Декандоль разработал одну из первых классификаций естественных систем растений и начал издавать обозрение всех известных видов покрытосеменных – “Введение в естественную систему царства растений”. В 1832 г. О.Декандоль обосновал необходимость выделения особой научной дисциплины “эпиррелогия”, изучающей влияние на растения внешних условий и воздействие растений на окружающую среду. Число таких факторов по мере расширения и углубления исследований по экологии растений возрастало, а оценка значимости отдельных факторов изменялась. О.П.Декандоль писал: “Растения не выбирают условия среды, они их выдерживают или умирают. Каждый вид, живущий в определенной местности, при известных условиях представляет как бы физиологический опыт, демонстрирующий нам способ воздействия теплоты, света, влажности и столь разнообразных модификаций этих факторов”.

Русский ученый Э.А.Эверсман рассматривал организмы в тесном единстве с окружающей средой. В работе “Естественная история Оренбургского края” (1840) он четко делит факторы среды на абиотические и биотические, приводит примеры борьбы и конкуренции между организмами, между особями одного и разных видов.

Экологическое направление в зоологии лучше других было сформулировано другим русским ученым К.Ф.Рулье (1814 – 1858). Он считал необходимостью развитие особого направления в зоологии, посвященного всестороннему изучению и объяснению жизни животных, их сложных взаимоотношений с окружающим миром. Рулье разработал широкую систему экологического исследования животных – “зообиологии”, оставил ряд трудов типичного экологического содержания, таких, как типизация общих особенностей водных, наземных и роющих позвоночных. Научные работы Рулье оказали значительное влияние на направление и характер исследований

его учеников, последователей – Н.А.Северцова (1827 – 1885), А. Н. Бекетова (1825 – 1902).

Таким образом, ученые начала XIX в. анализировали закономерности организмов и среды, взаимоотношения между организмами, явления приспособляемости и приспособленности. Однако решающее значение в становлении экологии как науки произошло на базе эволюционного учения Ч. Дарвина (1809 – 1882). В своём труде “Происхождение видов” (1859) им показано, что “борьба за существование” в природе является движущим фактором эволюции. Стало ясно, что взаимоотношения живых существ и связи их с неорганическими компонентами среды – большая самостоятельная область исследований.

Победа эволюционного учения в биологии привела к формированию целого ряда новых научных направлений в биологии. Именно в это время Э.Геккелем был введён термин “экология” и сформулировано понятие об экологии как науки, которое приведено в начале данного раздела. При этом Э.Геккель относил экологию к биологическим наукам. На основе теории Ч.Дарвина о происхождении видов Э.Геккель развил учение о закономерностях происхождения и развития живой природы, пытаясь проследить генеалогические отношения между различными группами живых существ и представить эти отношения в виде “родословного древа”.

Термин “экология” в дальнейшем получил всеобщее признание. Однако объём и содержание понятия со временем существенно менялось. Во второй половине XIX в. содержанием экологии являлось главным образом изучение образа жизни животных и растений, их адаптивности к климатическим условиям: температуре, световому режиму, влажности и т. д. В этой области был сделан ряд важных обобщений, исследований. Датский ботаник Е.Варминг в книге “Ойкологическая география растений” (1895) излагает основы экологии растений, четко формулирует ее задачи. Изложив основные положения экологии отдельных растений и растительных сообществ, он создал стройную систему фитоэкологических

взглядов. Работы Е. Варминга послужили мощным толчком к многочисленным исследованиям ботаников и зоологов, проводимых в различных районах Земли.

А.Н. Бекетов в работе “География растений” (1896) впервые сформулировал понятие биологического комплекса как суммы внешних условий, установил связь особенностей анатомического и морфологического строения растений с их географическим распространением, указал на значение физиологических исследований в экологии. Им же были детально разработаны вопросы межвидового и внутривидового взаимоотношений организмов. Д. Аллен (1877) нашел ряд общих закономерностей в изменении пропорций тела и его выступающих частей, в окраске североамериканских млекопитающих и птиц в связи с географическими изменениями климата.

В конце 70-х гг. XIX в. возникло новое направление исследований. Немецкий гидробиолог К. Мебиус в 1877 г. на основе изучения устричных банок Северного моря обосновал представление о биоценозе как глубоко закономерном сочетании организмов в определенных условиях среды. Биоценозы, или природные сообщества, по К. Мебиусу, обусловлены длительной историей приспособления видов друг к другу и к окружающей их среде. Он утверждал, что всякое изменение в каком-либо из факторов биоценоза вызывает изменения в других факторах последнего. Его труд “Устрицы и устричное хозяйство” положил начало биоценологическим исследованиям в природе.

Изучение сообществ в дальнейшем обогатилось методами учета количественных соотношений организмов. Учение о растительных сообществах обособилось в отдельную область ботанической экологии. Значительная роль здесь принадлежит русским ученым С.И. Коржинскому и И.К. Пачоскому, назвавших новую науку “фито-социологией”, переименованную позднее в “фитоценологию”, а затем в геоботанику. К этому же периоду относится деятельность знаменитого русского ученого В.В. Докучаева (1846 – 1903). Докучаев в своем труде “Учение о зонах природы” писал, что ранее изучались отдельные тела,

явления и стихии – вода, земля, но не их соотношения, не та генетическая вековая и всегда закономерная связь, какая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительными, животными и минеральными царствами с одной стороны, человеком, его бытом и даже духовным миром. Учение Докучаева о природных зонах имело исключительное значение для развития экологии. В целом его работы легли в основу геоботанических исследований, положили начало учению о ландшафтах, дали толчок широким исследованиям взаимоотношений растительности и почвы. Идея Докучаева о необходимости изучения закономерностей жизни природных комплексов получила дальнейшее развитие в книге видного лесовода Г.Ф.Морозова “Учение о лесе”, в учении В.Н.Сукачева о биогеоценозах.

В начале XX в. оформились экологические школы гидробиологов, фитоценологов, ботаников и зоологов, в каждой из которых развивались определенные стороны экологической науки.

В 1910 г. на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе экология растений разделилась на экологию особей и экологию сообществ. По предложению швейцарского ботаника К.Шретера экология особей была названа аутэкологией (от греч. *autos* – сам и “экология”), а экология сообществ – синэкологией (от греческой приставки *syn-*, обозначающей “вместе”). Такое деление вскоре было принято и в зооэкологии. Появились первые экологические сводки: руководство к изучению экологии животных Ч.Адамса (1913), книга В.Шелфорда о сообществах наземных животных (1913), С.А.Зернова по гидробиологии (1913) и др.

В 1913–1920 гг. были организованы экологические научные общества, основаны журналы. Экологию начали преподавать в ряде университетов. В экологии получило развитие количественное рассмотрение изучаемых явлений и процессов, связанных с именами А.Лотки (1925), В.Вольтерры (1926).

Авторитетнейший ученый России начала XX в., ботаник И.П.Бородин, выступая в 1910 г. на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей с докладом “Об охране участков растительности, интересных с ботанико-географической точки

зрения”, страстно призывал своих коллег охранять природу и выполнять тем самым “наш нравственный долг”, сравнивая это дело с охраной исторических памятников. Бородин особенно интересовался уникальными природными объектами. Любой памятник природы, неважно – большой или маленький, представляет собой, по его мнению, национальное сокровище. “Это такие же уники, как картины, например, Рафаэля – уничтожить их легко, но воссоздать нет возможности”.

Другой русский учёный Г. А. Кожевников (1917) утверждал, что к числу факторов, усугубляющих разрушительные последствия войны и революции, относятся вопиющая отсталость, бескультурие, отсутствие развитой технологии и какого-либо гражданского долга. Кожевников сформулировал три этапа становления отношения человека к природе. Россия, по его мнению, находится на стадии, переходной от первого – первобытного, хищнического – этапа ко второму, ориентированному на рост и развитие. При отсутствии даже войны и социальных потрясений мощные структурные факторы должны были бы препятствовать быстрому переходу к третьему этапу, ориентированному на охрану природы. Кожевников, основываясь на данном утверждении, выступал за рационализацию и модернизацию экономики и ее социальной структуры. Представляется, что эти мысли не потеряли актуальность и на сегодняшний день.

К началу XX в. определились основные теоретические представления в области биоценологии: о границах и структуре биоценозов, степени устойчивости, возможности саморегуляции этих систем. Углублялись исследования типов взаимосвязей организмов, лежащих в основе существования биоценозов. Проблему взаимодействия живых организмов с неживой природой подробно разработал В. И. Вернадский в 1926г., подготовив условия для понятия единого целого биологических организмов с физической средой их обитания.

Большой вклад в фитоценологические исследования внесли в России В.Н.Сукачев, Б.Н.Келлер, В.В.Алехин, А.Г.Раменский, А.П.Шенников, за рубежом – Ф.Клементс в США, К.Раункиер в Дании, Г.Дю Рие в Швеции, И.Браун-

Бланк в Швейцарии. Были созданы разнообразные системы классификации растительности на основе морфологических (физиологических), эколого-морфологических, динамических и других особенностей сообществ, разработаны представления об экологических индикаторах, изучены структура, продуктивность, динамические связи фитоценозов.

Продолжая традиции К.А.Тимирязева, в разработку физиологических основ экологии растений много ценного внес Н.А.Максимов.

В 30–40-х гг. XX в. появились новые сводки по экологии животных, где излагались теоретические проблемы общей экологии: К.Фридерикса (1930), Ф.Боденгеймера (1935) и др. В развитие общей экологии значительный вклад внес Д. Н. Кашкаров (1878 – 1941). Ему принадлежат такие книги, как “Среда и общество”, “Жизнь пустыни”. Он является автором первого учебника в нашей стране по основам экологии животных (1938). По инициативе Д.Н.Кашкарова регулярно издавался сборник “Вопросы экологии и биоценологии”.

В 30-х годах оформилась новая область экологической науки – популяционная экология. Основоположником ее следует считать английского ученого Ч.Элтона. В своей книге “Экология животных” (1927) Элтон переключает внимание с отдельного организма на популяцию как единицу, которую следует изучать самостоятельно, так как на этом уровне выявляются свои особенности биологических адаптаций и регуляций. Центральными проблемами популяционной экологии стали проблемы внутривидовой организации и динамики численности.

Представления о популяциях стали особенно энергично развиваться в экологии после того, как оформилась популяционная генетика, а в систематике стали рассматривать вид как сложную систему. Развитию популяционных исследований сильно способствовали также запросы практики – острая необходимость разработки основ борьбы с вредителями и конкурентами в сельском и лесном хозяйстве, истощение запасов ряда ценных промысловых животных, открытие роли неко-

торых диких животных в распространении паразитов и возбудителей болезней человека и домашнего скота.

В развитие популяционной экологии в нашей стране большой вклад внесли отечественные учёные С.А.Северцов, С.С.Шварц, Н.П.Наумов, Г.А.Викторов, работы которых во многом определяют современное состояние этой области науки.

Начало исследований популяций у растений было положено трудами Е.Н.Синской (1948), много сделавшей по выяснению экологического и географического полиморфизма видов. Ряд вопросов популяционной экологии растений разрабатывается в трудах Т.А.Работнова и А.А.Уранова и их последователей.

Изучение популяционных закономерностей по-новому помогло осознать роль видов в биоценозах, структурную организацию сообществ. Возникла плодотворная концепция “экологических ниш”, тесно связывающая экологические и эволюционные вопросы. В ее разработке важная заслуга принадлежит западным ученым Дж.Гриннеллу, Р.Макартуру, Д.Хатчинсону и советскому исследователю Г.Ф.Гаузе.

В 1927 г. профессор Оксфордского университета Ч. Элтон опубликовал краткое учебное пособие для студентов “Экология животных”, в котором были изложены важнейшие теоретические положения экологии. Этот труд стал классическим произведением в области экологии, оказавшим огромное влияние на теоретические мировоззрения экологов во всём мире.

Параллельно развиваются и другие области экологии, тесно связывающие эту науку с традиционными областями биологии. В развитие морфологической и эволюционной экологии животных большой вклад внес М.С.Гиляров, выдвинувший предположение, что почва послужила переходной средой в завоевании членистоногими суши (1949). Проблемы эволюционной экологии позвоночных животных нашли отражение в трудах С.С.Шварца.

И.С.Серебряковым была создана новая, более глубокая классификация жизненных форм цветковых растений. Возникла палеоэкология, задача которой – восстановление картины образа жизни вымерших форм.



С начала 40-х годов в экологии возник принципиально новый подход к исследованию природных экосистем. В 1935 г. английский ученый А. Тенсли выдвинул понятие экосистемы, а в 1942г. В.Н. Сукачев обосновал представление о биогеоценозе. В этих понятиях нашла отражение идея о единстве совокупности организмов с абиотическим окружением, о закономерностях, которые лежат в основе связи всего сообщества и окружающей неорганической среды, о круговороте вещества и превращениях энергии. Начались работы по точному учету продуктивности водных сообществ (Г.Г.Винберг, 1936). В 1942 г. американский ученый Р.Линдеман опубликовал статью с изложением основных методов расчета энергетического баланса экологических систем. С этого периода стали принципиально возможными расчеты и прогнозирование предельной продуктивности биоценозов в конкретных условиях среды.

С развитием экосистемной и популяционной экологии более отчетливо стала вырисовываться специфика методов современной экологической науки. Основным инструментом экологического поиска представляют методы количественного анализа. Надорганизменные объединения (популяции, сообщества, экосистемы) управляются преимущественно количественными соотношениями особей, видов, энергетических потоков. Количественные изменения в структуре популяций и экосистем могут в корне переменить способы их функционирования, результаты деятельности. Развитие количественных методов исследования превращает экологию в точную науку, дает основы для математического моделирования, делает возможным научный прогноз. Это особенно важно для оценки устойчивости и продуктивности популяций и биосистем.

В начале 40-х гг. XX в. в экологии возникает новый подход к исследованиям природных биосистем. Г.Гаузе (1934) провозгласил свой знаменитый принцип конкурентного исключения, указав на важность трофических связей как основного пути для потоков энергии через природные сообщества, что явилось весомым вкладом в появление концепции биосисте-

мы. Английский ученый А.Тенсли в 1935 г. в работе “Правильное и неправильное использование концепций и терминов в экологии растений” ввел в экологию термин “экологическая система”. Основное достижение А.Тенсли заключается в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы – экосистемы.

Развитие биосистемного анализа привело к возрождению на новой основе учения о биосфере, принадлежащего крупнейшему российскому ученому В.И.Вернадскому, который в своих идеях намного опередил современную ему науку. Биосфера предстала как глобальная биосистема, стабильность и функционирование которой основаны на экологических законах обеспечения баланса вещества и энергии. Такой подход позволил ученым разных стран, работавшим с 1964 г. по общей Международной биологической программе (МБП), подсчитать максимальную биологическую продуктивность всей нашей планеты, т.е. тот природный фонд, которым располагает человечество, и максимально возможные нормы изъятия продукции для нужд растущего населения Земли.

Нужно отметить, что сегодня существует два взаимоисключающих взгляда на движущие силы биологической эволюции.

В соответствии с первым, феномен изменения форм живого есть случайный процесс, определяемый двумя хотя и разными по сути, но при всем том – случайными факторами. Это *хаотические мутации и естественный отбор*. На подобных представлениях и основаны все версии дарвинизма, в том числе и самые современные.

Согласно второму подходу, процесс эволюции в своей основе закономерен, что проявляется даже на фоне множества случайных факторов. Эта концепция известна под названием *номогенеза*. Её автором является российский биолог Л.С.Берг. В своей работе “Номогенез, или эволюция на основе закономерностей” (1922) он привёл теоретическое обоснование номогенеза. Принципиальные отличия двух указанных концепций приведены в таблице 1.1.

**Таблица 1.1.**

**Отличия дарвинизма и номогенеза по Л.С.Бергу.**

| Дарвинизм                                                                                                                           | Номогенез                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Все организмы развились из одной или немногих первичных форм, т. е. монофилетично.                                               | 1. Организмы развились из многих тысяч первичных форм, т. е. полифилетично.                                                                       |
| 2. Дальнейшее развитие шло дивергентно.                                                                                             | 2. Дальнейшее развитие шло преимущественно конвергентно (частью дивергентно).                                                                     |
| 3. На основе случайных вариаций, коим подвергаются отдельные единичные особи, путём медленных, едва заметных непрерывных изменений. | 3. На основе закономерностей, захватывающих громадные массы особей, на обширной территории, скачками, пароксизмами, мутационно.                   |
| 4. Наследственных вариаций масса, и идут они по всем направлениям.                                                                  | 4. Наследственных вариаций ограниченное число, и идут они по определённым направлениям.                                                           |
| 5. Фактором прогресса служит борьба за существование и естественный отбор.                                                          | 5. Борьба за существование и естественный отбор не являются факторами прогресса, а, кроме того, будучи деятелями консервативными, охраняют норму. |
| 6. Виды в силу своего происхождения путём дивергенции связаны переходами друг с другом.                                             | 6. Виды в силу своего мутационного происхождения резко разграничены один от другого.                                                              |
| 7. Процесс эволюции состоит сплошь в образовании новых признаков.                                                                   | 7. Эволюция в значительной степени есть развёртывание уже существующих задатков.                                                                  |
| 8. Вымирание организмов происходит от внешних причин: от борьбы за существование и переживания наиболее приспособленного.           | 8. Вымирание есть следствие как внутренних, так и внешних причин.                                                                                 |

Большой вклад в развитие номогенеза внесли отечественные биологи Н.И.Вавилов, А.А.Любищев и С.В.Мейен. Представляется, что роль перечисленных учёных в объяснение

причин эволюции биосферы недооценён, что обусловлено доминированием в современной биологии дарвиновского подхода.

В 50–90 гг. XX в. вопросам экологии посвящены работы видных отечественных и зарубежных исследователей: Р.Дажо (Основы экологии, 1975), Р.Риклефс (Основы общей экологии, 1979), Ю.Одум (Основы экологии, 1975; Экология, 1986), М.И.Будыко (Глобальная экология, 1977), Г.А.Новиков (Основы общей экологии и охраны природы, 1979), Ф.Рамад (Основы прикладной экологии, 1981), В.Тишлер (Сельскохозяйственная экология, 1971), С.Г.Спурр, Б.В.Барнес (Лесная экология, 1984), В. А. Радкевич (Экология, 1983,1997), Ю.А.Израэль (Экология и контроль природной среды, 1984), В.А.Ковда (Биогеохимия почвенного покрова, 1985), Дж.М.Андерсон (Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек, 1985), Г.В.Стадницкий, А.И.Родионов (Экология, 1988,1996), Н.Ф.Реймерс (Природопользование, 1990; Экология, 1994), Г.Л.Тышкевич (Экология и агрономия, 1991), Н. М. Чернова, А.М.Былова (Экология, 1988), Т.А.Акимова, В.В.Хаскин (Основы экоразвития, 1994; Экология, 1998), В.Ф.Протасов, А.В.Молчанов (Экология, здоровье и природопользование в России, 1995), Н.М.Мамедов, И.Т.Суравегина (Экология, 1996), К.М.Петров (Общая экология, 1996), А.С.Степаневских (Общая экология, 1996, 2000; Экология, 1997; Охрана окружающей среды, 1998,2000) и др.

Большой вклад в развитие научных основ экологии во второй половине XX века внесли российские учёные Н.Ф.Реймерс и Н.Н.Моисеев.

Н.Ф.Реймерс (1931 – 1993) внес значительный вклад в изучение взаимоотношений человека и природы, социально-экономических аспектов взаимодействия человека и природы. В фундаментальной монографии “Экология теории, законы, правила, принципы и гипотезы” Н.Ф.Реймерс предпринял попытку систематизировать теоретические основы экологии как науки.

Н.Н.Моисеев (1917 – 2000) академик, известный как ученый с мировым именем. Главные направления его научной деятельности в области экологии и природопользования являлись разработка математических моделей динамики биосферы и методологические вопросы взаимоотношения биосферы и общества.

Основным практическим результатом развития экологии к концу XX века явилось ясное осознание, сколь велика зависимость человеческого общества от состояния компонентов окружающей среды на нашей планете и необходимости перестраивать экономику в соответствии с объективными законами эволюции окружающего нас мира.

## ***1.2. Обзор современных подходов к определению экологии как науки.***

Для определения места экологии на современном этапе эволюции человеческого общества необходимо более детально оценить состояние проблемы на сегодняшний день. Степень осознания обществом сложности экологических проблем и направления поиска путей их решения находят отражение в стандартах образования, которые мы внедряем как в средней, так и высшей школах. Именно знания, получаемые людьми в образовательных учреждениях, служат основой в формировании экологического мировоззрения и мотивируют нашу деятельность в указанной сфере. В связи с этим для оценки сложившегося объёма и содержания понятия “экология” на современном этапе эволюции человеческого общества проведём анализ их трактовки в учебной, а затем и научной литературе.

В первую очередь обратимся к учебникам, которые формируют у школьников и студентов современное понимание проблемы, объекта и предмета науки, ее методы, цели и задачи. Первоначально проанализируем содержание школьных учебников, издаваемых массовыми тиражами (десятки тысяч эк-

земляков), т.е. рассчитанных на широкое использование в образовательном процессе подрастающего поколения.

Зверев А.Т. в “Исторической экологии” для учеников 5-6 классов и в другом учебнике “Экология” для 7-9 классов, написанном совместно Е.Г.Зверевой, определяют экологию как науку *“об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой”* (36, с. 5). При этом указанные авторы дают к приведенному определению важный комментарий: *“Для современной экологии чрезвычайно важен вопрос о закономерностях изменения этих организмов и их сообществ под воздействием самой природы и человека”* (выделено мною – А.Ш.) (36, с. 4).

Алексеев С.В. в учебном пособии “Экология” для учащихся 9 классов дает следующее определение: *“Экология – это комплексная наука, изучающая законы существования (функционирования) живых систем в их взаимодействии с окружающей средой”* (3, с. 10).

Чернова Н.М. и др. в учебнике “Основы экологии” также для 9 класса общеобразовательных учреждений так определяют экологию: *“Экология – это наука о связях живых организмов с окружающей средой”* (115, с. 3). Вслед за определениями в учебниках, утвержденным Министерством образования РФ, вторят учителя в методических материалах, разрабатываемых на местных уровнях: *“Экология – это наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и средой обитания”* (90, с. 3).

Близкое по содержанию определение экологии дается и в учебниках для высших учебных заведений (18, 19, 21, 99, 100 и др.). К примеру, в учебнике “Экономика и экология”, написанного коллективом авторов одного из самых престижных учебных заведений России – Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова, экология определяется как *“наука, изучающая отношение живых организмов и растений, как между собой, так и со средой их обитания”* (141, с. 10).

Закономерно возникает вопрос, а чем в таком случае занимается общая биология? Кроме того, из двух последних

определений следует, что экология изучает взаимодействие с окружающей средой на организменном уровне, а как быть с другими уровнями организации живого.

С другой стороны, Розанов С.И. в своём учебнике для вузов, выдержавшего пять изданий, определяет современное представление об экологии как *“биологической науке, изучающей организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы”* (103, с. 12). Таким образом, организменный уровень исключается из области изучения экологией.

Маврищев В.В., проведя достаточно детальный анализ понятия “экология”, в заключение определяет ее как *“наука, изучающая взаимодействие организмов между собой и с окружающей их средой, а также структуру и функционирование надорганизменных систем”* (53, с. 11), т.е. в предмет изучения экологии включаются все уровни организации живого. Близкое по содержанию определение экологии принимается и авторами учебника для вузов “Экология” под редакцией Житина Ю.И. (140), Денисов В.В. и др. (2002).

В учебнике “Экология”, подготовленном коллективом авторов под руководством профессора Боголюбова С.А., дается еще более лаконичное определение экологии как науки *“... об окружающей нас природной среде”*. И здесь же дается пояснение: *“Это раздел биологии* (выделено мною – А.Ш), *изучающий взаимосвязи между организмами и окружающей их средой, о круговороте веществ в природе и потоках энергии, делающих возможной саму жизнь на Земле”* (139, с. 10).

Профессор Воронежского университета Негрбов О.П. еще более категоричен в биологическом подходе к экологии, которую он определяет как *“биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем) и биосферы”* (68, с. 163). Дословно такое же определение экологии дает в учебнике для ВУЗов “Общая экология” С.Н. Розанова (102, с. 12). Нужно отметить,

что данный учебник признан Министерством образования как один из лучших в РФ и выдержал пять изданий. Таким образом, в определенном смысле указанный подход к экологии является как бы официальным, поскольку поддерживается министерством, отвечающим за образование в нашей стране.

Коллектив авторов (Николайкин Н.И. и др.) из трех ведущих ВУЗов России: МГУ, Московского государственного университета инженерной экологии, Московского государственного технического университета гражданской авиации, в учебнике “Экология”, пятое издание которого вышло в 2005 году, также определяют экологию как науку, *изучающую взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой* (69, с. 6).

Близкое по смыслу определение экологии использует в учебном пособии для вузов Петрова К.М. “Общая экология”, выдержавшего три издания: *“экология – наука о взаимоотношениях организмов и образуемых ими сообществ с абиотическими и биотическими экологическими факторами”* (93, с. 346).

Доминирование биологической трактовки экологии привело к тому, что определение экологии в создаваемых словарях также имеет биологический уклон. К примеру, в Энциклопедическом словаре “Геоэкология” Прозорова Л.Л., экология определяется как *биологическая наука об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой*” (111, с. 380).

В энциклопедическом словаре определение экологии приводится в редакции Э.Геккеля, однако затем авторы делают следующее замечание: *“С середины 20 века в связи с усилившимся воздействием человека на природу экология приобрела особое значение как научная основа (выделено мною – А.Ш) рационального природопользования и охраны живых организмов, а сам термин экология – более широкий смысл”* (116, с. 1389).

Кроме того, в отдельных учебных пособиях намечаются некоторые отличия в определении экологии и, хотя они не носят принципиального характера, тем не менее, важны некоторые акценты, отражающие эволюцию в трактовке обсуждаемого понятия.



В учебном пособии коллектива авторов Самарского педагогического университета экология уже определяется как *“наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов в их естественной среде обитания с учетом изменений, вносимых в среду деятельностью человека”* (выделено мною – А.Ш.)” (141, с. 5).

Необходимо отметить, что подавляющее число учёных, занимающихся экологическими проблемами и управлением качества окружающей среды отмечают огромный вклад в развитие данного научного направления В.И. Вернадского, который рассматривал биосферу как составляющую геологической оболочки Земли. При этом В.И. Вернадский рассматривал биосферу как геологическую силу формирующей “лик Земли”. Однако как верно отмечают А. Н. Тюрюканов и др. *“Биологи... внедрили в ученую и неученую общественность представление о биосфере только как совокупности живых существ на планете, что в корне противоречит учению В. И. Вернадского о биосфере как геологической оболочке планеты, созданной в течение геологического времени. Такова была реакция биологического фланга академической науки на экологические проблемы. .... Если биологи и экологи, изучая экологические проблемы, относящиеся к “области жизни”, вольно или невольно суживают биосферу до “пленки жизни”, то это свидетельствует лишь о том, что категориальный аппарат биологии неспособен правильно выразить биогеохимическую сущность учения о биосфере В.И.Вернадского”*. (А. Н. Тюрюканов, В. М. Федоров. Н. В. Тимофеев-Рессовский: Биосферные раздумья. М.,1996).

Сложившуюся ситуацию Профессор Зверев В. оценивает как профанацию в умах и образовании и констатирует: *“Именно на этом “неспособном” аппарате (биологическом – А.Ш.) и сработан громоздкий гибрид “всеобщей”, или “большой”, российской экологии, предназначенный для “экологического всеобуча”. Созданный “совокупностью дисциплин”, связанных между собой словом экология, он имеет множество составляющих (экология животных, растений, грибов,*

*морей, суши, островов, Крайнего Севера и т. д.), куда добавлена экосистема – биосфера, где биогеохимическая концепция В.И.Вернадского в биологической интерпретации оказалась лишь разделом биоэкологии.*

*Во “всеобщей” экологии – науке, ориентированной на социальную безопасность, не оказалось ни антропогенных изменений природной среды, ни приоритетных экологических проблем, ни экологических катастроф. Согласно экосистемному подходу гибель лесов и уменьшение биоразнообразия куда важнее катастрофических наводнений с человеческими жертвами и демографических проблем нации” (36).*

Указанная неспособность структурировать экологические проблемы на основе биологического подхода привела к тому, что возникла масса определений экологии, которые не совпадают как по объёму, так и по содержанию между собой и причина этого кроется, по моему мнению, в отсутствии согласованного родового понятия “Экология”.

Подтверждение сказанному мы находим в работе Вронского В.А., который в своем учебном пособии дает определение экологии близкое к традиционному, вместе с тем отмечает, что в настоящее время отмечается разнообразие толкования содержания самого термина и приводит следующие варианты этого толкования:

- 1. Экология – одна из биологических наук, изучающая живые системы в их взаимодействии со средой обитания;*
- 2. Экология – комплексная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии ее и общества;*
- 3. Экология – особый общенаучный подход к исследованию проблем взаимодействия организмов, биосистем и среды (экологический подход);*
- 4. Экология – совокупность научных и практических проблем взаимоотношений человека и природы (экологические проблемы)” (19, с. 135).*

Акимова Т.А. и Хаскин В.В. в своем учебнике “Экология” для ВУЗов используют определение экологии, данное Ю.Одумом в

своем двухтомнике “Экология” (1986), как *“междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимодействии”* (1, с. 20). Таким образом, экология выводится за рамки биологии и за ней признаётся интегрирующая роль.

Протасов В.Ф. в работе “Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России”, выдержавшей три издания, анализируя понятие об экологии, констатирует: *“В целом современная всеобщая, или большая экология – это научное направление, рассматривающее некую значимую совокупность природных и отчасти социальных (для человека) явлений и предметов. В настоящее время экология разделилась на ряд научных направлений и дисциплин, подчас далёких от первоначального понимания экологии как биологической науки (биоэкологии) об отношениях живых организмов с окружающей средой, хотя в основе всех современных направлений экологии лежат фундаментальные идеи биоэкологии”* (100, с. 29). Приведённое рассуждение верно отражает сложившуюся ситуацию, но вряд ли приближает нас к пониманию объёма и содержания понятия “общая экология”. Более того, анализируя в дальнейшем основные направления экологии, Протасов В.Ф. даёт определения отдельных направлений экологии (лесная экология, экология тундр, экология морей, сельскохозяйственная экология и др.), избегая определения родового понятия – экология.

Анализируя эволюцию понятия “экология” Воронков Н.А., очень верно определил ее место на современном этапе эволюции человеческого общества: *“В настоящее время термин “экология” существенно трансформировался. Она стала больше ориентированной на человека (выделено мною – А.Ш.), в связи с его исключительно масштабным и специфическим влиянием на среду и возникающими в связи с этим проблемами здоровья и выживания человечества.”*

Содержание термина “экология” таким образом приобрело социально-политический, философский аспект. Она стала проникать практически во все отрасли знаний, с ней свя-

*зывается гуманизация естественных и технических наук, она активно внедряется в гуманитарные области знаний. Экология при этом рассматривается не только как самостоятельная дисциплина, а как мировоззрение, призванное пронизывать все науки, технологические процессы и сферы деятельности людей (выделено мною – А.Ш.)* (17, с. 6). Остается только сожалеть, что при дальнейшем изложении курса общей экологии автор остался на позициях классического биолога, что впрочем, объяснимо, поскольку процитированный автор заведует кафедрой биологии и экологии.

Глубокий анализ современного состояния экологии провел в своем фундаментальном труде “Экология” Реймерс Н.Ф. Позволю себе привести несколько выдержек из данной работы: *“Она (экология – А.Ш.) из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знания, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики, даже теологии – по сути дела, всех научных дисциплин”*.

При этом Н.Ф. Реймерс подчёркивает, что экология несомненно является биоцентричной наукой, но это не биология. В частности он пишет: *“... для экологии характерен широкий системный междотраслевой взгляд (выделено мною – А.Ш.), а отнюдь не математизированные подходы и методика, как часто полагают и декларируют. Её предмет – сохранение функциональной и структурной целостности того центрального объекта, который вычленяется в процессе исследования (снова, грубо говоря, наука о выживании в окружающей среде) (!! выделено мною – А.Ш.)*).

В заключение Н.Ф. Реймерс приходит к очень важному выводу: *“Такая экология уже совсем не биология, и никакая иная наука, она сама по себе, новый раздел знания, равный, а может быть, и более широкий, чем математика, физика, химия и так далее, но отнюдь не философия (выделено мною – А.Ш.)* (101, с. 12).

Близкую трактовку понятия “Экология” на современном этапе эволюции человеческого общества дает в своих работах Н.Н.

Моисеев. В частности в предисловии к статье автора данной работы “Экология = регламентация?” Моисеев Н.Н. пишет: *“Представление о содержании термина “экология” непрерывно расширяется: возникший в биологии, он постепенно приобрел междисциплинарный характер. ... Наука, точнее, та совокупность наук, которую я называю экологией, должна быть способной сформулировать **Стратегию во взаимоотношении Природы и человека** (выделено мною – А.Ш.). Этот образ поведения людей я называю коэволюцией Природы и общества (61. С.10).*

Далее Н.Н.Моисеев констатирует: *“И я уверен, что развитие естественных наук уже способно сформулировать основы такой стратегии, налагающей на деятельность общества и каждого человека систему весьма жестких ограничений – систему “абсолютных табу” (там же, выделено мною – А.Ш.).*

И далее Н.Н.Моисеев подчеркивает: *“Второе не менее важное обстоятельство, без которого говорить о будущем человечества бессмысленно, состоит в необходимости утверждения на планете такого общественного порядка, который был бы способен реализовать эту систему ограничений, это второе условие относится уже к гуманитарной сфере. Его выполнение потребует особых усилий общества. И новой организации” (там же, с.10).*

На какой основе может быть выработана такая стратегия? И готовы ли органы государственного управления к реализации такой стратегии?

На первый вопрос ответ очевиден – стратегию оптимизации взаимодействия человека с окружающей средой должно выработать научное сообщество. Насколько оно готово к решению такой задачи?

Интересно сопоставить оценку состояния развития экологии, проведённую нашими крупными учеными в различное время. Д.Н. Кашкаров в 1945 г писал: *“Экология ещё очень далека от того, чтобы стать столь же законченной дисциплиной, как, например, анатомия. Ещё нет единогласия отно-*

*сительно самых основных понятий экологии, нет единства в определении её содержания, отношения к другим наукам, в понимании биоценоза, не проработан достаточно метод количественного учёта и т.п. Нет ещё такой сводки, которая охватывала все задачи экологии в целом, дала бы программу работ” (цит. по 97, с. 37).*

По происшествии полувека другой русский учёный Н.Ф. Реймерс так оценивает состояние данной проблемы: *“По своей общественной значимости она (экология – А.Ш.) выросла из коротких штанишек, надетых на нее Э.Геккелем (немецкий биолог – 1834-1919 – А.Ш.). Но мировая наука, ее формальные институты не сшили для экологии нового костюма не только из высокого престижа, но даже из признания в качестве равной среди равных. Экологию в современном понимании – мегаэкологию – встретили в научном сообществе в штыхы, одновременно прикрываясь ею же, как модным жупелом. Связано это, прежде всего, с корпоративностью научных дисциплин, их оторванностью друг от друга, инерционностью отраслевого мышления (выделено мною – А.Ш.)”* (101, с. 12). Как видим из приведённых цитат – за полвека ситуация принципиально не изменилась.

Применительно к России проблема усугубляется еще и тем, что на современном этапе реформирования своего государственного устройства утрачена престижность занятия научной деятельностью. В связи с этим приход в науку молодого поколения, не обремененного догмами, резко сократился. Старые научные школы, как правило, проповедуют и старые научные разработки, что обусловлено возрастным составом ученых. Человек, даже ученый, имеет склонность с годами создавать свой теплый, комфортный, уголок, в котором уютно и спокойно. Вокруг ученики, претворяющие (или зачастую повторяющие) идеи Учителя. У каждого из нас сформировалась своя привычная понятийная база, к которой мы привыкли, с ее использованием опубликовано большое количество научных работ. Так что кардинальное изменение научных подходов к проблеме требует от каждо-

го ученого определенного переосмысления своего научного багажа, а, возможно, и признания частичной его ненужности. Психологически это не просто и далеко не каждому человеку по плечу. Необходимость такого переосмысления применительно к экологии не только давно назрела, но, как представляется автору, наметилось даже отставание в серьезном научном осмыслении проблемы и обосновании категориального базиса экологии как науки.

Позволю себе привести еще одно высказывание Н.Ф. Реймерса по обсуждаемой проблеме: *“В мегаэкологии ... прежде всего нет фундаментальных теоретических основ. А раз так, то к экологии легко примкнуть, даже ничего в ней не смысла. И таких самозванцев очень много.*

*Все стали “экологами”. Такого взрыва профанации знания не было в истории человечества (!- выделено мною – А.Ш). Без профессионалов никакая наука невозможна, это ясно. Очевидно, что профессионалов можно готовить лишь в профессиональных коллективах. А если этих коллективов нет, не возникнут и профессионалы. Замкнутый, порочный круг. Но экология – наука о проблемах. Она выполняет социальный заказ, а затем лишь возникает учение о специфических структурах и функциях. Доминанта проблем в экологии столь ярка, что мало кто осознает печальный факт отсутствия в ней профессионального костяка – фундаментального экологического знания и его носителей. Утерян даже смысл структуры экологического цикла наук” (!-выделено мною – А.Ш.). (101, с. 13).*

Диагноз достаточно серьезный, но, как мне представляется, Н.Ф. Реймерс имел право его поставить, поскольку им многое сделано для того, чтобы научное здание экологии как науки было построено. Его мнение разделяет целый ряд ученых, включая и автора данной работы.

Воронков Н.А., в частности, пишет: *“Вместе с тем, став, в своем роде модной, экология не избежала вульгаризации понимания и содержания. Ее объем чаще всего сужается до состояния среды, окружающей человека. Следствием этого*

*стали обычными выражения (в том числе и в печати) “хорошая и плохая экология”, “чистая и грязная экология” и т.п. В ряде случаев экология становится разменной монетой в достижении определенных политических целей, положения в обществе” (18, с. 7).*

Обратимся теперь ко второму вопросу – готовности органов государственного управления к пониманию важности возникшей перед человечеством проблемы и к поиску путей ее решения. С точки зрения причинно-следственных связей ответ очевиден. Ведь если нет серьезной научной проработки проблемы, то и не может быть разработан механизм ее решения. Однако органы государственного управления, к глубокому сожалению, даже не осознают до конца серьезности экологических проблем. Причины сложившейся ситуации детально проанализированы автором в монографии “Российская демократия как фактор экологической опасности”, вышедшей из печати в 2008 году (133).

В указанной работе автором проведен анализ выполнения государством функций по обеспечению экологической безопасности. В качестве субъектов, определяющих состояние окружающей среды, автором выделяются: государство в виде законодательной, исполнительной и судебной властей, средства массовой информации (четвертая власть) и население (граждан России).

Проведенный анализ влияния российского варианта демократии на проявление факторов экологической опасности показал, что все субъекты отношений в той или иной степени виновны в сложившейся неблагоприятной ситуации с обеспечением экологической безопасности в России.

По результатам анализа были сформулированы следующие выводы:

1. Государственный аппарат осуществляет свои функции, мягко говоря, не эффективно. Процветает бюрократизм, мздоимство, низкий уровень профессионализма и безответственность.
2. Государственный аппарат (причем все ветви: законодательная, исполнительная и судебная) не считает себя по-



дотчетным населению, реагируя на все обличительные материалы в средствах массовой информации (четвертая власть?) по принципу: собака лает, а караван идет.

3. Средства массовой информации на сегодня не представляют собой четвертую независимую ветвь власти. Подавляющее количество средств массовой информации выражает интересы определенных политических или финансовых кругов. Их целью не является донести до власти мнение граждан России, они выполняют функцию по манипулированию общественным мнением. Конечно, это не означает, что в России вообще не существует независимых средств массовой информации. В регионах и на федеральном уровне такие средства массовой информации существуют, и своими героическими усилиями они пытаются отстоять свою независимость. Однако возможность их влияния на общественное мнение населения России крайне ограничена. Любые попытки создать независимые средства массовой информации общегосударственного уровня пресекаются исполнительными органами государственной власти.
4. Избираемые представители законодательной и исполнительной властей обладают крайне короткой памятью и используют избирателей как средство для достижения своих целей. В период избирательных кампаний обещаются златые горы, создание райских условий общего благоденствия и процветания, сказочной окружающей среды. После избирания – полная амнезия, сочетающаяся с лоббированием законопроектов преследующих узко региональные или ведомственные интересы.
5. Судебная власть работает неэффективно, практически безмолвствует. О ней вспоминают лишь в случаях, когда сводятся счета с конкурентами (деловыми, политическими).
6. Граждане в своей деятельности ориентированы не на соблюдение установленных законодательством норм и правил, а склонны их всячески игнорировать и в случае

крайней необходимости решают проблемы с конкретными чиновниками на основе взаимовыгодных договоренностей.

На основе перечисленного автор пришел к главному, обобщенному выводу: *на сегодняшнем этапе развития России государство не представляет собой уравновешенного между тремя ветвями власти и населением механизма государственного управления.*

К глубокому сожалению, приходится констатировать, что для сложившейся модели государственного управления подходят в основном такие понятия как: правовой нигилизм (всех ветвей власти и населения), бюрократический произвол (доминирование личных, корыстных целей, а не благополучие государства российского, при принятии решений органами государственной власти различных уровней), высокий уровень криминализации экономической деятельности, тотальная экологическая безграмотность.

При этом подчеркну, что указанные причинно-следственные связи отражают позицию органов государственного управления к экологическим (и не только) проблемам. С позиций формирования экологического знания как отрасли науки все обстоит как раз наоборот – результат такого отношения органов государственного управления к экологическим проблемам является следствием недостаточной разработки теоретических основ экологии как науки. С другой стороны населением страны не выработан общественный заказ по безусловному решению экологических проблем, что объясняется незрелостью и недостаточной активностью гражданского общества.

Какой вывод можно сделать на основе проведенного в данной главе обзора доминирующего на сегодняшний день понимания экологии как науки? По-видимому, их два:

1. Экология на современном этапе эволюции человеческого общества как наука не вмещается в рамки традиционного биологического подхода.
2. Научное сообщество начинает признавать за экологией интегрирующую роль в области взаимодействия челове-

ческого общества с окружающей средой, однако не выработало общих подходов в определении объекта и предмета экологии, а отсюда и ее методологию.

Сделанные выводы имеют за собой два важнейших следствия:

1. В сложившейся ситуации невозможна разработка эффективной экологической политики, гарантирующей обеспечение экологической безопасности населения страны.
2. В сложившейся ситуации невозможно разработать и реализовать эффективную систему управления антропогенным воздействием на окружающую среду и формирования экологического мировоззрения у населения нашей страны, ввиду неоднозначности используемых понятий и терминов их обозначающих.

По моему мнению, такая ситуация временна, и мы именно сегодня переживаем в научном сообществе процесс осмысления, анализа и синтеза новых подходов к экологии, которые адекватно отражают ее место на современном этапе эволюции человеческого общества. Подтверждением сказанного являются доклады ЮНЕП (программа ООН по окружающей среде): “Мертвая планета: живая планета” (2010), Глобальные экологические перспективы (ГЕО 1-5, 2001 – 2012 гг), “Оценка экосистем на пороге тысячелетия” (2005), “Навстречу зелёной экономике” (2011), в подготовке которых приняли участие сотни учёных и экспертов со всего мира. В указанных докладах вырабатываются научные и организационные основы решения проблем окружающей среды как на локальном и региональных уровнях, так и в общепланетарном масштабе.

Несомненно также, что разработанные Правительством РФ “Основы экологической политики Российской Федерации на период до 2030 года” также являются движением в указанном выше направлении. Осталось только пожелать, чтобы происходящие в 2012 году изменения в структуре власти в России не отбросили данный проект за рамки стратегических целевых установок нового правительства.

### ***1.3. Место экологии на современном этапе эволюции человечества***

Попытаемся определить место экологии на современном этапе эволюции человеческого общества путём анализа реального объёма проблем, которые необходимо ей решать для обеспечения устойчивого социально-экономического развития человечества. С этой целью первоначально нам необходимо определиться с категориальным базисом экологии как науки. Без этого, на мой взгляд, просто невозможно продуктивное решение обсуждаемой проблемы. В ситуации, когда у каждого из нас своя “экология”, в принципе не могут быть достигнуты согласованные действия в общепланетарном процессе гармонизации взаимоотношений человека с окружающей его средой.

В качестве категориального базиса любой науки рассматриваются исходные понятия и исходные теоретические принципы (законы), на которых базируется научное здание конкретной науки. Причем вышеуказанные понятия и принципы формируются вне рамок данной науки и потому называются “исходными”. При формировании понятий должны соблюдаться определенные логические правила, которые необходимо предварительно изложить.

#### ***1.3.1. Краткие сведения из учения о понятиях.***

Прежде всего, понятие должно отражать существенные (устойчивые) признаки объекта. При этом объем понятия представляет собой совокупность объектов, на которую распространяется данное понятие. Указанная совокупность объектов представляет собой логический класс.

Содержание понятия представляет собой совокупность существенных признаков, на основе которых выделяются и объединяются объекты. Объем и содержание понятия составляют его логическую структуру. Между ними действует закон обратного

соотношения, чем больше объем понятия, тем меньше содержание понятия и наоборот, чем меньше объем понятия, тем больше его содержание.

Поскольку понятия отражают объективную взаимосвязь вещей, они сами находятся в определенных отношениях между собой. По логическому типу отношения между объемом и содержанием различают понятия сравнимые, когда в их содержании имеется хотя бы один общий признак, и несравнимые, когда в содержании общих признаков нет.

Совместимость понятий выражается в трех видах отношений между ними: равнозначности, подчинения и перекрещивания.

Равнозначащими называют понятия, содержание которых разное, а объемы равны.

Подчиненными называются понятия, когда содержание первого составляет часть содержания второго, а объем второго полностью входит в объем первого.

Перекрещивающиеся понятия, это такие понятия, содержание которых разное, но не исключают друг друга, поэтому объемы их частично совпадают.

Несовместимые понятия могут быть в отношении соподчинения, противоположности и противоречия.

Соподчиненными называют одинаково общие понятия, подчиненные одному более общему родовому понятию.

Противоположные (контрарные) понятия, в содержании которых не только исключаются признаки другого понятия, но и замещаются другими несовместимыми признаками.

Противоречащие (контрадикторные) понятия – содержание которых отрицает содержание другого, не утверждая каких-либо иных признаков.

Сознательное использование понятий предполагает, прежде всего, уяснение их содержания, что достигается посредством определения. Определить понятие – значит раскрыть существенные признаки его содержания. В определении различают определяемое понятие и определяющее, посредством которого данное понятие определяется.

Для обозначения научного понятия используют термин, которых представляет собой лексическую единицу, выполняющую функцию наименования по отношению к отражаемому в понятии объекту мысли.

Формирование понятий должно производиться с соблюдением определенных формально-логических и других требований, которые в основном сводятся к следующим положениям (Бергер М.Г, Вассоевич, 1974):

1. Определение должно быть соразмерным, т.е. объем определяемого понятия должен совпадать с объемом определяющего, они должны быть равнозначными.
2. Недопустимость круга в определении, когда определяющее само разъясняется через определяемое понятие. Определяющее понятие не должно зависеть от определяемого, в противном случае это приведет к тавтологии.
3. Однозначность, один и тот же термин во всех случаях употребления должен выражать одно и то же и только одно научное понятие.
4. Определение должно быть кратким, точным и ясным. Определение не должно быть многословным и с использованием двусмысленных, расплывчатых терминов. Определяющее понятие должно содержать только такие термины, которые уже имеют определения.
5. Отсутствие дублетов, одно научное понятие должно выражаться лишь одним термином.
6. Системность – в рамках одной конкретной науки все термины должны быть построены по определенным правилам из ограниченного числа термино-элементов, существенно меньших, чем количество терминов данной науки. Кроме того определения терминов должны образовывать взаимосогласованную систему, истинность которой доказывается в их совокупности, а не порознь.
7. Недопустимость логического противоречия в определении. В содержании определяющего понятия не должны быть признаки, которые находятся в противоречии с признаками определяемого понятия.

На основе вышеизложенных принципов попытаемся провести анализ исходных понятий экологии как науки с учётом сложившейся практики их применения в природоохранной деятельности, в учебниках и научной литературе.

### ***1.3.2. Анализ категориального базиса экологии на современном этапе эволюции человеческого общества.***

В качестве базовых понятий в экологии, как впрочем и любой науки, выступают понятия об объекте и предмете. Затем на их основе формулируется определение самой науки. Базовые понятия позволяют определить круг явлений изучаемых данной наукой, ее методологию и комплекс решаемых задач.

Попытаемся провести анализ понятий объекта и предмета экологии и на их основе сформулировать определение экологии как науки. Прежде всего, уточним понятие об объекте и предмете в общенаучном плане. Автор вслед за И.В. Крутем (49) считает, что в современном естествознании становится все более необходимым различать объект и предмет науки. И.В. Круть подчеркивает, что “онтологически и гносеологически недопустимо отождествление понятий терминов “вещь”, “объект” и “предмет”. Материальная вещь существует независимо от нашего сознания и без взаимодействия с субъектом представляет собой “вещь в себе”. При взаимодействии с субъектом вещь превращается в объект путем познания его определенных свойств. Таким образом, из “вещи в себе” она превращается в “вещь для нас”. Совокупность же знаний об объекте (вещь в отображении) представляет собой предмет.

Используя вышеизложенный подход, попытаемся провести анализ и сформулировать понятия об объекте и предмете экологии. Исторически первыми экологическими проблемами занялись биологи, поэтому сегодня, как мы убедились по результатам проведённого анализа в предыдущем разделе, в

основном под экологией понимают совокупность и характер связей между организмами и окружающей природной средой. Вместе с тем многие ученые признают, что экология сегодня вышла за рамки, установленные ей в XIX веке. И среди них такие крупные ученые, как Н.Ф. Реймерс (102) и Н.Н. Моисеев (58 – 63). На современном этапе эволюции человеческого общества экологии должна отводиться роль интегрирующей науки в гармонизации отношений в системе “биосфера – окружающая среда”.

Однако попытаемся более детально проанализировать суть проблем существующих сегодня в вышеуказанной системе. Прежде всего, как мне представляется, нужно найти ответы на следующие три основных вопроса:

Первый – какое явление, процесс создали проблемы с сегодняшним состоянием окружающей среды?

Второй – какая сила способна оценить проблему и изменить ситуацию к лучшему?

Третий – какой основополагающий механизм должен быть задействован, чтобы кардинально изменить ситуацию к лучшему?

Ответ на первые два вопроса очевиден – **ЧЕЛОВЕК**, именно “**ЧЕЛОВЕК**”, а не “человек”, который существует сегодня, до конца не осознающий как губительно, прежде всего, для себя ведет он по отношению к окружающей его среде. Чтобы “человеку” стать “**ЧЕЛОВЕКОМ**” предстоит многое изменить в сегодняшнем мировоззрении людей, что мы обсудим более детально позже.

На третий вопрос ответ не так очевиден, однако несложный анализ показывает, что ситуация по отношению к окружающей среде может быть изменена только силой, которая: во-первых, способна к абстрактному мышлению, поскольку должна оценить и понять сложившуюся ситуацию, во-вторых, способна принципиально изменить отношение человека к окружающей его среде. Ясно, что это все может сделать только сам **человек**. Каким образом? Ответ, как мне представляется, тоже очевиден: путем гармонизации отношений в системе не “биосфера – окру-



жающая среда”, а в системе “человек – окружающая среда”, поскольку человек сам является причиной процессов деградации окружающей среды, и прежде всего в биосфере.

На основе каких принципов может измениться ситуация к лучшему? Ответ на данный вопрос также очевиден – *на основе согласования деятельности человека с фундаментальными закономерностями эволюции окружающей его среды и самого человеческого общества.*

Вышеприведенное суждение, как представляется автору, должно стать базовым, а если хотите – аксиомой, при решении проблем оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду. Отмечу, что согласование человеческой деятельности с фундаментальными процессами эволюции окружающего мира потребует от нас (людей) огромной работы по интеграции накопленных знаний в научной, производственной, социальной и даже духовной областях. Более подробно данную проблему обсудим в разделе 5.1.

На данный момент на основе проведенного выше анализа важно констатировать, что сегодня многие осознают то, что современное понимание экологии шире традиционно сложившегося. Однако доминирование биологического подхода привело к соответствующему формированию понятия объекта экологии, под которым понимают экосистемы как совокупности совместно функционирующих сообществ живых организмов и неживой среды. Отсюда в качестве самой крупной экологической системы выделяется *биосфера*. При этом объем понятия экосистемы полностью совпадает с широко распространенным в биологии понятием “биогеоценоз”, т.е. эти два понятия являются синонимами.

Из вышеизложенного следует, что под объектом экологии на сегодня понимают экосистемы как биогеоценозы различного ранга, вплоть до планетарного – биосферы, причем в последнюю, включается и человек, что с биологической точки зрения вполне обосновано. Несмотря на то, что под объектом экологии большинство ученых понимают биогеоценозы, однозначности в понимании экологии как науки не прибави-

лось. Справедливость этого утверждения легко подтвердить простым перечислением “экологий”, встречающихся в печати, правительственных документах, в выступлениях политиков (именно “экологий”, поскольку исходя из используемых терминов они имеют разные объекты изучения и объем): инженерная экология, экология детства, химическая экология, экология человека, экология популяции, экология города, экология клетки (в биологическом смысле), социальная экология, космическая экология, экология духа, геоэкология, экология культуры, агроэкология и т.д. и т.п. Этот список можно продолжать.

Приведенный выше перечень “экологий” показывает, что родовое понятие “экология” не выполняет свою родовую функцию, заключающуюся в сохранении однозначности при его использовании. Не выполняется условие подчиненности видового понятия родовому. Сложившаяся ситуация не позволит нам сформулировать концептуальные основы экологии как науки.

Однако, если оставить пока в стороне проблему несовершенства понятийной базы и взять в основу биологический подход к экологии, то и он имеет существенные недостатки. Указанный подход сужает проблему и содержит в себе как минимум два принципиальных недостатка, связанных с феноменом человека: во – первых, недостаточно учитывается *уникальность* человека, как мыслящего существа, активно преобразующего природную среду и создавшего техносферу – плод его интеллектуальных и физических усилий; во – вторых, недооценивается роль, а главное – *ответственность* человека в процессах гармонизации отношений с окружающей природной средой. Данные утверждения не являются проявлением антропоцентризма, а являются отражением объективно происходящих процессов в эволюции человеческого общества и возрастанием масштабов его воздействия на природные компоненты окружающей среды. Перед человечеством вполне реально встала дилемма: либо человек сможет приспособиться к объективным законам развития природы, либо он исчезнет как вид живой материи. Неда-

ром многие ученые экологи остро ставят вопрос об экологизации всех сторон деятельности человека и, прежде всего, экономической (Акимова, Хаскин и др.).

Попытаемся провести анализ реально сложившегося на сегодня объема понятия “экология”, отбросив, конечно, бытовое и экзотическое использование данного термина. Еще В.И. Вернадский сделал вывод о человеке как о ведущей геологической силе (12-14). Расчеты показывают, что миграционные потоки, создаваемые человеком, сегодня для многих химических элементов в десятки и сотни раз превышают уровни их рассеяния, связанные с геологическими процессами. Из недр ежегодно добывается больше, чем включается в биологический круговорот: кадмия в 160 раз, ртути в 110 раз, свинца в 35 раз, мышьяка и железа в 15 раз и т.д. (20, 22, 29). Масса антропогенного обмена газов составляет 15-18 % всего биотического газообмена, уровень изъятия биопродукции достиг 10%. При этом антропогенный массообмен, в отличие от биотического, существенно разомкнут как в качественном, так и в количественном отношениях. Сегодня ученые ксенобиотизм производства выделяют как одно из основных противоречий между экономикой и экологией (1, 7).

Кроме того, человек ежегодно создает тысячи новых веществ, которые не встречались в процессе эволюции биосферы. Особенно актуально встаёт данная проблема при развитии генной инженерии, биотехнологий и разработке нанотехнологий (см. гипотетический сценарий конца света, который предполагают, что нанороботы поглотят всю биомассу Земли, выполняя свою программу саморазмножения (так называемая “серая слизь”).

На сегодняшний день биосфера содержит более миллиона (!) различных антропогенных веществ в концентрациях от 10-12 до 10 г/т, образующих с природными веществами огромное количество новых, токсичность которых и воздействие на живое остается неизученной (Lienig, 1976). В результате антропогенного воздействия градиент изменения параметров состояния природных компонентов окружающей среды также превышает то, что сопровождало развитие живой материи

в процессе эволюции. В связи с чем встает вопрос, способен ли гомеостаз живых организмов компенсировать возрастающую интенсивность антропогенной нагрузки. К сожалению, имеется множество фактов, которые говорят о том, что антропогенное воздействие приводит к деградации и даже гибели биосистем. По данным ЮНЕП на сегодняшний день *под угрозой исчезновения находятся более чем 7 тысяч видов животных и почти 60 тысяч видов растений* (<http://www.unepcom.ru/globenv/16-biodiverse/111-biodiversity1.html>). Более того, с каждым годом растёт количество урбанизированных территорий, являющихся местом проживания человека, которые становятся, по сути, зонами экологического бедствия. В связи с чем на уровне высшего руководства страны ставится задача по разработке масштабной общегосударственной программы по ликвидации накопленного экологического ущерба (см. материалы заседания Госсовета от 09.06. 11 г.).

Вернемся еще раз к вопросу, что же позволит кардинально изменить складывающуюся неблагоприятную ситуацию? Как уже отмечалось, большинство исследователей считает, что решение проблемы нужно искать в системе “человек – окружающая среда”. При этом гармонизация отношений в системе “человек – окружающая среда” может быть достигнута *только на основе согласования деятельности человека с фундаментальными закономерностями эволюции окружающей его среды и самого человеческого общества.*

Естественно возникает вопрос: какие факторы являются системообразующими в данной системе. По мнению автора, таковым является осознанная цель – *обеспечение прогрессивного развития человеческого общества в историческом плане при условии сохранения благоприятной окружающей среды.*

Здесь представляется уместным сделать следующее дополнение. По закону системности из общей теории систем Ю.А. Урманцева следует, что любой объект есть объект-система и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода (113). В таком случае, элемен-

том какой системы является система “человек – планета Земля”? Иного ответа, как совокупность планет, заселенных разумными существами, нет. Конечно, анализ данного уровня строения системы – предмет отдаленного будущего по меркам продолжительности человеческой жизни. Однако уже сегодня земляне должны задумываться об их воздействии на космическое пространство, учитывая тот факт, что происходит его активное освоение. К примеру, проблема мусора в “ближнем” космическом пространстве уже стоит достаточно остро. По данным, опубликованным Управлением ООН по вопросам космического пространства, в октябре 2009 года “вокруг Земли вращается около 300 тысяч обломков мусора. Речь идёт о частицах размером от 1 до 10 сантиметров. Более же крупных объектов насчитывается не менее 13000 тысяч. Лидерами по загрязнению космоса сейчас являются США, Россия и Китай. Способов борьбы с мусором на орбите пока не придумано. Единственное, что пока могут предложить учёные, – тщательное картографирование космической свалки. При этом количество мусора на орбитах вокруг Земли постоянно увеличивается. Один из наиболее неблагоприятных вариантов развития событий – эффект Кesslera. В этом варианте космический мусор, появившийся в результате многочисленных запусков искусственных спутников, сделает ближний космос полностью непригодным для практического использования: чем больше мусора на орбите, тем чаще спутники будут выходить из строя и тем больше потребуется новых спутников, а это приведёт к новому, лавинообразному увеличению количества мусора в космосе.

Однако вернемся к анализу отношений в системе “человек – окружающая среда”. Каким образом может быть достигнута выше сформулированная системообразующая цель, что может изменить характер воздействия человечества на биосистемы и окружающую среду в целом, что заставит его создавать комфортную искусственную среду обитания, отвечающую биологическим, социальным, медицинским, эстетическим, другими словами – экологическим требованиям

человеческого общества. По мнению многих специалистов в области охраны окружающей среды, которое разделяет и автор, изменить ситуацию может только разработка новых правовых и морально-этических принципов отношения человека к окружающему его миру, базирующихся на научных знаниях закономерностей развития окружающего нас мира и человеческого общества. Однако одних деклараций указанных принципов недостаточно. Они должны через систему образования стать экологическим мировоззрением, а также найти правовое, юридическое и экономическое воплощение. Закон “Об охране окружающей среды”, закон “О недрах”, закон “Об экологической экспертизе”, закон “Об экологической безопасности”, закон “Об особо охраняемых природных территориях”, Водный и Лесной кодексы РФ, закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов”, закон “Об уничтожении химического оружия” и другие природоохранные законы, материалы конференций ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро 1992 г. и Иоханесбурге в 2002 г., Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, международные стандарты серии ИСО 14000, система непрерывного экологического образования в рамках реализации “Стратегии ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития” и т.д. являются основой воплощения таких принципов.

Осознание человеком его места и роли в эволюции природы *неизбежно должно привести* к разработке правовых и морально-этических норм поведения, служащих гармонизации его отношений с окружающей природной средой и оптимизации антропогенной нагрузки. Разработка и реализация таких норм является первым кирпичиком в строительстве сферы разума, создание которой позволит выжить человеку и не допустить необратимых процессов деградации окружающей природной среды. На основе указанных принципов человечество должно научиться создавать не технические системы, разрушающие окружающую среду, а технобиосистемы, максимально замкнутые в материальном, энергетиче-

ческом и информационном отношениях. Внедрение наилучших доступных технологий, разнообразных, так называемых “зелёных стандартов”, повышение энергоэффективности антропогенной деятельности – всё это правильные шаги по созданию “зелёной” экономики, управляемой не только на основе законов функционирования экономической системы, но и требований по сохранению окружающей среды. Кстати разработка таких принципов, а правильнее сказать идеологии может стать мощным фактором объединения человечества в достижении общей глобальной цели – восстановлению, сохранению и созданию благоприятной среды обитания человека. Учитывая, что на современном этапе человечество раздираемо массой противоречий (политических, экономических, религиозных, этических, культурных и т.д.) принятие такой идеологии может сыграть большую, если не определяющую роль по консолидации человеческого общества. Ведь в основе экологической идеологии лежит осознание каждым человеком, прежде всего того, что планета Земля является нашим общим домом.

В 30-х годах прошлого века французский ученый палеонтолог-геолог Тейяр де Шарден писал, *что земля не только покрывается мириадами крупинок мысли, но окутывается единой мыслящей оболочкой – ноосферой. Благодаря этому человечество, несомненно, идет в направлении на службу духа. Дух в нашем понимании – это, в сущности, способность к синтезу и организации (!). Если эволюция – это возрастание сознания, то возрастание сознания – это действия к единению* (выделено мною – А.Ш.) (111). Прекрасная мысль, однако сколько предстоит сделать человечеству, и прежде всего в области духа, чтобы она стала реальностью хотя бы в первом приближении.

Автор разделяет идеи Вернадского В.И., который оптимистически оценил будущее развития человечества и рассматривал создание сферы разума как неизбежный процесс становления цивилизации “культурного человека”. В.И. Вернадский констатирует, что в настоящее время в биосфере идет

процесс создания новой формы биогеохимической энергии, которую “... можно назвать энергией человеческой культуры или культурной биогеохимической энергией, является той формой биогеохимической энергии, которая создает в настоящее время ноосферу” (12, стр. 95). Однако это не значит, что все произойдет само собой, потребуются значительные усилия общества и каждого индивидуума, чтобы цивилизация культурного человека состоялась.

#### ***1.4. Обоснование понятия “экология” на современном этапе эволюции человеческого общества.***

Из приведенных выше рассуждений следует, что регламентация человеческой деятельности должна строиться на основе научных знаний о закономерностях функционирования окружающего мира и закономерностях развития человеческого общества. Представляется, что овладение и главное осмысление этих знаний позволит ограничить эгоизм человека и правильно определить его роль в функционировании системы “человек – окружающая среда”, на всех уровнях их организации.

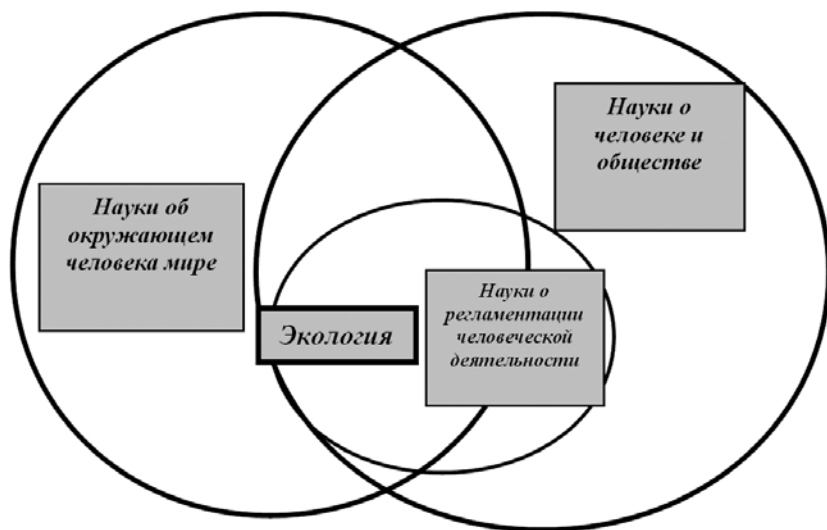
Таким образом, по мнению автора, экология по объему изучаемых явлений и решаемых проблем находится в области пересечения наук об окружающем мире и о человеке и обществе. Свой объем среди наук о человеке и обществе имеют науки о регламентации человеческой деятельности. Указанная регламентация имеет много аспектов, это регламентация отношений между личностями, гражданами, социальными группами, государствами, в трудовых коллективах, быту, спорте, отдыхе и т.д. Свой четко определенный объем должна занимать регламентация человеческой деятельности по отношению к окружающей природной и антропогенной среде. Соотношение вышеуказанных объемов понятий показано в виде кругов Эйлера на рис 1.



В комплекс *наук об окружающем природном мире* входят геология, космология, география, геофизика, астрономия, климатология, биология и множество других наук с меньшим объемом изучаемых явлений, а также фундаментальные науки: математика, физика, химия.

Основными объектами изучения наук об окружающем мире являются природные компоненты окружающей среды, к которым, как будет показано в разделе 2.2. данной монографии, относятся: литосфера, атмосфера, педосфера (почвы), гидросфера, эргосфера (физические поля) и биосфера.

*Науки о человеческом обществе* включают в себя обществознание, социологию, психологию, экономику, политологию, демографию, богословие, архитектуру, медицину, культурологию и др.



**Рис. 1.1.** Место экологии в соотношении объемов понятий наук об окружающем мире, человеке и обществе и регламентации человеческой деятельности.

Главными объектами изучения данного комплекса наук являются антропогенные компоненты окружающей среды, включающие в себя социо-, техно- и информационную сферы.

Вся совокупность знаний, накопленных человечеством, представляет собой ноосферу – сферу разума по В.И. Вернадскому, которую автор определил как информационную сферу. И это не случайно. По моему мнению, говорить о существовании ноосферы еще не приходится, поскольку человечество не создало сферы разума, исходя из последствий его поведения по отношению к окружающей среде. Сегодня в лучшем случае существуют лишь зачатки ноосферы в виде создающейся системы экологического образования и воспитания, а также природоохранительного законодательства. Только после создания ноосферы ее можно рассматривать как синоним информационной сферы.

Однако обратимся вновь к объекту экологии. Экология, по мнению автора, является интегрирующей наукой о регламентации отношений и взаимодействий человека с окружающей его средой как природной, так и антропогенной. Объектом ее изучения является область взаимного пересечения природных и антропогенных объектов окружающей среды и нарождающейся ноосферы (см. рис.1.1.), которую целесообразно определить термином – **экосфера**.

Знания, накопленные человечеством об окружающем его мире (в значительной мере неполные), о развитии человеческой цивилизации (возникшей, эволюционирующей и существующей исключительно за счет окружающей его среды, поскольку является ее неотъемлемой составляющей), служат основой для разработки морали, законов, норм, правил и т.д., регламентирующих деятельность человека и общества по отношению к окружающей среде.

Совокупность регламентирующих правил, разработанных на основе познания окружающего мира и закономерностей развития человеческой цивилизации, представляет собой **экосферу**. Подчеркиваю, что именно осознанная регламентация человеческой деятельности на основе полученных знаний представляет собой экосферу. При этом регламентация понимается в широком смысле слова как учет фундаментальных закономерностей развития окружающего мира и человеческого общества в деятельности человека. Комплекс наук, изучающих регла-

ментацию человеческой деятельности, включает в себя: право, юриспруденцию, мораль, этику, санитарию, архитектуру, теологию и др. Только когда экосфера будет реально создана, тогда она равноправно займет место среди антропогенных элементов окружающей среды, и, может быть, как основной элемент, с точки зрения сохранения человечества как органичного элемента эволюционирующей биосферы.

Таким образом, *объектом общей экологии как науки является экосфера, представляющая собой совокупность всех норм и правил, регламентирующих деятельность человека по отношению к окружающей его среде.* Еще раз акцентирую внимание на то, что разработка регламентирующих норм и правил должна базироваться на знаниях о закономерностях функционирования и развития компонентов окружающей природной среды, человеческого общества и создаваемых им техногенных и природно-техногенных систем. При этом нужно отметить, что не весь комплекс взаимоотношений человека и общества с окружающей средой можно регламентировать с помощью норм экологического права. Важную роль в этом должны играть мораль, этика, религии, традиции народов.

Нужно отметить, что в России идет процесс формирования экосферы, однако он не имеет системного характера. Более того вносимые за последние 2-3 года изменения в Лесной кодекс, в федеральный закон о государственной экологической экспертизе, Водный кодекс, закон об энергоэффективности и др. говорят о полном отсутствии стратегии в формировании природоохранного законодательства. Природоохранный законотворческий процесс необходимо систематизировать и ускорить также и с целью стабилизации экономики государства. Инвестор и производитель должны четко представлять экологическую политику государства и вытекающий из нее комплекс требований к параметрам воздействия на компоненты окружающей среды.

Важную, если не важнейшую роль в разработке регламентаций в системе “человек – окружающая среда” должны сыграть субъекты федерации и органы местного самоуправления. Нуж-

но иметь в виду, что федеральные законы обслуживают межгосударственные (глобальные) и федеральные цели. Грубо говоря, они апеллируют миллионами тонн загрязняющих веществ, миллионами квадратных километров зеленых насаждений, миллиардами кубических метров водных ресурсов и т.д. Регламентация на уровне органов местного самоуправления направлена на защиту конкретных березок, ручейков, ландшафтов, на создание комфортной социальной среды обитания для жителей городов и поселков. Тем более, что в России имеется большое количество территорий, являющихся, по сути, зонами экологического бедствия, которые требуют разработки и реализации индивидуальных программ экологической реабилитации. Представляется, что массовая инициатива “снизу” позволит ускорить процесс природоохранного законотворчества и реализовать устойчивое развитие нашего государства. Нужно отметить, что этот процесс в 90-ые годы и в начале XXI века достаточно активно развивался в Архангельской, Пермской, Волгоградской, Самарской, Ульяновской, Калининградской, Калужской, Томской областях, в Республике Татарстан, городах Москва, Санкт – Петербург, Пермь, Волгоград, Саратов, Екатеринбург и др. Однако после введения процедуры назначения глав субъектов федерации развитие природоохранного законодательства на уровне субъектов федерации практически прекратилось.

Резюмируя, приходится констатировать, что сегодня вряд ли возможно утверждать, что экосфера, как составляющий элемент окружающей среды человека, уже существует. И это касается не только России, но и промышленно развитых стран, а может быть, прежде всего их. Дело в том, что действующая сегодня регламентация имеет своей целью сохранение существующих моделей хозяйственной деятельности без кардинального изменения отношений в системе “человек – окружающая среда”. Образуя говоря, проводятся косметические улучшения, носящие внешний характер, не меняя сути. И во многом относительное благополучие развитых стран обусловлено неблагополучием развивающихся стран, которые являются для них сырьевыми придатками и местом реализации “грязных”, с точки зрения

воздействия на окружающую среду, технологий и организации складирования токсичных отходов.

Для подтверждения сказанного процитируем первую часть восьмого принципа Декларации Рио (декларация об устойчивом развитии): *“Чтобы добиться устойчивого развития и более высокого уровня жизни для всех народов, государства должны уменьшить и исключить не способствующие устойчивому развитию модели производства и потребления”* (28). За этими словами стоит признание того, что путь социально-экономического развития, который прошли передовые промышленные страны не приемлем для человечества в целом. Окружающая среда этого просто не выдержит.

Очень образно по этому поводу написал Н.Н. Моисеев: *“Основную опасность я вижу в представлении об универсальности определенной парадигмы цивилизации, ее насильственного утверждения как некоторого стандарта, в канонизации “этики протестантизма” или, лучше сказать, “глобального американизма”, утверждающего существование избранности, а ее мерилom – личный успех. Эта избранность дает право на исключительность и вседозволенность, и такая позиция уже вошла в сознание многих европейцев, а особенно американцев. Отсюда и концепция “золотого миллиарда”, и другие похожие идеи, катастрофические для всего рода человеческого, а главное – убежденность в совершенстве той политической и экономической системы, которая утвердилась в евро-американской цивилизации. ...И подобные представления в сочетании с экологическими трудностями открывают дорогу новому тоталитаризму, а с ним и новому Средневековью.*

*Я убежден, что возможности любой цивилизации, в основе которой лежит индивидуализм, представление об избранности, патологическая убежденность в собственном превосходстве и исключительности, исчерпаны!”* (63, с 20).

Насколько прав в своих умозаключениях Н.Н.Моисеев, мы все сегодня видим по событиям в Афганистане, Сербии, Югославии, Ираке, Египте, Ливии, Сирии по поведению США по отношению к Организации Объединенных Наций, которое, по сути, представляет собой общепланетарное правительство. Для США

личные амбиции, коммерческие интересы американских кампаний стоят гораздо выше общечеловеческих ценностей и тысяч жизней ни в чем не повинных мирных жителей. Однако вряд ли человечество согласится на то, чтобы всю его судьбу определяло одно, пусть сегодня самое мощное в экономическом отношении государство. Руководство США недооценивает моральную и духовную составляющие, которые сильнее любого оружия в мире, и народы Советского Союза это доказали в Великой Отечественной войне.

При этом нужно иметь в виду, что, во-первых, военные действия в Югославии, Афганистане, Ираке, Ливии и в любом другом месте наносят огромный вред окружающей среде, во-вторых, основой гармонизации отношений в системе “человечество – окружающая среда” является экологическая культура, базирующаяся на праве, морали и этике. Поэтому аморальное поведение руководства государств также является фактором экологической опасности.

Однако вернемся к анализу объекта экологии как науки. Попробуем на основе сформулированного выше понятия об объекте экологии определить предмет экологии. С учетом сформулированного подхода к определению объекта и предмета в философском плане, *предметом экологии будет совокупность знаний о регламентации взаимодействия и совместного функционирования природных и антропогенных объектов окружающей среды.*

Проведенное обоснование объекта и предмета экологии позволяет сформулировать ее определение как науки.

**Экология** – *это наука о регламентации взаимодействий человека и общества с окружающей их средой на основе согласованных правовых и моральных норм и правил.*

На основе предложенного определения экологии как науки принципиально другое содержание получает термин **экосистема** – *как совокупность природных и антропогенных систем, функционирование и взаимодействие которых регламентируется на основе установленных правовых и моральных норм и правил.*

Необходимо подчеркнуть, что устанавливаемые нормы и правила включают в себя юридические, моральные и экономические аспекты. На сегодняшний день, учитывая тот факт, что экологическое мировоззрение только формируется у большинства населения земли, ведущую роль в соблюдении установленных норм и правил будут играть экономические механизмы (плата за природопользование, за загрязнение окружающей среды, штрафы, компенсационные выплаты, установление различных квот и т.д.). Однако в стратегическом плане основным является *экологическое воспитание и образование*, поскольку только через воспитание экологического мировоззрения у большинства населения земли возможна реализация ноосферы – сферы разума и входящей в нее экосферы.

Из положения экологии в системе знаний (см. рис.1) следует, что предложенная автором логическая схема образует замкнутую систему с обратной связью. Регламентация человеческой деятельности оказывает влияние на функционирование объектов окружающей среды и человеческого общества, оценка этого влияния приводит к корректировке регламентации человеческой деятельности и т.д. Кроме того, появление новых знаний о закономерностях развития окружающего мира и общества также приводит к разработке новых норм и правил регламентации человеческой деятельности. Таким образом, экология является постоянно развивающейся наукой, которая призвана минимизировать экологический риск при развитии человеческой цивилизации, как для окружающего мира, так и для себя самой.

При этом я не рассчитываю, что изложенный мною подход и сформулированные понятия вызовут единодушное одобрение специалистов, работающих в области экологии. У каждого из нас сложилась определенная понятийная база, которая активно используется в профессиональной деятельности. В связи с чем хотим мы этого или нет, но наше понимание экологии всегда имеет “акцент” нашей научной и производственной специализации. Мною предпринята попытка выйти из этих рамок, чтобы с общенаучных позиций вести анализ по формированию понятийной базы экологии.

Работу в этом направлении считаю крайне необходимой, чтобы привлечь специалистов к проблеме систематизации и интеграции экологических знаний, совершенствованию научных основ экологии. Наряду с обсуждением и принятием базовых понятий необходимо проводить работы по дальнейшей разработке понятийной базы экологии как науки. Понятийная база, в свою очередь, будет являться необходимой основой для разработки полного и непротиворечивого природоохранного законодательства, эффективного использования информационных технологий и ускорения процесса становления и развития экологии как науки.

Таким образом, по мнению автора, на современном этапе эволюции человеческого общества *экология должна рассматриваться как наука о регламентации взаимодействия человека и общества с окружающей средой на основе правовых и моральных норм и правил*. При этом регламентация должна строиться на базе познания фундаментальных закономерностей эволюции окружающего человека мира и самого человеческого общества.

В связи с этим экология использует знания, накопленные человечеством в таких науках, как космология, астрономия, геология, география, климатология, биология, обществознание, психология, социология, этногенез, демография, правоведение и, конечно же, таких фундаментальных наук, как математика, физика и химия. Из фундаментальных наук экология использует аппарат и накопленные знания о закономерностях строения, функционирования окружающего его мира на микроуровне. По отношению к другим наукам экология выступает как интегрирующая наука, вырабатывающая правила поведения человека по отношению к окружающему его миру на основе познания фундаментальных процессов эволюции окружающего мира и человеческого общества на всех уровнях организации – от микроуровня до общепланетарного и общечеловеческого.



## Глава 2. Понятие об окружающей среде

Проведённый в предыдущей главе анализ позволил нам сформулировать определение экологии как науки. Следующее базовое понятие экологии – “окружающая среда” требует проведения такого же тщательного анализа. При этом мы, конечно, исключаем из анализа бытовое толкование данного понятия, которое вкратце можно охарактеризовать: как окружающая среда это всё, что вокруг нас. К глубокому сожалению, такое толкование переключалось и в средства массовой информации, а иногда и официальные документы. Объём и содержание этого понятия определяют объект управления в системе “человек – окружающая среда”. Всё это требует детального анализа понятия “окружающая среда” с целью определения его объёма и содержания, а также её системной организации.

### ***2.1. Анализ существующих подходов к определению понятия об окружающей среде***

Попытаемся провести детальный анализ объёма и содержания понятия “окружающая среда” сложившегося, а может быть, и несложившегося, на сегодняшний день. Прежде всего, посмотрим, как определяется понятие об окружающей среде в официально принятых нормативно-правовых документах.

В ГОСТ Р ИСО 14001-2007 “Национальный стандарт РФ системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению”, утвержденному приказом Ростехрегулирования №175-ст от 15.07.07 г., окружающая среда определяется как *“окружение, в котором функционирует организация, включая воздух, воду, землю, природные ресурсы, флору, фауну, людей и их взаимодействие”* (24). В данном определении допущена логическая ошибка, заключающаяся в определении термина через определяемое (окружающая среда – это окружение). Кроме

этого в определении не только утерян ряд компонентов окружающей среды (к примеру: геологическая среда, физические поля, объекты, созданные человеком), но и изменен традиционный, как увидим ниже, биоцентричный (чаще просто антропоцентричный) подход к определению окружающей среды. Однако принципиально важным является то, что в понятие окружающей среды включено взаимодействие, выделенных в качестве составляющих элементов.

Обратимся к основному природоохранительному закону России – закону “Об охране окружающей среды”, принятому Государственной Думой 10 января 2002 года. В нем окружающая среда определяется как *“совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов”* (32, ст.1).

Прежде всего, отметим, что из приведенного определения совершенно не понятно, по отношению к какому объекту рассматривается окружающая среда. Далее совершенно не понятна разница между *компонентом природной среды и природным объектом*. Чтобы уточнить придется привести еще несколько определений из вышеупомянутого закона:

*1. Природная среда (далее также – природа) – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;*

В данном определении допущено две логических ошибки:

1) определяющее понятие разъясняется через определяемое;  
2) нарушены правила деления понятий, поскольку в определении окружающей среды природная среда и природные, и природно-антропогенные объекты рассматриваются как равнозначные, а в определении природной среды природные и природно-антропогенные объекты входят в объём понятия природной среды. Другими словами не соблюдена соподчиненность понятий.

Продолжим анализ дефиниций из вышеуказанного закона.

*Компоненты природной среды*, определяются как *“земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а*

*также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия жизни на Земле”.*

Из приведенного определения неясно взаимоотношение таких компонентов, как земля, недра и почвы. Непонятно, почему в компоненте природной среды “атмосфера” выделен составляющий ее элемент “озоновый слой”, который далеко не единственный элемент, составляющий атмосферу. Совершенно непонятно, почему из растительного и животного миров выделены “иные организмы”. Полностью отсутствуют среди выделенных природных компонентов физические поля (гравитационное, радиационное, электромагнитное и др.), которые оказывают фундаментальное влияние на все живое на Земле.

Далее в Законе природный объект определяется как *“естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства”*;

2. *Естественная экологическая система – объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществ и энергией;*

3. *Природный ландшафт – территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности (а где же животный мир, геологическая среда? – А.Ш.), сформировавшихся в единых климатических условиях.*

Из приведенных определений следует, что экологическая система и природный ландшафт – это два разнозначных элемента природного объекта. В то же время на основе биологического подхода вряд ли можно провести между ними границу и, по мнению автора, именно на основе доминирующего

сегодня биологического подхода к экологии ландшафт как составляющий элемент входит в экосистему, поскольку под ней, как правило, понимаются биогеоценозы.

Приведем еще несколько определений из анализируемого закона:

*4. Природно-антропогенный объект – природный объект, измененный в результате хозяйственной или иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение.*

В таком случае, к примеру, гидротехническое сооружение, искусственный рыбохозяйственный водоем или водоем хозяйственно-питьевого назначения, исходя из вышеприведенного определения, никак не могут быть природно-антропогенным объектом. Кроме того на сегодня на Земле практически не осталось объектов, не испытавших изменения в результате хозяйственной и иной деятельности человека.

Далее, антропогенный объект определяется *“как объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов”*.

Мне представляется, что объектов, созданных человеком и не обладающих свойствами природных объектов, просто не может быть. Они могут обладать лишь отдельными свойствами на определённом уровне организации, которые не свойственны природным объектам, но в них всегда найдутся свойства, которые присущи природным объектам.

С системных позиций правильнее провести разграничение между природными и антропогенными объектами на основе источников обеспечения ими своей структурно-функциональной целостности. При таком подходе, который уже использовался мною ранее (120, 126, 134, 135), *природный объект – это объект, обеспечивающий свою структурно-функциональную целостность благодаря вещественным, энергетическим и информационным процессам обмена, происходящим в ходе фундаментальных процессов эволюции планеты Земля как космического тела.*

В то время как **антропогенный объект** – это объект, который сохраняет свою структурно-функциональную целостность только благодаря вещественному, энергетическому и информационному обеспечению человеком.

Соответственно, тогда **природно-антропогенный объект** – это объект, сохраняющий свою структурно-функциональную целостность частично за счет эволюционных процессов, происходящих на Земле, и частично за счет целенаправленной человеческой деятельности по сохранению этой целостности.

Отсюда следует важный вывод – антропогенные и природно-антропогенные объекты сохраняют свою функциональность только благодаря вещественной, энергетической и информационной поддержке человеком, без которой они обречены на гибель.

Примеров этого в истории человечества предостаточно: погибшие города шумерской цивилизации, оросительные системы древнего Египта, города и системы водоснабжения городов древней Греции. Погибшие города ацтеков и майя. Исчезнувшие архитектурные и инженерные сооружения древних цивилизаций Кампучии, Индии и Китая. Современные хлопковые плантации в Средней Азии, приведшие практически к гибели Амударьи и Сырдарьи. Часто происходящие в современной истории России и стран СНГ аварии на гидротехнических сооружениях (к примеру, авария на Саяно-Шушенской ГЭС). Все это произошло из-за ненадлежащего поддержания человеком функциональной целостности созданных его усилиями систем. И таких примеров можно приводить бесконечное множество, включая эксперименты по моделированию биосферных процессов типа “Биосфера-2” в Аризоне (США) или “БИОС-3”, “Марс-500” в России.

Теперь рассмотрим несколько типичных примеров трактовки понятия “окружающая среда” в учебных пособиях, как для средних школ, так и для высших учебных заведений. Необходимость такого анализа обуславливается тем, что нам необходимо понять, как формируется понятие об окружающей среде на стадии обучения в школе и вузах.

В учебнике “Экология” (Денисов В.В. и др.) для ВУЗов окружающая среда определяется как *“комплекс природных тел и явлений, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях”* (27, с. 27). Данное определение имеет биоцентричный характер на организменном уровне и является слишком общим, и потому вряд ли может служить основой для организации деятельности в области охраны окружающей среды. Далее указанные авторы уточняют определение окружающей среда (рассматривая как синоним термина внешняя среда) как *“совокупность сил и явлений природы, ее вещество и пространство, любая деятельность человека (организма) (?! – А.Ш.), находящаяся вне рассматриваемого объекта или субъекта и необязательно непосредственно контактирующая с ним”* (27, с. 27). Трудно согласиться с авторами, что любая деятельность человека или организма будет являться элементом окружающей среды, также как и любое явление природы, происходящее вне субъекта или объекта. В данном определении отсутствует, на мой взгляд, ключевое слово – “взаимодействие”, поскольку при его отсутствии вряд ли можно рассматривать любое явление как элемент окружающей среды.

В учебниках “Экология и экологическая безопасность” Хотунцева Ю.Л. (116), и “Экология” (Николайкин Н.И. и др., 69) *окружающая среда* (как синоним – среда обитания) *определяется как та часть природы, с которой живой организм непосредственно взаимодействует*. При этом непонятно, почему авторы исключают из содержания окружающей среды ту часть природы, которая опосредованно взаимодействует с живым организмом, а также антропогенные объекты.

Алексеев С.В. в учебном пособии для 10-11 классов дает следующее определение окружающей среды: *“вся природная среда (возникшая на Земле вне зависимости от человека и унаследованная им от предшествующих поколений) и техногенная среда (т.е. среда, созданная человеком)”*. (3, с. 17). Из смысла приведенного определения следует, что понятие окружающей среды рассматривается применительно

к человеку, т.е. декларируется антропоцентричный подход к трактовке данного понятия. Необходимо также отметить еще один важный момент, что Алексеев С.В., а также еще целый ряд исследователей и авторы закона “Об охране окружающей среды” выделяют в окружающей среде как природные, так и антропогенные элементы.

Степановских А.С. в учебнике для ВУЗов так определяет окружающую среду: *“В понятие окружающей среды не входят созданные человеком предметы (здания, автомобили и т.д.), т.к. они окружают отдельных людей, а не общество в целом”* (106). Вряд ли можно согласиться с таким тезисом. Прежде всего, автор рассматривает понятие “окружающая среда” относительно одного уровня организации – общества (человечества) в целом. Кроме того, большая доля человечества в промышленно развитых странах, включая Россию, проживает в городах, представляющих собой искусственную среду обитания, функциональная целостность которой обеспечивается за счет вещественной, энергетической и информационной поддержки, осуществляемой человеком. И наконец, нужно иметь в виду, что каждый компонент окружающей среды имеют свою системную организацию. При таком подходе, как будет показано ниже, перечисленные Степановских А.С., созданные человеком предметы являются начальными элементами техносферы.

Акимова Т.А. и Хаскин В.В. вводят понятие *экологической среды* как всей совокупности *“тел и сил внешнего по отношению к живому организму (биоцентричный подход – А.Ш.) мира”*. (1, с. 120). Далее указанные авторы детализируют *“... широко используемое понятие окружающая среда соответствует той части экологической среды, с элементами которой данный организм в данное время контактирует прямо или косвенно взаимодействует”* (там же, с. 120). Таким образом, авторы демонстрируют биоцентричный подход, причем применительно к организменному уровню организации биосферы. Однако здесь же они делают следующее замечание: *“Чаще всего это понятие используется применительно к че-*

*ловеку, имея в виду окружающую человека среду*". Таким образом, подчеркивается антропоцентричный подход, причем на уровне индивидуума, т.е. отдельного человека.

Тогда возникает вопрос: имеют ли окружающую среду другие уровни организации биосферы (популяция, биоценозы) и, наконец, сама биосфера, а также человеческого общества (социумы, этносы, население отдельных стран) да и само человечество, как один из элементов биосферы? А как быть с объектом техносферы, который также испытывает на себе воздействие комплекса факторов окружающей среды, как и любой объект живой и неживой природы?

## ***2.2. Понятие об окружающей среде на современном этапе развития экологии как науки***

Проведенный выше анализ показывает, что для корректного определения понятия "окружающая среда" первоначально необходимо:

- однозначно выделить объект, по отношению к которому рассматривается окружающая среда;
- обосновать, какими особенностями должны обладать процессы и явления, чтобы отнести их к составляющим элементам окружающей среды;
- выделить элементы, составляющие окружающую среду, т.е. определить её структуру.

По первому пункту констатируем, что окружающую среду имеет любой объект оценки, будь то представитель живого или косного миров. Вместе с тем в сложившейся практике традиционно понятие окружающей среды связывают с человеком. Это является проявлением антропоцентризма, что в определённой степени оправдано в связи с тем, что на современном этапе эволюции человеческого общества человек превратился в ведущую геологическую силу (по Вернадскому В.И.), однако по существу неверно.



При этом необходимо подчеркнуть, что понятие “окружающая среда” в принципе должно охватывать все уровни организации объекта оценки, т.е. не только сам объект как таковой, но и нижние уровни организации, для которых объект оценки является системой, а также верхние уровни организации, для которых объект оценки является элементом. Такой подход полностью соответствует базовым принципам экологии как науки: системной организации материального мира, физико-химического единства живого вещества и внутреннего динамического равновесия, обоснованных автором в предыдущих работах (127, 132), и характеристика которых дана в разделе 5.2. данной монографии.

Обратимся теперь к свойствам процессов и явлений, которые следует относить к составляющим элементам окружающей среды. Представляется, что основным здесь должно являться прямое или опосредованное взаимодействие объекта оценки с любым процессом и/или явлением. Указанное взаимодействие заключается в вещественном, энергетическом и информационном обмене между объектом оценки и соответствующим элементом окружающей среды.

Для того же, чтобы выделить элементы, составляющие окружающую среду, т.е. определить её структуру, необходимо провести дополнительный анализ.

Прежде всего, необходимо определить понятие “окружающая среда” в самом общем виде. Представляется, что при этом нужно отталкиваться от трех базовых понятий, которые являются основой материального мира: ***материя, энергия и информация***.

Для уточнения вышеперечисленных понятий воспользуемся материалами из свободной энциклопедии Википедия (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

В рамках данной работы под *материей* принимается фундаментальное физическое понятие, связанное с любыми объектами, существующими в природе, о которых можно судить благодаря ощущениям. При этом выделяются следующие основные виды материи: вещество, антивещество и поле.

Под *веществом* автор понимает форму материи, состоящую из атомов, содержащих протоны, нейтроны и электроны. Эта форма материи доминирует в Солнечной системе и в ближайших звёздных системах.

В свою очередь *антивещество* состоит из антиатомов, содержащих антипротоны, антинейтроны и позитроны.

*Поле* принимается как одна из форм материи, характеризующая все точки пространства и времени и поэтому обладающая бесконечным числом степеней свободы. При описании физическое поле в каждой точке пространства характеризуется определённым (постоянным или переменным во времени) значением физической величины (или её оператора – для квантованных полей). Это значение, как правило, меняется при переходе от одной точки пространства к другой. В зависимости от математического вида этой величины выделяют скалярные, векторные, тензорные и спинорные поля.

Нужно отметить, что современное естествознание нивелирует различие между *веществом и полем*, считая, что и вещества, и поля состоят из различных частиц, обладающих корпускулярно-волновой природой. Выявление тесной взаимосвязи между полем и веществом привело к углублению представлений о единстве всех форм и структуры материального мира.

Под *энергией* понимаются скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

Под *информацией* понимается знания о чем-либо не зависимо от формы их представления. При этом в современной науке выделяют два вида информации: объективную и субъективную.

*Объективная или первичная информация* представляет собой свойство материальных объектов и явлений (процессов) порождать многообразие состояний, которые посредством взаимодействий передаются другим объектам и запечатлеваются в их структуре.

*Субъективная или вторичная информация* – это смысловое содержание объективной информации об объектах и процессах материального мира, сформированное сознанием человека с помощью смысловых образов (слов, образов и ощущений) и зафиксированное на каком-либо материальном носителе, либо в сознании человека, как носителе информации.

С учетом вышеизложенного **окружающую среду** можно определить как *всю совокупность вещественных, энергетических и информационных факторов непосредственно или опосредованно взаимодействующих с объектом оценки*. В качестве же объекта оценки может выступать любой объект живого (включая человека) и косного миров на любом уровне их системной организации.

### **2.3. Структура окружающей среды**

Сформулированное в предыдущем разделе определение окружающей среды явно недостаточно для разработки системы управления качеством окружающей среды и антропогенным воздействием на нее. Для этого должна быть определена структура окружающей среды путем выделения составляющих её элементов. При этом понятно, что *границы между выделяемыми компонентами окружающей среды будут весьма условны, поскольку в реальности между ними каждое мгновение происходит вещественный, энергетический и информационный обмен*. Таким образом, с одной стороны окружающая среда представляет собой нечто общее, неделимое и постоянно меняющееся. С другой стороны, в окружающей среде выделяются составляющие ее элементы, которые под влиянием всей совокупности воздействующих и взаимодействующих с ними факторов сохраняют свою структурно-функциональную целостность и системную организации (135).

В таком случае, осознавая определенную условность, мы должны, опираясь на закон системной организации матери-

ального мира, выделять отдельные компоненты, составляющие окружающую среду, которые будут являться объектом управленческих решений по обеспечению, в конечном счете, качества окружающей среды в целом.

На основе вышесказанного дадим определение **компонента окружающей среды** как *совокупности объектов, обладающих своей системной организацией и сохраняющих свою структурно-функциональную целостность на значительных (с точки зрения человека) периодах эволюции планеты Земля.*

Анализ показывает, что окружающая среда представляет собой многофакторную систему, состоящую как из природных, так и антропогенных (созданных человеком) компонентов. Последнее отражает превращение человека в ведущую геологическую силу (по В.И. Вернадскому), оказывающую общепланетарное влияние на развитие живого.

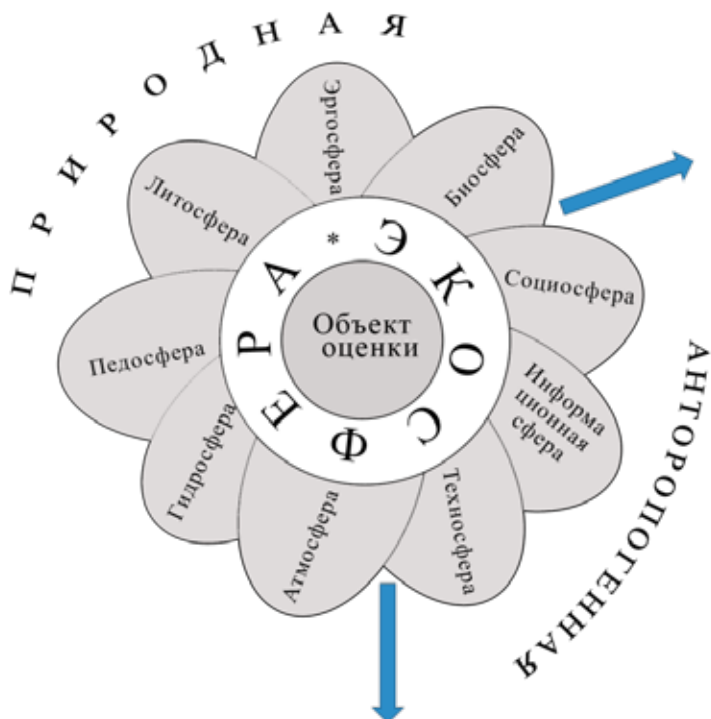
Природные компоненты окружающей среды даны человеку в ходе эволюции Космоса и планеты Земля, как элементы их составляющие (хотя и очень малые, учитывая безбрежность, с позиции человека, космического пространства).

Антропогенные компоненты окружающей среды созданы при активном участии человека и существуют лишь благодаря вещественному, энергетическому и информационному обеспечению человеком, поскольку они являются плодом его интеллектуальных усилий, его способности к абстрактному мышлению.

На основе проведенного обобщения автором предложен следующий подход к определению элементного состава окружающей среды. Прежде всего, выделяется два класса компонентов окружающей среды: *природный и антропогенный*. Разграничение между природными и антропогенными объектами, как было показано выше, проводится на основе источников обеспечения ими своей структурно-функциональной целостности. Другими словами в основание классификации положено то, что обеспечивает сохранение целостности (гомеостаз) объекта от деструктивного воздействия множества факторов окружающей его среды.

При этом нужно иметь в виду, что как природные так и антропогенные объекты имеют свою системную организацию. Кроме того, учитывая криволинейность поверхности земного шара (геоида) компоненты окружающей среды на верхнем уровне организации рассматриваются в виде сфер.

С учетом вышесделанного замечания в качестве основных **природных** элементов (компонентов) окружающей среды выделяются: атмосфера, гидросфера, литосфера, педосфера (почвы), эргосфера (физические поля) и биосфера. Содержание понятий о перечисленных природных компонентах окружающей среды, кроме разве эргосферы, довольно однозначно воспринимается специалистами в области охраны окружающей среды и научным сообществом, поэтому ограничимся их краткими характеристиками. В графическом виде структура окружающей среды приведена на рисунке 2.1.

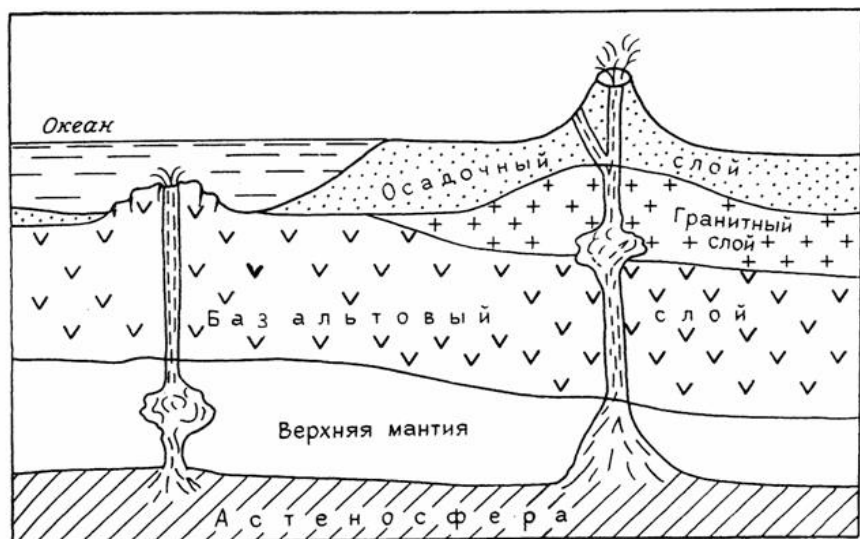


*Рис. 2.1. Структура окружающей среды*

### 2.3.1 Литосфера

Под *литосферой* в геологии понимают земную кору, оболочку Земли, сложенную горными породами и состоящую из гранитного и базальтового слоёв. К литосфере также относится и верхняя часть мантии, до астеносферы, где скорости сейсмических волн понижаются, свидетельствуя об изменении пластичности пород. В строении литосферы выделяют подвижные области (складчатые пояса) и относительно стабильные платформы. Нижняя граница литосферы нечеткая и определяется резким уменьшением вязкости пород, изменением скорости распространения сейсмических волн и увеличением электропроводности пород. Толщина литосферы на континентах и под океанами различается и составляет от 25 до 200 км и от 5 до 100 км соответственно. Земная кора – верхняя оболочка Земли, которая имеет толщину на континентах 40-80 км, под океанами – 5-10 км и составляет всего около 1% массы Земли. Восемь химических элементов – кислород, кремний, водород, алюминий, железо, магний, кальций, натрий – составляют 99,5% земной коры. На континентах земная кора имеет трехслойное строение по вертикали сверху вниз: осадочные, гранитные и базальтовые горные породы (рис. 2.2.).

Под океанами кора двухслойного типа; осадочные породы залегают непосредственно на базальтах. Наибольшую толщину земная кора имеет в горных районах (под Гималаями – свыше 75 км), среднюю – в районах платформ (под Западно-Сибирской низиной – 35-40, в границах Русской платформы – 30-35), а наименьшую – в центральных районах океанов (5-7 км). Основная часть литосферы состоит из изверженных магматических пород (95%), среди которых на континентах преобладают граниты и гранитоиды, а в океанах – базальты. С горными породами земной коры, как и с ее тектоническими структурами, связаны различные виды полезных ископаемых: горючие, рудные и нерудные.



**Рис. 2.2. Строение литосферы Земли**  
 (<http://kamantsevs.narod.ru/pic2.html>)

Применительно к экологии целесообразно понимать под литосферой ту ее часть, на которую распространяется воздействие человека. Иногда эту часть литосферы определяют термином инженерно-геологический слой, понимая под ним зону взаимодействия объектов техносферы (инженерных сооружений) и литосферы. Глубина такого взаимодействия ограничивается, по-видимому, первыми километрами (шахты, крупные гидротехнические и топливно-энергетические сооружения, мегаполисы). Однако не нужно забывать, что процессы эволюции Земли затрагивают её в целом как космическое тело, поэтому учёт данного факта при оценке факторов экологической опасности обязателен.

Литосфера имеет свою системную организацию. Геологами в ее строении выделяют следующие последовательные элементы: кристалл – горная порода – геологическая формация – литосфера.

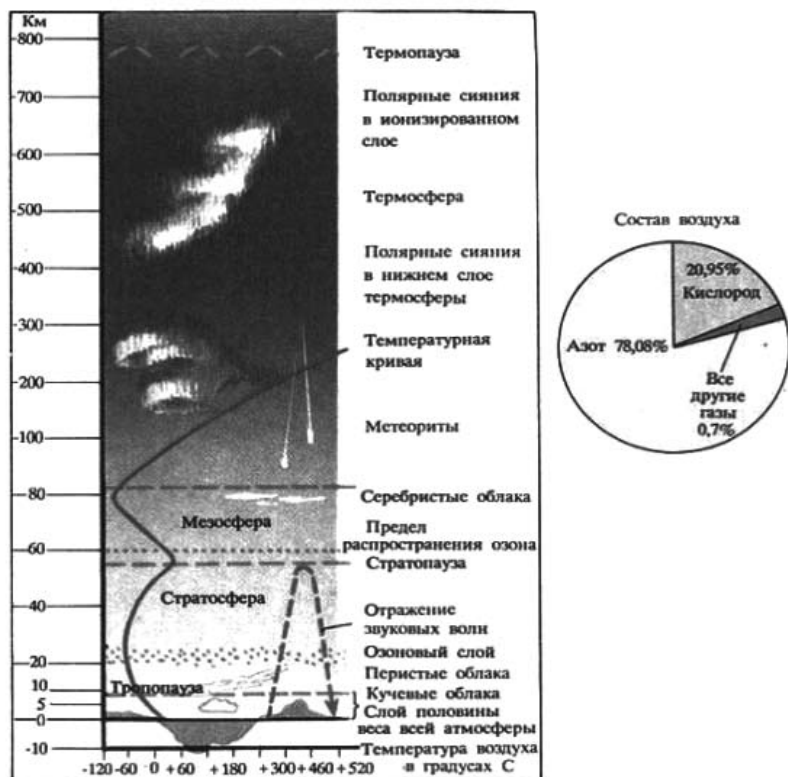
### 2.3.2. Атмосфера

*Атмосфера* – газовая оболочка Земли, состоящая из азота (78.08%), кислорода (20.95%), аргона (0.93%), двуокиси углерода (0.3%). Мощность атмосферы достигает 2000-3000 км. Масса современной атмосферы составляет приблизительно одну миллионную часть массы Земли. С высотой резко уменьшаются плотность и давление атмосферы, а температура изменяется неравномерно и сложно, в том числе из-за влияния на атмосферу солнечной активности и магнитных бурь. Наиболее интенсивные тепловые процессы происходят в тропосфере, причем атмосфера нагревается снизу, от поверхности океана и суши.

При этом атмосфера имеет слоистую структуру, представленную в графическом виде на рис. 2.3. От поверхности Земли вверх выделяются следующие слои: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Границы между слоями нерезкие, и их высота зависит от географической широты и времени года. Слоистая структура – результат температурных изменений на разных высотах. Дадим краткую характеристику отдельных слоёв атмосферы.

*Тропосфера* представляет собой нижнюю часть атмосферы, до высоты 10-15 км, в которой сосредоточено 4/5 всей массы атмосферного воздуха. Для нее характерно, что температура с высотой падает в среднем на  $0.6^{\circ}/100$  м. В тропосфере содержится почти весь водяной пар атмосферы, и именно здесь возникают облака. Сильно развита здесь и турбулентность, особенно вблизи земной поверхности, а также в так называемых струйных течениях в верхней части тропосферы. В среднем годовом тропосфера простирается над полюсами до высоты около 9 км, над умеренными широтами до 10-12 км и над экватором до 15-17 км. Средняя годовая температура воздуха у земной поверхности около  $+26^{\circ}$  на экваторе и около  $-23^{\circ}$  на северном полюсе. На верхней границе тропосферы над экватором средняя температура около  $-70^{\circ}$ , над северным полюсом зимой около  $-65^{\circ}$ , а летом около  $-45^{\circ}$ .





**Рис. 2.3. Строение атмосферы Земли**  
 (<http://www.ecosystema.ru/>).

Давление воздуха на верхней границе тропосферы соответственно ее высоте в 5-8 раз меньше, чем у земной поверхности. Процессы, происходящие в тропосфере, имеют непосредственное и решающее значение для погоды и климата у земной поверхности. Солнечные лучи легко проходят через тропосферу, а тепло, которое излучает нагретая солнечными лучами Земля, накапливается в тропосфере, поскольку углекислый газ, метан а также пары воды удерживают тепло, отражающееся от поверхности Земли. Такой механизм прогрева атмосферы от Земли, нагретой солнечной радиацией, называется парниковый эффект. Именно потому, что ис-

точником тепла для атмосферы является Земля, температура воздуха с высотой уменьшается.

*Стратосфера* расположена над тропосферой до высоты 50-55 км, характеризуется тем, что температура в ней в среднем растет с высотой. Переходный слой между тропосферой и стратосферой (толщиной 1-2 км) носит название тропопаузы. Температура для нижней стратосферы соответствует температуре на верхней границе тропосферы. Однако, начиная с высоты около 25 км, температура в стратосфере быстро растет с высотой, достигая на высоте около 50 км максимальных, при том положительных значений (от +10 до +30°). Вследствие возрастания температуры с высотой турбулентность в стратосфере мала. Водяного пара в стратосфере ничтожно мало. Стратосфера характеризуется еще тем, что преимущественно в ней располагается озоновый слой, защищающий живое от губительного воздействия ультрафиолетовых лучей.

*Мезосфера* располагается над стратосферой примерно до высоты 80 км. Здесь температура с высотой падает до нескольких десятков градусов ниже нуля. Вследствие быстрого падения температуры с высотой в мезосфере сильно развита турбулентность. Мезосфера имеет самую холодную температуру в атмосфере: от -2 до -138 градусов Цельсия. На высотах, близких к верхней границе мезосферы (75-90 км), наблюдаются еще особого рода облака, также освещаемые солнцем в ночные часы, так называемые серебристые. Наиболее вероятно, что они состоят из ледяных кристаллов.

На верхней границе мезосферы давление воздуха раз в 200 меньше, чем у земной поверхности. Таким образом, в тропосфере, стратосфере и мезосфере вместе, до высоты 80 км, заключается больше чем 99,5% всей массы атмосферы.

Верхняя часть атмосферы, над мезосферой, характеризуется очень высокими температурами и потому носит название *термосферы*. В ней различаются две части: *ионосфера*, простирающаяся от мезосферы до высот порядка тысячи километров, и лежащая над нею внешняя часть – *экзосфера*, переходящая в земную корону.

Воздух в ионосфере чрезвычайно разрежен. На высотах 300-750 км его средняя плотность порядка 108-1010 г/м<sup>3</sup>. Но и при такой малой плотности каждый кубический сантиметр воздуха на высоте 300 км еще содержит около одного миллиарда молекул или атомов, а на высоте 600 км – свыше 10 миллионов, что на несколько порядков больше, чем содержание газов в межпланетном пространстве.

Ионосфера характеризуется очень сильной степенью ионизации воздуха – содержание ионов здесь во много раз больше, чем в нижележащих слоях, несмотря на сильную общую разреженность воздуха. Эти ионы представляют собой в основном заряженные атомы кислорода, заряженные молекулы окиси азота и свободные электроны. Их содержание на высотах 100-400 км – порядка 10<sup>15</sup> -10<sup>6</sup> на кубический сантиметр. В ионосфере выделяется несколько слоев, или областей, с максимальной ионизацией, в особенности на высотах 100- 120 км (слой E) и 200-400 км (слой F). Но и в промежутках между этими слоями степень ионизации атмосферы остается очень высокой. Положение ионосферных слоев и концентрация ионов в них все время меняются. Спорадические скопления электронов с особенно большой концентрацией носят название электронных облаков.

От степени ионизации зависит электропроводность атмосферы. Поэтому в ионосфере электропроводность воздуха в общем в 10<sup>12</sup> раз больше, чем у земной поверхности. Радиоволны испытывают в ионосфере поглощение, преломление и отражение. Волны длиной более 20 м вообще не могут пройти сквозь ионосферу: они отражаются электронными слоями небольшой концентрации в нижней части ионосферы (на высотах 70- 80 км). Средние и короткие волны отражаются вышележащими ионосферными слоями.

Именно вследствие отражения от ионосферы возможна дальняя связь на коротких волнах. Многократное отражение от ионосферы и земной поверхности позволяет коротким волнам зигзагообразно распространяться на большие расстояния, огибая поверхность Земного шара. Так как положение и концентрация ионосферных слоев непрерывно меняются,

меняются и условия поглощения, отражения и распространения радиоволн. Поэтому для надежной радиосвязи необходимо непрерывное изучение состояния ионосферы.

В ионосфере наблюдаются полярные сияния и близкое к ним по природе свечение ночного неба – постоянная люминесценция атмосферного воздуха, а также резкие колебания магнитного поля – ионосферные магнитные бури.

Ионизация в ионосфере обязана своим существованием действию ультрафиолетовой радиации Солнца. Ее поглощение молекулами атмосферных газов приводит к возникновению заряженных атомов и свободных электронов.

Колебания магнитного поля в ионосфере и полярные сияния зависят от колебаний солнечной активности. С изменениями солнечной активности связаны изменения в потоке корпускулярной радиации, идущей от Солнца в земную атмосферу. А именно корпускулярная радиация имеет основное значение для указанных ионосферных явлений. Молекулы газа здесь сильно рассеяны, поглощают рентгеновское излучение и коротковолновую часть ультрафиолетового излучения. Из-за этого температура может достигать 1000 градусов Цельсия.

Выше 800-1000 км атмосфера переходит в экзосферу и постепенно в межпланетное пространство. Скорости движения частиц газов, особенно легких, здесь очень велики, а вследствие чрезвычайной разреженности воздуха на этих высотах частицы могут облетать Землю по эллиптическим орбитам, не сталкиваясь между собою. Отдельные частицы могут при этом иметь скорости, достаточные для того, чтобы преодолеть силу тяжести. Для незаряженных частиц критической скоростью будет 11,2 км/сек. Такие особенно быстрые частицы (в основном водород) могут, двигаясь по гиперболическим траекториям, вылетать из атмосферы в мировое пространство и рассеиваться.

Антропогенное воздействие в основном распространяется на нижние слои атмосферы, достигая высоты нескольких десятков километров. Состав атмосферы в зонах антропогенного воздействия значительно изменяется за счет выбросов загряз-

няющих веществ, перечень которых составляет несколько сотен. Неоднородность состава атмосферы в приземном слое в значительной мере определяется антропогенным воздействием, и её состав зависит от совокупных выбросов загрязняющих веществ от объектов техносферы, расположенных на конкретной территории.

### **2.3.3. Гидросфера**

*Гидросфера* представляет собой водную оболочку Земли, состоящую из совокупности поверхностных водоемов (реки, озера, океан), грунтовых и подземных вод (см. рис 3.4-3.5). Общий объем гидросферы Земли – свыше 1 миллиарда 500 миллионов км<sup>3</sup>. Из них океаны и моря – 1370 миллионов км<sup>3</sup>, подземные воды – около 60 миллионов км<sup>3</sup>, в виде льда и снега – около 30 миллионов км<sup>3</sup>, во внутренних водах – 0,75 миллиона км<sup>3</sup>, в атмосфере – 0,015 миллиона км<sup>3</sup>.

По данным, учитывающим только разведанные запасы подземной воды, на пресную воду на всей планете приходится только 2,8%; из них 2,15% находится в ледниках и только 0,65% в реках, озерах, подземных водах. Главная масса воды (97,2%) – соленая.

За геологическую историю в гидросфере происходили значительные изменения. Подсчитано, что в ледниковые периоды резко возрастало количество льда, и за счет этого происходило уменьшение объема и понижение уровня Мирового океана на десятки метров. В настоящее время гидросфера охвачена невиданными по скорости и размерам преобразованиями, связанными с технической деятельностью человека. Ежегодно используется около 5 тысяч км<sup>3</sup> воды, а загрязняется в 10 раз больше. Таким образом, менее 1% мировых запасов воды активно используется человеком и возвращается в круговорот в основном в загрязненном виде, но это составляет на сегодня уже третью часть запасов пресной воды. В связи с

чем сегодня нехватку пресной воды испытывают около 2 млрд людей планеты.

Гидросфера – единая оболочка, так как все воды взаимосвязаны и находятся в постоянных больших или малых круговоротах, взаимодействуя со всеми компонентами окружающей среды (подробнее см. главу 3). В качестве элементов гидросферы выделяются отдельные поверхностные водоёмы (реки, озера, водохранилища, моря, океаны), подземные и грунтовые воды, ледники.

### ***2.3.4. Педосфера***

*Педосфера* – поверхностный слой земной коры (коры выветривания), который образуется и развивается в результате взаимодействия растительности, животных, микроорганизмов, горных пород, физических полей и атмосферных осадков. Мощность почвенного слоя на равнинах составляет 1.5-2.0 метра, а в горах не более 1 метра, в пустынях – несколько сантиметров.

Почва состоит из минеральных частиц, органического вещества в основном растительного происхождения, почвенной воды, почвенного воздуха и населяющих её живых организмов. Почва образуется очень медленно, для полного обновления её минеральной части на глубину 1 м необходимо порядка 10 000 лет.

Детальная характеристика процессов почвообразования и строение почвенного профиля даётся в разделе 3.6. в виду фундаментального значения этого процесса на само существование жизни на Земле. Поэтому в данной главе ограничимся краткой констатацией наличия педосферы как компонента окружающей среды.

В качестве элементов педосферы выступают генетические типы почв, географическое распределение которых подчинено общим законам широтной зональности, а в горах – вертикальной поясности.

### 2.3.5. Эргосфера

*Эргосфера* – это совокупность физических полей, существующих вокруг Земли, включая космические излучения. Физические поля представляют собой особую форму материи, обеспечивающую структурно функциональную связь всех компонентов окружающей среды, поддерживающую процессы энергопереноса, необходимые для существования жизни на Земле. Физические поля Земли представлены *гравитационным, магнитным, геотермическим и электрическим полями* и изучаются соответствующими отраслями наук. Некоторые исследователи дополнительно выделяют *сейсмическое и радиационное поля*.

В виду фундаментального значения физических полей в эволюции нашей планеты и живого детальная характеристика физических полей дана в разделе 3.2. данной монографии.

В качестве элементов строения эргосферы выступают отдельные виды физических полей, а элементами последних являются неоднородность в их строении, вызываемая, в том числе и антропогенной деятельностью.

### 2.3.6. Биосфера

*Биосфера представляет собой всю совокупность живых организмов (включая человека) на Земле и все пространство, заселенное ими и находящееся под их воздействием.* Биосфера пространственно занимает верхнюю часть литосферы, педосферу, гидросферу и нижнюю часть атмосферы. Несомненно, она находится под воздействием эргосферы и активно с ней взаимодействует. Более того само существование биосферы обеспечивается взаимодействием вышеуказанных компонентов окружающей среды. Таким образом биосфера состоит (по терминологии В.И. Вернадского) из живого и косного вещества.

Хотя живое вещество по объему и весу составляет незначительную часть биосферы, оно играет основную роль в геоло-

гических процессах, связанных с изменением облика нашей планеты. В. И. Вернадский считал, что живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, и представляют собой огромную геологическую силу, ее определяющей (12).

Живое вещество имеет ряд принципиальных отличий от косного вещества, которые сводятся к следующему:

- изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе используется понятие исторического, а в косных телах – геологического времени;
- в ходе геологического времени возрастают мощь живого вещества и его воздействие на косное вещество биосферы. Это воздействие, как отмечает В.И.Вернадский, проявляется, прежде всего “в непрерывном биогенном токе атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно” (12);
- только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени;
- живые организмы изменяются в зависимости от изменения окружающей среды.

Кроме того В.И.Вернадский высказал предположение, что живое вещество, возможно, имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды. Для подтверждения он ссылается на непрерывный рост центральной нервной системы животных и ее значение в биосфере, а также на особую организованность самой биосферы. По его мнению, в упрощенной модели эту организованность можно выразить так, что ни одна из точек биосферы “не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше”. В современных терминах это явление можно описать как необратимость изменений, которые присущи любому процессу эволюции и развития.

При этом живое вещество играет важную роль по сравнению с другими веществами биосферы, выполняя ряд важней-



ших функций, к которым в обобщенном виде можно отнести энергетическую, деструктивную, концентрационную, газовую и средообразующую.

**Энергетическая функция биосферы** выполняется, прежде всего, растениями, которые в процессе фотосинтеза аккумулируют солнечную энергию в виде разнообразных органических соединений. Почти 99% солнечной энергии, поступившей в биосферу, поглощается атмосферой, гидросферой и литосферой, а также участвует в вызванных ею физических и химических процессах (циркуляция воздуха, воды, процессы выветривания горных пород и др.) Только около 1% накапливается на первичном звене ее поглощения и включается в биогеохимический круговорот. По словам Вернадского, зеленые хлорофилльные организмы, зеленые растения, являются главным механизмом биосферы, который улавливает солнечный луч и создает фотосинтезом химические тела – своеобразные солнечные консервы, энергия которых в дальнейшем становится источником действенной химической энергии биосферы, а в значительной мере – всей земной коры. Растения, используя солнечную энергию и минеральные вещества создают свою биомассу, которая является начальным звеном биотического круговорота, и потому называются – продуцентами (см. раздел 3.1.3.). Без этого процесса накопления и передачи энергии живым веществом невозможно было бы развитие жизни на Земле и образование современной биосферы. Нужно отметить, что некоторые группы бактерий синтезируют органическое вещество за счет энергии, выделяющейся в процессе реакций окисления серных и азотных соединений. Этот процесс именуется хемосинтезом. Однако в накоплении органического вещества в биосфере он, по сравнению с фотосинтезом, играет ничтожно малую роль.

**Деструктивная функция биосферы** заключается в процессах минерализации органических веществ, разложения отмершей органики до простых неорганических соединений, в химическом разложении горных пород, вовлечении образовавшихся минералов в биотический круговорот. Данную

функцию в основном выполняют грибы и бактерии. Указанная группа организмов называется – редуцентами. Мертвое органическое вещество в результате деятельности редуцентов разлагается до простых неорганических соединений (углекислого газа, воды, сероводорода, метана, аммиака и т. д.), которые вновь используются в начальном звене круговорота.

Благодаря живому веществу биотический круговорот пополняется химическими веществами, извлекаемыми из литосферы. К примеру, плесневый грибок в лабораторных условиях за неделю высвобождал из вулканической горной породы 3% содержащегося в ней кремния, 11% алюминия, 59% магния, 64% железа. Сильнейшее химическое воздействие на горные породы растворами целого комплекса кислот – угольной, азотной, серной и разнообразных органических оказывают бактерии, сине-зеленые водоросли, грибы и лишайники. Разлагая с их помощью те или иные минералы, организмы избирательно извлекают и включают в биотический круговорот важнейшие питательные элементы – кальций, калий, натрий, фосфор, кремний, микроэлементы. Общая масса зольных элементов, вовлекаемая ежегодно в биотический круговорот только на суше, составляет *около восьми миллиардов тонн*, что в несколько раз превышает массу продуктов извержения всех вулканов мира на протяжении года. Благодаря жизнедеятельности организмов-деструкторов создается уникальное свойство почв – их плодородие.

**Концентрационная функция биосферы** проявляется в избирательном накоплении определенных химических элементов, рассеянных в природе – водорода, углерода, азота, кислорода, кальция, магния, натрия, калия, фосфора и многих других, включая тяжелые металлы. Раковины моллюсков, панцири диатомовых водорослей, скелеты животных – все это примеры проявления концентрационной функции живого вещества.

Способность концентрировать элементы из разбавленных растворов – это характерная особенность живого вещества. Наиболее активными концентраторами многих элементов являются микроорганизмы. Например, в продуктах жизнедеятельности

некоторых из них по сравнению с природной средой содержание марганца увеличено в 1 200 000 раз, железа – в 65 000, ванадия – в 420 000, серебра – в 240 000 раз (Боголюбов А.С., 2011, <http://www.ecosystema.ru>).

**Газовая функция биосферы** обеспечивает газовый состав и динамику газов в общепланетарном масштабе. В процессе функционирования живого вещества создаются азот, кислород, углекислый газ, сероводород, метан и др. В зависимости от состава газов выделяется несколько газовых функций:

1. *Кислородно-диоксидуглеродная* – создание основной массы свободного кислорода на планете. Носителем данной функции является каждый зеленый организм. Выделение кислорода идет только при солнечном свете, ночью этот фотохимический процесс сменяется выделением зелеными растениями углекислого газа;
2. *Диоксидуглеродная* – образование биогенной угольной кислоты как следствие дыхания животных, грибов и бактерий. Значение функции возрастает в области подземной тропосферы, не имеющей кислорода;
3. *Озонная* – образование озона. Биогенный кислород, переходя под воздействием солнечного излучения в озон, предохраняет живое от разрушительного действия радиации Солнца. Выполнение этой функции вызвало образование защитного озонового экрана.
4. *Азотная* – создание основной массы свободного азота тропосферы за счет образования его азотовыделяющими бактериями при разложении органического вещества. Реакция происходит как в условиях суши, так и океана.
5. *Углеводородная* – осуществление превращений многих биогенных газов, роль которых в биосфере огромна. К их числу относятся, например, природный газ, терпены (общая формула  $(C_5H_8)_n$ ) и др. Основную часть природного газа составляет метан ( $CH_4$ ) – от 92 до 98%. В состав природного газа могут также входить более тяжёлые углеводороды – гомологи метана: этан ( $C_2H_6$ ), пропан ( $C_3H_8$ ), бутан ( $C_4H_{10}$ ).

Вследствие выполнения живым веществом газовых биогеохимических функций в течение геологического развития Земли сложились современный химический состав атмосферы с уникально высоким содержанием кислорода и низким содержанием углекислого газа, а также умеренные температурные условия.

**Средообразующая функция биосферы** заключается в преобразовании физико-химических параметров среды обитания в условия, благоприятные для существования организмов. Средообразующая функция представляет собой совместный результат всех рассмотренных выше функций живого вещества: энергетическая функция обеспечивает энергией все звенья биологического круговорота; газовая функция поддерживает оптимальный состав атмосферного воздуха для развития биосферы; деструктивная и концентрационная способствуют извлечению из природной среды и накоплению рассеянных, но жизненно важных для живого химических элементов.

Системная организация биосферы представляется в следующем виде: организм – популяция – биогеоценоз – биосфера.

В понимании **антропогенных** компонентов окружающей среды нет такой однозначности как в природных компонентах. Проведенный автором анализ позволил выделить в качестве антропогенных элементов окружающей среды *техносферу, социосферу, информационную сферу и экосферу*. Детальное обоснование выделения указанных компонентов окружающей среды и их характеристика неоднократно проводились в раннее выпущенных работах автора (133-135) и в частности в статье “Анализ понятия “окружающая среда” (135), поэтому в рамках данной монографии ограничимся их краткой характеристикой.

### **2.3.7. Техносфера**

*Техносфера* представляет собой совокупность антропогенных и природно-антропогенных систем, созданных человеком. Данные системы существуют лишь благодаря человеку, по-

сколькo он обеспечивает их вещественные, энергетические и информационные потребности, что поддерживает их структурно-функциональное единство и позволяет противостоять процессам энтропии. Многo используется термин “антропогенных систем”, а не “антропогенных объектов”. Этот момент принципиально важен, поскольку на сегодняшнем этапе эволюции человеческого общества созданные человеком объекты образуют общепланетарную сферу, связанную материальными, энергетическими и информационными потоками, которая с системных позиций также имеет несколько уровней организации.

На нижнем уровне организации находятся субъекты хозяйственной и иной деятельности (предприятия, фирмы, отдельные предприниматели), которые объединяются в промышленные зоны, селитебные и промышленные агломерации, мегаполисы, транснациональные объединения, вплоть до объединения всех субъектов хозяйственной и иной деятельности, представляющих собой техносферу – продукт интеллектуальных усилий всего человечества.

Для техносферы характерно разомкнутость в вещественном, энергетическом и информационном планах, что имеет следующие существенные следствия:

- Происходят нарушения глобальных природных круговоротов за счёт изъятия природных ресурсов и эмиссии продуктов жизнедеятельности в окружающую среду;
- В окружающую среду поступает огромное количество веществ, с которым живое не встречалось в процессе своего развития;
- Скорость изменения параметров состояния компонентов окружающей среды, превышает скорость адаптации живого к указанным изменениям.

В связи с чем, техносфера является сегодня источником бифуркации и деградации всех компонентов окружающей среды. Поэтому перед человечеством стоит глобальная проблема: необходимость согласования закономерностей развития техносферы с глобальными закономерностями эволюции окружающего нас мира.

### 2.3.8. Социосфера

*Социосфера* представляет собой совокупность требований человеческого общества к окружающей среде, с целью обеспечения его развития.

Таким образом, социосфера отражает весь комплекс отношений, связанных с развитием человеческого общества в целом и составляющих его социальных групп и индивидуумов. В общем виде социосфера характеризует целесообразность (оптимальность) организации среды обитания человека. При этом целесообразность должна рассматриваться не с позиций общества потребления, а на основе принципов устойчивого развития, главным условием которого является гармонизация отношений человечества с окружающей средой путем создания модели социально-экономического развития общества, обеспечивающей удовлетворение потребностей не только живущих сегодня людей, но и будущих поколений. В качестве показателей качества социосферы выступают не только параметры состояния компонентов окружающей среды, а также целый комплекс показателей, характеризующий социальное качество среды обитания. В качестве таких показателей выступают: обеспеченность населения жильем и рабочими местами, уровень пенсионного обеспечения, качество и доступность медицинского обслуживания, комфортные условия функционирования общественного транспорта, наличие и качество мест отдыха и рекреации, наличие и достаточность учреждений культуры, средства связи, доступность и качество образования, обеспеченность детскими дошкольными учреждениями, уровень заработной платы и безработицы, степень обеспечения общественной безопасности, качество продуктов питания и питьевой воды и т.д. Таким образом, перечень параметров, характеризующих качество социосферы и составляющих ее элементов, в виде различных социальных групп населения и их разнообразных запросов, очень многообразен.

При этом понятно, что требования к оптимальности социосферы зависят от уровня экономического развития госу-

дарства, а также культурных, исторических, национальных и религиозных традиций, этносов, населяющих территорию конкретного государства.

С точки зрения системной организации, в виду многоплановости социосферы, все не так просто, как в предыдущих элементах окружающей среды. В основном составляющие социосферу элементы будут коррелироваться с элементами, составляющими человеческое общество (индивидуум – социальные группы – этносы – человечество), поскольку социосфера служит удовлетворению потребностей человека (в общем смысле этого слова). Однако в виду многообразности запросов, особенно в духовной сфере, состав людей и их сообществ, будет существенно разниться по различным аспектам социосферы.

### ***2.3.9. Информационная сфера***

*Информационная сфера* представляет собой совокупность знаний и его многообразные носители, включая отдельных индивидуумов (в первую очередь это просветители, учёные, педагоги и учителя). Накопленные человечеством знания циркулируют в человеческом обществе в виде информационных потоков, которые осознанно или на уровне подсознания генерируются или регистрируются от отдельных индивидуумов до человечества в целом. В информационную сферу входят средства массовой информации (радио, телевидение, газеты и журналы), библиотеки, научные издания, сами люди, в общем, все то, что является носителем информации о накопленных человечеством знаниях, включая культуру и религию. Развитие электронных средств связи, вывод на орбиту космических аппаратов, обеспечивающих трансляцию телевизионных программ, метеоспутники, навигационные и разведывательные спутники, мобильная телефонная связь и особенно – всемирная сеть Интернет, все это элементы информационной сферы, кото-

рая стала на сегодняшний день одним из признаков уровня развития нашей цивилизации.

При таком походе к определению информационной сферы меня могут упрекнуть в том, что Информация пронизывает не только все окружающее человека пространство, но и все космическое пространство и объективно существует вне зависимости от него, определяя закономерности эволюции окружающего человека мира и самого человеческого общества. И этот упрек будет справедлив. Однако с позиций антропоцентризма информация, которую человек осознано или даже на уровне подсознания не использует в своей практической жизни, она для него как бы отсутствует. Только познание человеком закономерностей развития окружающего мира, свойств предметов, сути явлений превращает их в знания, которые накапливаются как информация, используются в своей деятельности и передаются из поколения в поколение. Другими словами, информация, не усвоенная человеческим обществом, представляет собой вещь в себе и только после того, как она превращается в знание, которое используется человеком в своей деятельности, она включается в информационную сферу.

С учетом данного замечания информационная сфера рассматривается автором как антропогенный компонент окружающей среды, понимая определенную ограниченность данного подхода.

Информационная сфера также имеет свои уровни системной организации. В качестве элементов строения на нижнем уровне выступают конкретные носители знаний: книги, видеофильмы, машинные носители информации, знания конкретного индивидуума. На следующем уровне организации в качестве эмерджентных свойств выступают совокупность знаний по конкретным областям знания, культура определенных этносов, религиозные постулаты отдельных конфессий. И на верхнем уровне информационная сфера представляет собой совокупность всех знаний, накопленных человечеством.



### 2.3.10. Экосфера

Накопленные человечеством знания о закономерностях эволюции, как отдельных компонентов, так и окружающей среды в целом используются для выработки стратегии, методов и способов гармонизации взаимоотношений в системе “человек – окружающая среда”. В конечном счёте, человечество создаёт целую систему регламентации человеческой деятельности, которая выделяется мною как **экосфера** (см. рис 2.1.), имеющая своей конечной целью – создание *ноосферы* (по В.И. Вернадскому). Таким образом, экосфера представляет собой систему ограничений, распространяемую на взаимоотношения компонентов окружающей среды и объекта оценки. К глубокому сожалению, ещё раз приходится констатировать, что человечество отстаёт в осознании необходимости общей интеграции знания в системе “человек – окружающая среда”. Мы ограничиваемся разработкой регламентации по отдельным конкретным видам деятельности на локальном уровне. При этом практически отсутствует системный и исторический подходы к проблемам регламентации. Несомненно, что разработка регламентирующих документов в проектировании, строительстве, разработке технических устройств, обеспечении промышленной, пожарной, энергетической безопасности содержит позитивную составляющую с точки зрения обеспечения экологической безопасности. Нужно отметить, что международное сообщество в последние 15-20 лет предпринимает усилия, направленные на внедрение так называемых “зелёных стандартов” в проектировании и строительстве, при лесозаготовках, в отдельных отраслях промышленности. Однако это даёт решение лишь отдельных проблем человеческой деятельности, связанных с негативным воздействием на окружающую среду. Именно поэтому на данном этапе развития человеческого действующая система регламентации человеческой деятельности определяется мной термином *экосфера*. Только после того как мы приступим к осознанной интеграции знания в сфере регламентации человеческой деятельно-

сти по отношению к окружающей среде на принципах комплексности, системности и историчности, можно говорить о создании *ноосферы*. Конечной целью создания ноосферы является согласование человеческой деятельности с глобальными закономерностями развития окружающего нас мира.

В качестве элементов экосферы выступают совокупность регламентации разнообразных видов человеческой деятельности на разных уровнях организации, как человеческого общества, так и компонентов окружающей среды.

Подводя итог краткой характеристике компонентов окружающей среды, необходимо сделать следующее замечание. Пространственно-временные границы между компонентами окружающей среды весьма условны. В реальности компоненты окружающей среды взаимно пересекаются и всякий миг взаимодействуют между собой во всем своем многообразии. Антропогенное воздействие на окружающую среду также многообразно и затрагивает прямо или опосредовано все компоненты окружающей среды. Определение структуры окружающей среды позволяет создавать эффективную систему управления её качеством с целью сохранения вектора эволюции живого, где человечество является его гармоничной составляющей, а не источником деградации.

### ***2.3. Функции окружающей среды***

Само существование человека невозможно без взаимодействия с окружающей его средой. В связи с этим необходимо понять, какие функции выполняет тот или иной компонент окружающей среды по обеспечению многогранных потребностей человека с целью определения положительных и отрицательных обратных связей, возникающих в процессе антропогенной деятельности в системе “человек – окружающая среда”.

Нужно отметить, что в период с 2000 по 2005 годы под эгидой ООН проводились исследования по оценке так называемых

экосистемных услуг. Результаты проведённых исследований, в которых принимали участие более 2000 специалистов и экспертов со всего мира нашли отражение в докладе – “Оценка экосистем на пороге тысячелетия” (Millennium Ecosystem Assessment, МА) (30).

Под экосистемой авторы доклада понимали– *“динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также неживой окружающей среды, взаимодействующих как функциональное единство. Люди являются интегральной частью экосистем”*. То есть термин “экосистема” используется как синоним термина “биосистема”, в которую включён и человек. Как уже было показано в первой главе при анализе объекта и предмета экологии как науки, автор вкладывает совершенно иное содержание в понятие “экосистема”, чем авторы вышеупомянутого доклада. В связи с чем в дальнейшем изложении будет использоваться раннее обоснованный мною понятийный аппарат.

Цель вышеуказанных исследований – оценка последствий изменений в биосистемах для благосостояния людей и определение научной основы для деятельности, необходимой для расширения возможностей сохранения биосистем и их устойчивого использования (30).

При этом под *экосистемными услугами* авторы доклада понимают “выгоды, которые люди получают от биосистем”. Все экосистемные услуги авторы разделяют на четыре группы:

1. **Обеспечивающие**, такие как продовольствие и вода;
2. **Регулирующие**, такие как регулирование наводнений, засух, деградации земель и болезней;
3. **Поддерживающие**, такие как почвообразование и круговорот питательных веществ;
4. **Культурные**, такие как рекреационные, духовные, религиозные и другие нематериальные выгоды.

Ниже в таблице 2.1. приводится классификация экосистемных услуг, использовавшаяся в докладе “Экосистемы и благосостояние человека” (30).

**Таблица 2.1.**  
**Классификация экосистемных услуг**

| <b>Обеспечивающие услуги – продукты, получаемые от экосистем</b>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Продовольствие                                                                          | Широкий набор пищевых продуктов, получаемых из растений, животных и микробов.                                                                                                                                                                                                          |
| Пресная вода                                                                            | Люди получают пресную воду из экосистем. Поскольку вода необходима для существования жизни, она может рассматриваться как поддерживающая услуга.                                                                                                                                       |
| Волокна                                                                                 | Материалы, включающие древесину, хлопок, шерсть, шелк и т.д.                                                                                                                                                                                                                           |
| Топливо                                                                                 | Дерево, биологические материалы (навоз и т.д.).                                                                                                                                                                                                                                        |
| Генетические ресурсы                                                                    | Гены и генетическая информация, используемые для выращивания растений и животных, и биотехнологии.                                                                                                                                                                                     |
| <b>Регулирующие услуги – выгоды, получаемые от регулирования экосистемных процессов</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Регулирование качества воздуха                                                          | Экосистемы, с одной стороны, выделяют химические соединения в атмосферу, а с другой – удаляют их из атмосферы, воздействуя на многие аспекты качества воздуха.                                                                                                                         |
| Регулирование климата                                                                   | Экосистемы воздействуют на климат как локально, так и глобально.                                                                                                                                                                                                                       |
| Регулирование воды                                                                      | Продолжительность и величина водного стока, наводнений и пополнение запасов воды в подземных водоносных системах. На способность природной системы накапливать воду влияют осушение водно-болотных угодий или замещение лесов сельскохозяйственными угодьями, городскими территориями. |
| Регулирование эрозии                                                                    | Растительный покров играет важную роль в сохранении почвы.                                                                                                                                                                                                                             |
| Очистка воды и сточных вод                                                              | Экосистемы обеспечивают фильтрацию и удаление из воды органических загрязнений.                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Культурные услуги</b> – нематериальные выгоды, которые люди получают от экосистем посредством духовного обогащения, развития познавательной деятельности, рекреации, эстетического опыта, рефлексии |                                                                                                                |
| Культурное разнообразие                                                                                                                                                                                | Разнообразие экосистем является одним из факторов, влияющих на разнообразие культур                            |
| Духовные и религиозные ценности                                                                                                                                                                        | Многие религии приписывают духовные и религиозные ценности экосистемам или их компонентам.                     |
| Системы знаний                                                                                                                                                                                         | Экосистемы оказывают влияние на типы систем знаний.                                                            |
| Образовательные ценности                                                                                                                                                                               | Экосистемы, их компоненты и процессы обеспечивают основу как для формального, так и неформального образования. |
| Эстетические ценности                                                                                                                                                                                  | Красота и эстетические ценности в различных свойствах экосистем.                                               |
| Рекреация и экотуризм                                                                                                                                                                                  | Выбор места для проведения досуга на основе характеристик ландшафта                                            |
| <b>Поддерживающие услуги</b> – услуги, необходимые для поддержки всех других экосистемных услуг                                                                                                        |                                                                                                                |
| Почвообразование                                                                                                                                                                                       | Многие обеспечивающие услуги зависят от плодородности почв и скорости почвообразования                         |
| Круговорот питательных веществ                                                                                                                                                                         | Множество питательных веществ, необходимых для жизни, циркулируют в экосистемах.                               |
| Круговорот воды                                                                                                                                                                                        | Вода циркулирует по экосистемам и является жизненно необходимой для живых организмов                           |
| Фотосинтез                                                                                                                                                                                             | Фотосинтез продуцирует кислород, необходимый многим живым организмам                                           |

Основной вывод, к которому пришли исполнители программы, состоит в том, что деятельность человека истощает природный капитал Земли и оказывает на окружающую среду давление, при котором способность биосистем нашей планеты поддерживать будущие поколения уже не является непреложной.

Применительно к анализируемой нами проблеме представляет интерес использованный авторами доклада подход к биосистемным услугам как к природному капиталу. В рамках данного подхода возможно найти показатели, в том числе и финансовые, характеризующие не только рыночную стоимость того или иного ресурса, но и его значимость в поддержании устойчивости функционирования биосистем.

При этом должен отметить, что используемая в докладе классификация биосистемных услуг вызывает массу вопросов с точки зрения типологии и оснований классификации. К примеру, круговорот воды как фундаментальный процесс присутствует в группе поддерживающих услуг и в тоже время в группе регулирующих услуг (очистка воды и сточных вод). Непонятно, почему в группе обеспечивающих услуг присутствует пресная вода и отсутствует атмосферный воздух, без которого невозможно существование живого в его современном виде и т.д. Причина этого заключается в том, что авторам доклада не удалось чётко сформулировать основания классификации. Кроме того авторами анализируются выгоды, которые получает человек от биосистем или правильнее от биосферы (высший организационный уровень для живого на планете Земля). В то же время является несомненным, что для существования человечества жизненно важны и другие компоненты окружающей среды. Более того биосфера сама является продуктом взаимодействия всех компонентов окружающей среды, и она не может существовать вне них. Отмечу, что данное утверждение относится к биосфере в целом. Вместе с тем сегодня человек способен создать объекты с искусственной средой обитания, исключая часть компонентов окружающей среды (подводные, космические аппараты, межпланетные станции, поселения на других планетах или небесных телах и т.п.). Однако их существование обеспечивается за счёт вещественной, энергетической и информационной поддержки человека, а срок их существования ограничивается возможностями указанной поддержки.

Представляется, что нам необходимо проводить анализ системы “человек – окружающая среда” не разрозненно по

отдельным компонентам (в анализируемом докладе это биосфера), а в целом по всем компонентам, составляющим окружающую человека среду. Кроме того указанный анализ должен базироваться на совершенно иных подходах. Прежде всего, нам необходимо отказаться от ресурсного подхода к окружающей среде, диктуемого потребностями экономики (экономической системы). Это является, по моему мнению, базовой ошибкой авторов доклада. С позиций антропоцентризма мы, *с одной стороны*, должны понять, какие **фундаментальные процессы эволюции** окружающей нас среды позволяют удовлетворять всю совокупность потребностей человеческого общества. *С другой стороны*, мы должны выработать правила удовлетворения указанных потребностей, не разрушая эволюционные процессы, обеспечивающие наше существование. Другими словами мы должны ограничить свои потребности определёнными рамками, которые сохраняют эволюцию биосферы в том канале, в котором человечество является одним из её органически составляющих элементов, а не источником процессов бифуркации. Такой подход полностью согласуется с объектом и предметом экологии как науки и с основными принципами общей экологии, обоснованными соответственно в первой главе и разделе 5.1. данной монографии.

На основе сказанного представляется, что основаниями классификации свойств окружающей среды, которые удовлетворяют потребности человеческого общества, должны быть не предоставляемые ею услуги (что является проявлением нашего эгоизма), а **функции окружающей среды**, обеспечивающие существование биосферы и самого человеческого общества, как её составного элемента. Чёткое понимание функций окружающей человека среды позволит выполнить качественный анализ факторов, прежде всего антропогенной природы, которые негативно влияют на эти функции.

При этом необходимо, чтобы классификация создавалась с соблюдением принципа системности, поскольку окружающая среда является сложно организованной, динамической, самоорганизующейся системой. Согласно системному принципу

“любой объект (вещь, свойство, отношение, явление, процесс мира материального или идеального) есть объект-система, и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода; любая система обладает целостными (эмерджентными) признаками; она обязательно полиморфична, диссимметрична, противоречива в одних отношениях и изоморфична, симметрична, непротиворечива – в других; в ней всегда реализованы все или часть форм изменения, развития, сохранения, действия, отношения материи” (112, с. 10).

Из системного принципа применительно к анализируемой проблеме возникает два важных следствия:

Первое – любое изменение параметров состояния компонента окружающей среды на одном из его уровней организации, вызывает изменение во всех его иерархических уровнях.

Второе – любое изменение параметров состояния в одном из компонентов окружающей среды вызывает изменение во всех компонентах, составляющих окружающую среду и их иерархиях.

Дабы не множить без лишней надобности сущностей, частично воспользуемся терминологией авторов докладов по оценке экосистем на пороге тысячелетия, наполнив их новым содержанием. С учётом высказанных выше замечаний предлагается выделять два основных типа функций окружающей среды, которые обуславливают жизнеспособность человеческого общества – *это обеспечивающие и регулирующие функции.*

**Обеспечивающие** функции окружающей человека среды включают в себя, с одной стороны, обеспечение многогранных потребностей человеческого общества на различных уровнях организации (от индивидуума до человечества) всеми видами ресурсов (минеральные, биологические, социальные, рекреационные, эстетические, духовные и т.д.). С другой стороны обеспечивают приём продуктов жизнедеятельности человеческого общества в виде выбросов, сбросов, отходов, антропогенных физических полей и т.д.

**Регулирующие** функции окружающей человека среды обуславливают сохранение параметров состояния окружающей



среды в тех рамках, которые необходимы для гармоничного развития человеческого общества. К ним относятся фундаментальные процессы, протекающие на планете Земля, такие как: круговорот воды и химических элементов, биотический круговорот, геологический круговорот, почвообразование, обеспечение постоянства химического состава атмосферы (фотосинтез), регулирование климатических параметров, инженерное обеспечение функционирования объектов техносферы и т.д. Считаю необходимым подчеркнуть, что инженерное обеспечение экологической безопасности включено мною в разряд фундаментальных общепланетарных процессов. Данное положение следует из закона о необходимости регламентации человеческой деятельности и отражает тот факт, что на современном этапе эволюции человеческого общества оно превратилось в ведущую геологическую силу (по В.И. Вернадскому).

С учётом сказанного в таблице 2.2. предложена классификация обеспечивающих и регулирующих функций окружающей человека среды.

**Таблица 2.2.**  
**Классификация функций окружающей человека среды**

| <i>Обеспечивающие функции окружающей среды</i> |                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вещественные                                   | Обеспечение потребностей в минеральных, водных, биологических и др. ресурсах, почвы, атмосферный воздух, приём отходов и продуктов жизнедеятельности человека           |
| Энергетические                                 | Ядерное, углеводородное сырьё, каменный уголь; солнечная и ветровая энергии; энергия приливов и отливов; гидроэнергия; растительность и производные от них.             |
| Информационные                                 | Познание закономерностей развития окружающего мира (живого и косного) и конструирование техносферы на этой основе                                                       |
| Экономические                                  | Антропогенные инфраструктурные объекты и объекты техносферы, обеспечивающие удовлетворение экономических потребностей от отдельного индивидуума до человечества в целом |

|                                              |                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Социальные                                   | Обеспечение рекреационных, эстетических, духовных, религиозных потребностей людей, социальных групп и этносов                                             |
| <i>Регулирующие функции окружающей среды</i> |                                                                                                                                                           |
| Глобальные круговороты                       | Круговороты химических веществ, воды, биотический и геологический круговороты.                                                                            |
| Почвообразование                             | Образование почв как основа развития жизни в соответствии с географической зональностью                                                                   |
| Фотосинтез                                   | Стабилизация качества атмосферы как фундаментальная основа поддержания необходимого для существования человека содержания кислорода в атмосферном воздухе |
| Биоразнообразие                              | Биологическое разнообразие как базовое условие устойчивости развития биосферы и сохранения в ней человека                                                 |
| Климатическая зональность                    | Регулирование развития различных типов почв, количества осадков, солнечной инсоляции как основа развития биогеоценозов и агроценозов                      |
| Регламентация человеческой деятельности      | Совокупность технических регламентов, моральных, правовых и этических норм и правил, регламентирующих деятельность человека                               |

Человечеству для того, чтобы выработать оптимальное поведение по отношению к окружающей среде, необходимо систематизировать всю совокупность знаний как в области её обеспечивающих функций, так и в области регулирующих функций. На основе этого должна быть выработана система постулатов, определяющих поведение человека по отношению к окружающей среде. С этой целью необходимо провести более детальный анализ, целью которого является определение роли каждого компонента окружающей среды в её обеспечивающих и регулирующих функциях. Представляется продуктивным для этого использовать двухмерную матрицу, по одной оси которой обозначены компоненты окружающей среды, а по другой – их функции. На пересечении соответственно отражается та или иная функция окружающей человека среды. Указанная матрица приведена на рисунках 2.4 и 2.5.

Считаю необходимым подчеркнуть, что при полном анализе функций окружающей среды должны быть решены следующие задачи:

1. Определить роль отдельных компонентов окружающей человека среды в её обеспечивающих и регулирующих функциях;
2. Оценить влияние антропогенной деятельности на регулирующие и обеспечивающие функции окружающей человека среды;
3. Разработать методы регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду, исключающие деградацию её регламентирующих и обеспечивающих функций.

Однако это сложная и объёмная проблема выходит за рамки целей и задач, поставленных в данной монографии, а указанный анализ автор планирует провести в рамках отдельной исследовательской работы. В связи с этим в данной работе ограничимся краткой констатацией основных обеспечивающих и регулирующих функций окружающей человека среды.

Как видно из рис. 2.4 автором выделяются следующие обеспечивающие функции окружающей среды: вещественная, энергетическая, информационная, экономическая и социальная. Проведём анализ роли отдельных компонентов окружающей среды в её обеспечивающих функциях.

**Вещественная функция** заключается в обеспечении потребностей человеческого общества в разнообразных ресурсах (минеральных, водных, почвенных, биологических и т.д.), а также в приёме вещественных отходов и продуктов жизнедеятельности человека.

Природные компоненты окружающей среды производят вещественные ресурсы, используемые человеком, в ходе эволюционных процессов, происходящих на планете Земля. При этом время, затрачиваемое на производство ресурсов в зависимости от их вида, колеблется от десятков миллионов лет (минеральные и углеводородные ресурсы) до сотен лет (почвы) и даже до нескольких часов (фотосинтез и биомасса для отдельных видов живого).

**Рис. 2.4. Матрица ролей отдельных компонентов в регулирующих функциях окружающей среды**

| Компонент функция           | Атмосфера                                                                                                   | Гидро-сфера                                                                            | Лито-сфера                                                                          | Педосфера                                                                        | Эргосфера                                             | Биосфера                                                   | Техно-сфера                                                                              | Социосфера                                                                         | Информационная сфера                                                                                               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | 2                                                                                                           | 3                                                                                      | 4                                                                                   | 5                                                                                | 6                                                     | 7                                                          | 8                                                                                        | 9                                                                                  | 10                                                                                                                 |
| Глобальные круговороты (ГК) | Эрозия, денудация, общепланетарная циркуляция, перенос, газообмен                                           | Денудация, эрозия, перенос, захоронение, гидрологический цикл                          | Рельеф, материал для осадочных пород, почв и питательных веществ для растений       | Депонирование семян, остатков органических веществ, формирование почв            | Энергетическое обеспечение процессов круговорота      | Биотический круговорот, регулятор биогеоценозов            | Ускорение ГК, нарушение ГК, ксенобиотизм, техносферы                                     | Ускорение ГК, нарушение ГК, деятельность с ГК, закономерностями ГК                 | Согласование антропогенной деятельности с закономерностями ГК                                                      |
| Почвообразование            | Газообмен, ветровая эрозия                                                                                  | Влажный режим, растворение и перенос веществ                                           | Исходный материал для почв                                                          | Поддержание целостности как особой природной системы                             | Энергетическое обеспечение процессов почвообразования | Обеспечение процессов гумусообразования и почвообразования | Разрушение природных почв, создание антропогенных почв                                   | Сохранение натуральных почв и создание антропогенных почв в рекреационных целях    | Разработка мероприятий по сохранению и восстановлению почв                                                         |
| Климат                      | Циркуляция атмосферного воздуха, экранирование теплового излучения от поверхности Земли (парниковый эффект) | Круговорот воды: испарение, поверхностный сток, грунтовые и артезианские воды, водоёмы | Рельеф как отражение устойчивости горных пород к процессам выветривания и денудации | Формирование определённых типов почв в соответствии с климатической зональностью | Поддержание необходимого баланса солнечной радиации   | Формирование растительных животных биогеоценозов           | Антропогенное влияние на климатические парники: эффект, нарушение гидрологического цикла | Нарушение целостности природных систем и чрезмерное потребление природных ресурсов | Изучение климата и согласование антропогенной деятельности с закономерностями его изменения в планетарном масштабе |

| 1                                      | 2                                                                                                    | 3                                                                                                                | 4                                                                                                                      | 5                                                                                                                         | 6                                                                                                          | 7                                                                                | 8                                                                                                                     | 9                                                                                                        | 10                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фотосинтез                             | Циркуляция, обеспечение процесса ФС улекислым газом, приём кислорода, озоновая защита растительности | Обеспечение водой развития растительной биомассы                                                                 | Обеспечение минеральными веществами растений, пространством для корневой системы и депонирования семян                 | Обеспечение питательными веществами                                                                                       | Солнечная энергетическая основа фотосинтеза                                                                | Производство растительной биомассы и кислорода, поглощение CO <sub>2</sub>       | Снижение эффективности ФС за счёт загрязнения ОС, замена лесов растительными агро-ценозами, пастбищами и т.п.         | Снижение эффективности ФС за счёт загрязнения ОС и изменения природных ландшафтов                        | Выработка правил функционирования антропогенных систем способствующей эффективному ФС               |
| Биоразнообразие                        | Поддержание устойчивости оптимальных параметров атмосферы для сохранения биоразнообразия             | Поддержание необходимого влажностного режима в процессе гидрологического цикла                                   | Исходных материал для почв, укрытие для животных, фундамент и источник необходимых для развития растительности веществ | Физическая и питательная основа для развития живого, дом и убежище, депонирование семян                                   | Энергетическое обеспечение развития живого и биотического круговорота веществ                              | Сохранение целостных функций биосферы на различных уровнях системной организации | Мероприятия по ограничению негативного антропогенного воздействия на биосферу                                         | Оптимизация рекреационных и экотуристических нагрузок на природные биосистемы                            | Научно-исследовательские программы по сохранению и восстановлению биоразнообразия                   |
| Регламентирующая деятельность человека | Сохранение благоприятных параметров для устойчивого развития человеческого общества                  | Восстановление и сохранение водных ресурсов, снижение водопотребления, эффективное использование водных ресурсов | Природоохранные мероприятия при поисках, разведке и отработке полезных ископаемых и строительстве объектов техники     | Сохранение и восстановление почв, их плодородия, исключение процессов опустынивания, засоления и др. негативных процессов | Повышение энергоэффективности любой антропогенной деятельности, развитие альтернативных источников энергии | Сохранение биоразнообразия, оптимизация и ограничение использования ресурсов     | Разработка технических регламентов с использованием НДТ, нормирования воздействия на ОС, экоконтроль, защита биосферы | Сохранение культурных, рекреационных и эстетических природных объектов (ООПТ, памятников природы и т.п.) | Выработка научных основ регламентации человеческой деятельности по отношению к окружающей его среде |

*Рис. 2.5. Матрица ролей отдельных компонентов в обеспечивающих функциях окружающей среды*

| Компонент<br>Функция | Атмосфера                                                                                                                            | Гидросфера                                                                                         | Литосфера                                                                                                              | Педосфера                                                                                | Эргосфера                                                                                                 | Биосфера                                                                                   | Техносфера                                                                                                              | Информационная сфера                                                                                                                    | Социосфера                                                                                                                          |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вещественная         | Обеспечение потребности в газах и прежде всего в кислороде и углекислом газе                                                         | Обеспечение потребности живого и человека в воде (технической, питьевой и санитарно-гигиенической) | Все виды полезных ископаемых (рудные, нерудные, горючие), фундамент всех материальных антропогенных объектов           | Обеспечение человека растительной пищей и основа для производства животной пищи          | Обеспечение процессов формирования вещественных объектов                                                  | Удовлетворение потребностей человека в растительных и животных ресурсах                    | Производство товаров для удовлетворения потребностей человеческого общества, создание новых веществ, селекция живого    | Разработка эффективных технологий для производства товаров, создание новых веществ и товаров, научные основы селекции, генная инженерия | Удовлетворение социальных вестественных запросов человечества                                                                       |
| Энергетическая       | Ветровые электростанции                                                                                                              | Гидроэлектростанции, приливные электростанции                                                      | Угледо-родное сырьё, ядерное сырьё, тепловые станции                                                                   | Обеспечение биопродуктивности растительных ресурсов, используемых в производстве энергии | Физполя как необходимое условие образования и аккумуляции энергии, прямое использование солнечной энергии | Производство и использование энергии для обеспечения разносторонних потребностей общества  | Производство и использование энергии для обеспечения производства и потребления энергии, поиск новых источников энергии | Повышение эффективности производства и потребления энергии, поиск новых источников энергии                                              | Обеспечение энергии для удовлетворения всех социальных запросов общества                                                            |
| Информационная       | Знания о закономерностях формирования циркуляции атмосферы для обеспечения потребностей человека и живого в газах и качестве воздуха | Знания о закономерностях размещения минеральных полезных ископаемых, их добыче и переработке       | Знания о закономерностях формирования циркуляции гидросферы для обеспечения потребностей человеческого общества в воде | Знания о закономерностях об-разования почв, повышению их продуктивности                  | Знания о роли физ. полей в развитии планеты Земля, биосферы, включая человека                             | Знания и закономерностях эволюции биосферы, биоразнообразия, увеличения био-продуктивности | Знания о закономерностях эволюции техно-сферы и выработка экономической модели на основе принципов развития             | Выработка принципов интеграция знания для реализации принципов устойчивого развития, формирование основ экологического знания           | Знания по управлению социальными запросами этносов на основе принципов устойчивого развития, формирование духовных запросов этносов |

| Компонент<br>Функция | Атмосфера                                                                                      | Гидросфера                                                                                           | Литосфера                                                                                            | Педосфера                                                                        | Эргосфера                                                                       | Биосфера                                                                                        | Техносфера                                                                                 | Информационная сфера                                                               | Социосфера                                                                        |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Экономическая        | Обеспечение самоочищения воздуха, газообмена в биосфере и педосфере, источник ветровой энергии | Обеспечение экономической деятельности пищевой и хозяйственной водой, самоочищение, источник энергии | Обеспечение полезными ископаемыми, строительными материалами, фундамент для всех объектов техносферы | Обеспечение потребностей человечества в сельхозугодиях, производстве биоресурсов | Обеспечение фото-синтеза, круговоротов веществ                                  | Обеспечение экономики биоресурсами                                                              | Производство всех видов продукции, необходимых для жизни и развития человеческого общества | Основа производства, совершенствования и создания новых технологических процессов  | Формирование разумных требований к удовлетворению социальных потребностей этносов |
| Социальная           | Обеспечение качественным воздухом. Защита биосферы от ультрафиолетового излучения              | Обеспечение качественной питьевой водой, рекреационная и санитарно-гигиеническая функции             | Обеспечение трудовой занятости в сфере поисков, разведки и добычи полезных ископаемых                | Обеспечение трудовой занятости в земледелии                                      | Рекреационная функция. Защита геоманит-ным полем от ультрафиолетового излучения | Обеспечение социальных потребностей человека в биоресурсах (эстетические, рекреационные и т.п.) | Защита компонентов ОС от негативного антропогенного воздействия                            | Обеспечение безопасных условий удовлетворения социальных потребностей человечества | Знания по обеспечению экологически безопасного развития человеческого общества    |

Роль каждого компонента окружающей среды кратко отражена в матрице на рис. 2.4. К примеру, атмосфера обеспечивает потребности человечества в разнообразных газах необходимых для жизнедеятельности (прежде всего кислород), используемых в технологических процессах, переносит и включает в вещественные круговороты выбросы загрязняющих веществ от антропогенной деятельности. Обеспечивает газообмен при фотосинтезе и почвообразовании.

**Энергетическая функция** сводится к обеспечению общества разнообразными энергетическими ресурсами. Роль отдельных компонентов в данной функции различна. Такие природные компоненты как атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера являются с одной стороны прямыми поставщиками энергии, с другой стороны необходимым условием для её создания и аккумуляции. Педосфера обеспечивает производство растительных ресурсов и тем самым аккумулирует солнечную энергию.

Антропогенные компоненты окружающей среды только используют производимую или накопленную природными компонентами энергию. Поэтому их основная задача сводится к эффективному использованию энергии и поиск новых её источников.

**Информационная функция** окружающей среды представляет собой закономерности эволюции планеты Земля и населяющего её живого вещества. Человек как абстрактно мыслящее существо способно понять указанные закономерности и использовать их для согласования своей деятельности с объективными процессами эволюции окружающего его мира. Совокупность всех форм и носителей знаний, накопленных человечеством, как по отдельным компонентам, так и об окружающей среде в целом образуют информационную сферу. Указанные знания используются человечеством, с одной стороны – для удовлетворения своих многообразных потребностей, а с другой стороны **должны** использоваться для согласования антропогенной деятельности с закономерностями эволюции окружающего нас среды для сохранения того



канала эволюции биосферы, где присутствует человек как её органичная составляющая. И на современном этапе эволюции человеческого общества это является основной задачей. Нам срочно необходимо приложить максимальные усилия по интеграции знаний об окружающей среде и выработать новую модель социально-экономического развития общества на принципах устойчивого развития. Сложность заключается в том, что гармонизация взаимоотношений с окружающей средой не может быть достигнута усилиями ограниченного круга экологов профессионалов. Проблема будет решена только в том случае, если экологические знания охватят подавляющее число землян, и только в этом случае это будет уже мировоззрение, которое будет определять образ поведения большинства людей по отношению к окружающей их среде.

**Экономическая функция** окружающей среды заключается в обеспечении вещественными, энергетическими и информационными ресурсами экономической деятельности человека (экономической системы), направленной на удовлетворение многогранных потребностей человеческого общества во всех видах товаров и услуг. В данном случае в полном объёме реализуется ресурсный подход к окружающей среде. Роль отдельных компонентов окружающей среды также кратко охарактеризована в матрице на рис. 2.4.

Важно отметить принципиальное отличие роли природных и антропогенных компонентов окружающей среды в данном виде функций. Природные компоненты окружающей среды обеспечивают ресурсные потребности человечества, а антропогенные их рациональное использование. Данное утверждение относится и к технологиям искусственно создаваемых вещественных и энергетических ресурсов, поскольку в их основе всегда лежит использование природных ресурсов.

**Социальная функция** окружающей человека среды сводится к удовлетворению социальных потребностей общества. Природные компоненты окружающей среды так же, как и в экономических функциях, обеспечивают, прежде всего, ресурсные запросы социосферы, в которые включаются каче-

ственный воздух, питьевая вода, сельхозугодия, рекреационные зоны и т.д., Сюда же входит обеспечение культурных и эстетических запросов этносов. Важно отметить, что они существенно разнятся для различных социальных групп, этносов и государств, поскольку в значительной мере определяют историю развития, культурой, религией, экономическим развитием, климатом, наличием тех или иных природных ресурсов и жизненным уровнем соответствующего объединения людей. При этом в процессе глобализации указанные различия постепенно нивелируются.

Антропогенные компоненты окружающей среды в данной группе с одной стороны выполняют защитные функции, которые направлены на обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности населения. С другой стороны создают искусственные объекты окружающей среды, служащие для удовлетворения социальных потребностей общества.

Перейдём к рассмотрению **регулирующих функций окружающей среды**. К ним, как отмечалось выше, относятся: глобальные круговороты, почвообразование, климат, фотосинтез, биологическое разнообразие и регламентирующая деятельность человека.

**Глобальные круговороты** достаточно детально охарактеризованы в разделе 3.1. С позиций антропоцентризма функции геологического круговорота, в виду его длительности, измеряемой миллионами лет (см. рис. 3.2.), представляются нам фоновыми. Однако в историческом плане их роль огромна, поскольку геологический круговорот обеспечил человечество всеми минеральными и углеводородными ресурсами. С позиций антропоцентризма более важными для нас являются круговорот воды и биологический круговорот, в которых принимают участие все без исключения компоненты окружающей среды. Роль отдельных компонентов отражена в матрице на рис. 2.5. В содержательном плане самым важным итогом круговоротов является возобновимость части природных ресурсов (вода, атмосфера) и воспроизводимость биоресурсов. При этом в ходе круговоротов

происходят процессы самоочищения природных ресурсов, которые зачастую не справляются с масштабным антропогенным загрязнением окружающей среды.

При этом важно иметь в виду, что движущей силой круговоротов является энергия, поступающая из окружающего космического пространства и из недр самой Земли (более подробно см. главу 3). Человек также использует энергию для обеспечения своих разнообразных потребностей, которая не безгранична. В связи с этим очень важно оценить источники этой энергии и её запасы.

Для характеристики энергетического баланса человечества воспользуемся работой, опубликованной в электронном журнале “Экологические системы” №9 за 2005 г.

Исходя из радиуса Земли ( $R = 6350$  км), из 4,2 млн. тонн фотонов, излучаемых Солнцем каждую секунду, на нее попадает только  $0,45 \cdot 10^{-9}$  часть, то есть половина миллиардной доли излучаемой энергии Солнца, а именно:

$$(4,2 \cdot 10^6 \text{ т}) \cdot (0,45 \cdot 10^{-9}) = 1,85 \cdot 10^{-3} \text{ т} = 1,85 \text{ кг}.$$

По формуле Эйнштейна  $E = mc^2$  в них заключена энергия:

$$E = (1,85 \cdot 10^3 \text{ г}) \cdot (3 \cdot 10^{10} \text{ см/с})^2 = 1,7 \cdot 10^{24} \text{ эрг} = 1,7 \cdot 10^{17} \text{ Дж},$$

Первичная мощность фотосинтеза составляет  $10^{14}$  Вт, или  $10^{11}$  тонн сухого органического вещества в год, - это все, на что может рассчитывать человек в своих долгосрочных планах и прогнозах. Указанная мощность не может быть существенно увеличена, поскольку для процесса фотосинтеза нужна пресная вода, а уже сейчас 60% ее мировых запасов вовлечено в круговорот органических веществ. Таким образом мощность солнечного излучения, падающего на Землю, равна  $1,7 \cdot 10^{17}$  Вт – почти в 20 тысяч раз больше, чем мощность всей энергетики мира ( $10^{13}$  Вт). Примерно половина этой мощности ( $0,8 \cdot 10^{17}$  Вт) достигает земной поверхности, площадь которой равна  $4\pi R^2 = 5 \cdot 10^{14} \text{ м}^2$ , то есть средняя интенсивность излучения Солнца на уровне Земли равна  $160 \text{ Вт/м}^2$ . Подавляющая часть этой мощности (99,9%) поглощается почвой, расходуется на испарение воды, на ветры, грозы и все то, что мы называем климатическими

явлениями. И только 0,1% лучистой энергии Солнца ( $10^{14}$  Вт) накапливается растениями в процессе фотосинтеза органических веществ из углекислого газа и воды. Именно этой долей энергии питается все живое на Земле: от бактерий до животных и человека, поскольку сущность жизни в своей первооснове – это обратный фотосинтезу процесс разложения органических веществ на углекислый газ и воду.

Из всей энергии фотосинтеза около 10%, или  $10^{13}$  Вт, приходится на пашни, луга и пастбища и примерно половину ее ( $5 \cdot 10^{12}$  Вт) потребляет на свои нужды человек. Эту мощность можно вычислить и по-другому, вспомнив, что для нормальной жизни человек должен каждые сутки усваивать с пищей около 3000 кКал, то есть примерно  $1,26 \cdot 10^7$  Дж энергии. В сутках  $8,6 \cdot 10^4$  с, поэтому средняя мощность жизненных процессов в организме человека равна:

$$(1,26 \cdot 10^7 \text{ Дж}) / (8,6 \cdot 10^4 \text{ с}) \approx 140 \text{ Вт}$$

На Земле сейчас живет 6 млрд. человек, и только для питания им всем необходима энергия:

$$140 \text{ Вт} \cdot (60 \cdot 10^8) = 0,8 \cdot 10^{12} \text{ Вт.}$$

С учетом эффективности использования продукции пашни (13%) эта энергия возрастает как раз до  $6 \cdot 10^{12}$  Вт, что составляет около 6 % от всей продукции фотосинтеза. Еще примерно столько же человек потребляет в виде древесины, т.е. всего  $10^{13}$  Вт, или 10% первичной продукции. С учетом того, что луга и пашни в три раза менее продуктивны, чем вырубленные на их месте леса, доля потребляемой человеком продукции фотосинтеза возрастает до 17%. Еще примерно столько ( $10^{13}$  Вт) человечество черпает из запасов ископаемого топлива, сжигая уголь, нефть и газ. Таким образом, человечество, общая биологическая масса которого не превышает  $2 \cdot 10^8$  тонн, что составляет  $5 \cdot 10^{-14}$  от массы Земли, потребляет в год около  $2 \cdot 10^{10}$  тонн органических веществ – в сто раз больше своего веса. Это означает, что человек, являясь лишь одним из многих миллионов биологических видов, в последнее столетие превратился в решающий фактор дальнейшей эволюции жизни на Земле. Или, говоря словами В.И.Вернадского, на

современном этапе эволюции биосферы человек превратился в ведущую геологическую силу.

В ходе биологического круговорота практически вся продукция фотосинтеза ( $10^{11}$  т/год сухого органического вещества) вновь разлагается живыми организмами на углекислоту и воду. Лишь ничтожная часть ( $10^{-4}$  или  $10^7$  тонн/год) остается ими неиспользованной и запасается впрок. Это означает, что за предыдущие 300 млн. лет – с тех пор, как на Земле появилась обильная растительность, – в ее недрах запасено примерно  $10^{15}$  т угля, нефти и газа. Доступные запасы много меньше и составляют:  $10^{13}$  т угля,  $3 \cdot 10^{12}$  т нефти и столько же газа, причем около 5% этих запасов на сегодня мы уже использовали. Только за один год нами используется  $30 \cdot 10^8$  т угля,  $40 \cdot 10^8$  т нефти и  $30 \cdot 10^8$  т газа, что составляет примерно 0,1% их разведанных запасов, 10% от годовой продукции растений и в тысячу раз быстрее, чем запасается впрок.

Наряду с этим население Земли каждый день увеличивает-ся на 200 тыс. человек, и в течение последних 300 лет каждые 35 лет число людей удваивается. Несложный подсчет показывает, что в ближайшие годы должны произойти качественные изменения в образе жизни людей: при любом подсчете ресурсов Земли она не может прокормить более 10–12 млрд. человек, т.е. всего вдвое больше, чем сейчас. По самым оптимистическим подсчётам в этом случае ископаемого органического топлива хватит еще на 300–500 лет – и не более.

К этому нужно добавить процессы деградации биосферы, вызванные антропогенным воздействием на окружающую среду, которые снижают биологическое многообразие и биологическую продуктивность. Это означает, что человечеству в ближайшие годы необходимо выработать принципиально новую модель хозяйствования, которая будет согласована с фундаментальными процессами эволюции окружающего нас мира. Принципы устойчивого развития несомненно являются шагами в нужном направлении, однако темпы продвижения по этому пути явно не соответствуют остроте проблемы и, как показывает анализ, постулаты, лежащие в основе устойчиво-

го развития, также требуют кардинального переосмысления. В противном случае, как бы бережно мы ни расходовали природные запасы, рано или поздно мы будем вынуждены возвратиться в доиндустриальную эпоху, сократив при этом численность населения на планете Земля в 10–20 раз.

**Почвообразование** представляет собой длительный по рамкам человека процесс формирования горных пород коры выветривания в почву под воздействием факторов почвообразования, к которым относятся: *материнская горная порода, климат, растительный и животный мир, рельеф, время и хозяйственная деятельность человека.*

В соответствии с ГОСТ 27593-88 почвы представляют собой самостоятельное естественноисторическое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности Земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твёрдых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия. Детальная характеристика генезиса и структуры почв дана в разделе 3.6.

С точки зрения регулирующих функций процесс почвообразования является необходимым звеном существования самой жизни в её сегодняшнем виде. Почва является фундаментом, на котором размещается растительность, в ней содержатся необходимые вещества для питания растений. Кроме того для микроорганизмов и значительной доли представителей животного мира она является жизненным пространством. В почвенном горизонте происходят процессы преобразования остатков органического вещества с образованием гумуса, в нём также происходит аккумуляция и трансформация энергии и вещества. Роль отдельных компонентов окружающей среды в регулирующих функциях приведена в матрице на рис. 2.5.

Необходимо подчеркнуть, что почвы являются продуктом взаимодействия всех природных компонентов окружающей среды, а динамика их эволюции, разнообразие видов и струк-

турные особенности определяется именно этим взаимодействием. Воздействие антропогенных компонентов окружающей среды на почвы и на процесс почвообразования носят в основном деструктивный характер, проявляющийся в механическом разрушении, снижении питательных веществ, нарушении влаго- и газообмена. В связи с этим перед нами стоит важная задача по разработке регламентирующих мероприятий, защищающих почвы от разрушения и загрязнения и способствующих процессу почвообразования.

**Климат** представляет собой многолетний режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения. Климатические пояса и типы климата существенно меняются по широте, начиная от экваториальной зоны и заканчивая полярной. Особенности климата определяются климатообразующими факторами, среди которых выделяются:

- географическая широта, которая определяет уровень солнечной радиации, а следовательно степень прогревания земной поверхности и воздуха;
- характер рельефа и особенности ландшафта, которые в значительной мере определяются особенностями строения литосферы;
- особенности циркуляции воздушных масс, которые определяют перенос тепла и влаги;
- влияние океанов и морей, определяющих в значительной степени влажностной и тепловой режим (с учётом глобальной циркуляции гидросферы и удалённости).

Перечисленные климатообразующие факторы в свою очередь обуславливаются глобальными процессами, происходящими в природных компонентах окружающей среды.

В последние годы многие учёные *антропогенную деятельность* относят к климатообразующим факторам, что вполне логично, учитывая превращения человека в ведущую геологическую силу на современном этапе его эволюции.

Регулирующие функции климата являются определяющими для биопродуктивности как природных биоценозов, так

и агроценозов, т.е. определяют обеспеченность человечества пищей.

Роль отдельных компонентов окружающей среды в формировании климата отражена в матрице на рис. 2.5. Природные компоненты окружающей среды являются активными участниками формирования климата, который и определяется особенностями их взаимодействия. Антропогенные компоненты окружающей среды, к сожалению, на сегодня являются источником возбуждения устоявшихся в ходе исторического развития Земли процессов климатообразования.

**Фотосинтез.** Фундаментальная роль фотосинтеза заключается в образовании органического вещества из углекислого газа и воды с помощью энергии света, сопровождающееся выделением кислорода. Детальная характеристика процесса фотосинтеза дана в разделе 3.5. Регулирующие функции фотосинтеза в планетарном аспекте сводятся к следующему:

- производство и накопление органической массы;
- обеспечение постоянства содержания кислорода и углекислого газа в атмосфере;
- предохранение поверхности Земли от парникового эффекта;
- образование защитного для живого озонового экрана в верхних слоях атмосферы.

Роль отдельных компонентов окружающей среды в фотосинтезе отражена в матрице на рис. 2.5. Природные компоненты окружающей среды являются необходимыми участниками процесса фотосинтеза, обеспечивая его вещественно, энергетически и информационно. Антропогенные компоненты и в данной регулирующей функции играют негативную роль, проявляющуюся в снижении эффективности фотосинтеза. Это связано с загрязнением окружающей среды, уничтожением лесных насаждений и их заменой агроценозами и искусственными растительными биоценозами, характеризующихся более низкой кислородопродуктивностью. В связи с этим перед информационной сферой стоит задача выработки стратегии функционирования антропогенных и природно-



антропогенных систем, способствующей повышению эффективности фотосинтеза.

**Биоразнообразие** является необходимым условием устойчивости биосферы. Понимание данного утверждения привело к разработке и принятию на уровне ООН в 1992 г. общепланетарной Конвенции о биологическом разнообразии. В указанной Конвенции под “биологическим разнообразием” понимается *“вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем”*.

Сокращение биоразнообразия занимает важнейшее место среди основных экологических проблем современности. Сегодня происходит интенсивное уничтожение природных биосистем и исчезновение видов живых организмов. В результате антропогенной деятельности природные биосистемы полностью изменены на пятой части суши. Под угрозой исчезновения находятся тысячи видов растений и животных – в Красную книгу Международного союза охраны природы (2000 г.) занесено более 9 тысяч видов животных и почти 7 тысяч видов растений. С 1600 года зарегистрировано исчезновение 484 видов животных и 654 видов растений. В действительности исчезло и находится под угрозой исчезновения в несколько раз больше видов.

Дальнейшее сокращение биоразнообразия может привести к дестабилизации биосферы и утрате её способности поддерживать важнейшие параметры состояния окружающей среды. В результате необратимого перехода биосферы в новое состояние она может оказаться непригодной для жизни человека. Сохранение разнообразия живых систем на Земле – необходимое условие выживания человека и устойчивого развития цивилизации.

Детальная характеристика биоразнообразия и его значения для биосферы и человека дана в разделе 3.7. Роль отдельных компонентов окружающей среды в поддержании биологического разнообразия приведена в матрице на рис. 2.5.

Природные компоненты окружающей среды выполняют роль необходимых составляющих функций в биотическом круговороте и адаптации биоценозов к изменяющимся условиям окружающей их среды, что способствует поддержанию биологического разнообразия. Антропогенные компоненты окружающей среды в виду незрелости экологического мировоззрения являются источником деградации как отдельных видов, так и биоценозов. В виду этого перед информационной сферой стоят задачи по разработке стратегии взаимоотношений с биосферой, обеспечивающей её биологическое многообразие.

**Регламентирующая деятельность человека** как регулирующая функция должна преобразоваться в тотальную систему регламентации любого вида деятельности человека по отношению к окружающей среде. Человечество обязано не только безусловно выполнять указанные регламентации, но и научиться прогнозировать возможные последствия для окружающей его среды создаваемых новых видов воздействия, особенно тех, с которыми живое не встречалось в процессе своей эволюции. Данные утверждения являются следствием того, что на современном этапе эволюции живого человечество превратилось в ведущую геологическую силу, оказывающую глобальное воздействие на все геологические процессы, происходящие на Земле.

В виду тотального характера регламентации человеческой деятельности её элементы в том или ином виде присутствуют при анализе всех регулирующих функций окружающей среды, что нашло отражение в матрице на рис. 2.5. Придание регламентирующей деятельности человека глобальной регламентирующей функции обусловлено планетарными масштабами антропогенного воздействия на окружающую среду. Роль отдельных компонентов в регламентирующих функциях также отражена в матрице на рис. 2.5.

Необходимо отметить, что регламентирующая деятельность человека в глобальном масштабе следует из основных принципов экологии как наука, обоснование которых даётся

в разделе 5.1. Прежде всего, это принципы развития системы за счёт окружающей среды, внутреннего динамического равновесия, физико-химического единства живого вещества, а также закона необходимости регламентации человека на окружающую среду. Последний является эмпирическим обобщением результатов антропогенного воздействия на окружающую среду за последние столетие истории человечества.

### **Глава 3. Фундаментальные процессы и явления эволюции окружающего человека мира**

Возникновение жизни является итогом длительной, с позиции человека, истории развития планеты Земля. Само существование жизни обеспечивается совокупностью взаимозависящих глобальных процессов, происходящих на планете и в солнечной системе, а в историческом аспекте и космогоническими процессами за её пределами. Нас с антропоцентричных позиций в первую очередь интересуют глобальные процессы, которые обеспечивают эволюцию биосферы в том канале, который сохраняет присутствие в ней человека. На современном этапе эволюции человеческого общества это становится архиважным в связи с геологическими масштабами антропогенного воздействия на окружающую среду, вызывающего процессы деградации и бифуркации в биосфере. В связи с этим со стороны человека возникает необходимость разработки тотальной системы регламентации его воздействий на окружающую среду. Без знаний основных процессов и явлений, обеспечивающих эволюцию живого в нужном нам канале невозможно разработать эффективную модель управления антропогенной деятельностью. К таковым факторам, по моему мнению, прежде всего, относятся:

- Глобальные круговороты (геологический, гидрологический и биотический);
- Физические поля;
- Глобальная циркуляция атмосферы и гидросферы;
- Фотосинтез;
- Почвообразование;
- Биологическое многообразие.

Представляется, что знания о перечисленных процессах и явлениях должны входить в качестве базовых не только для специалистов в области охраны окружающей среды, а всех землян. Дадим краткую характеристику перечисленных процессов.

### ***3.1. Глобальные круговороты в природе***

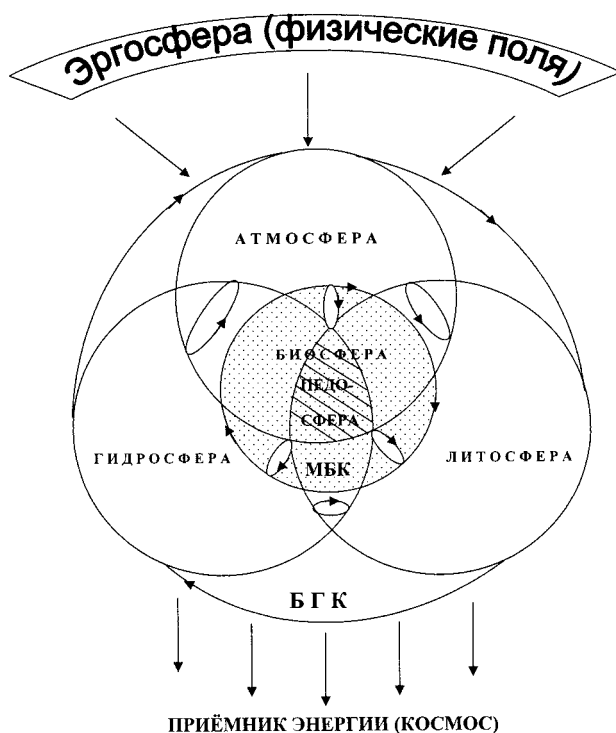
Круговороты веществ на Земле представляют собой повторяющиеся процессы превращения и перемещения вещества в природе, имеющие более или менее выраженный циклический характер. При этом указанные процессы имеют также определённое поступательное движение, поскольку при так называемых циклических превращениях в природе не происходит полного повторения циклов, всегда имеются те или иные изменения в количестве и составе образующихся веществ. Возможно, правильнее говорить о ритмическом характере круговоротов, поскольку параметры состояния анализируемых систем отличаются в начале и в конце цикла. Это полностью соответствует известному изречению Гераклита: “В одну и ту же реку нельзя войти дважды”.

Общая схема круговоротов в природе приведена на рис. 3.1. Взаимоотношение компонентов окружающей среды в процессе круговоротов изображены в виде кругов Эйлера. Области перекрытия кругов отражают парные взаимодействия (локальные круговороты) компонентов окружающей среды или их отдельных совокупностей. При этом биосфера и педосфера расположены в области перекрытия всех компонентов окружающей среды, являясь, таким образом, результатом их взаимодействия, включая, конечно, и физические поля, которые в виде фона выполняют функцию необходимого условия самого существования круговоротов.

Продолжительность различных циклов колеблется от нескольких дней до десятков миллионов лет. Наиболее продолжительным по времени является геологический круговорот, совершаемый за десятки миллионов лет, на фоне которого развиваются другие частные круговороты.

Движущейся силой круговоротов является энергия, поступающая из окружающего космического пространства, а также из недр самой Земли. Роль энергии в биотическом круговороте, которую, по моему мнению, можно распространить и на другие виды круговоротов, Печуркин Н.С. характеризует следующим

образом: “Количественные экологические исследования, особенно синэкологического направления, позволяют поставить экосистему, а точнее, круговорот веществ в ней в центр картины развития живой природы. И здесь, может быть даже несколько неожиданно, но совершенно очевидно, проявляется источник движения и развития жизни. Не таинственное стремление к самосовершенствованию, не самоорганизация биологических структур, “не могущих жить без метаболизма”, а постоянная накачка потоком свободной энергии и вынужденность вращения вещества под воздействием этого возмущения” (выделено мною – А.Ш) (95, с. 4).



**Рис. 3.1. Обобщённая схема круговоротов в природе.**  
**Условные обозначения: БГК – большой геологический круговорот; МБК – малый биологический круговорот;**

○ – локальные круговороты.

*Примечание: Частично перекрывающиеся площади кругов отражают локальные круговороты*

Энергия, поступающая из космоса и из недр Земли, расходуется на работу по совершению круговоротов и в рассеянном состоянии возвращается в окружающее космическое пространство, что схематично отражено на рис. 3.1. Важно отметить, что в процесс круговорота вовлечены все компоненты окружающей среды, каждое мгновение времени, обмениваясь между собой веществом, энергией и информацией, создавая локальные круговороты (на рис. 3.1 отражено в виде овалов со стрелками).

Более того такие компоненты окружающей среды, как педосфера и биосфера, являются продуктом взаимодействия всех компонентов окружающей среды, что отражается на схеме 3.1. в виде частично перекрещивающихся площадей кругов.

Природные круговороты разворачиваются на фоне физических полей и прежде всего магнитного поля и всепроникающего влияния гравитационного поля, в основном за счёт энергии, поступающей на Землю в виде солнечной радиации. Дадим краткую характеристику основных круговоротов, преобразующих лик Земли в ходе её эволюции.

### ***3.1.1. Геологический круговорот***

Прежде всего, обратимся к геологическому круговороту веществ, который является наиболее продолжительным по времени и поэтому часто называется большим, и включает в себя весь комплекс геологических, геохимических, гидрологических и атмосферных процессов. Географическая оболочка Земли находится в непрерывном движении, которое сопровождается перемещением вещества земной коры. Водная и ветровая эрозия, выпадение и испарение осадков, перенос потоков веществ в атмосфере, с речным и подземным стоком, образование морских отложений, извержение вулканов, деформации земной коры, сопровождающиеся подъемом и обнажением осадочных пород, все это элементы большого круговорота в геологических масштабах времени, которое измеряется миллионами лет.

Рис. 3.2. Геохронологическая таблица (<http://shkola-rf.narod.ru/gallery.htm>).

| ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА                                                |                                          |                               |                                                                                                                                                                                    |                                              |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| ЭРЫ, ИХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ В МЛН. ЛЕТ                                      | ПЕРИОДЫ, ИХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ В МЛН. ЛЕТ | ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ | ГЛАВНЕЙШИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ, ОБЛИК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ                                                                                                                         | ХАРАКТЕРНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ              |
| КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА (KZ) ОКОЛО 70 МЛН. ЛЕТ                                   | АНТРОПОГЕНОВЫЙ (Q) 2 МЛН. ЛЕТ            |                               | Общие поднятия территории, неосократные опеданения; появление человека                                                                                                             | торф, золото, алмазы, др. металлы            |
|                                                                           | НЕОГЕНОВЫЙ (N) 25 МЛН. ЛЕТ               |                               | Возникновение молодых гор в областях кайнозойской складчатости; возмощение гор в областях всех древних складчатостей; господство цветковых растений                                | бурый уголь, нефть, антрацит                 |
|                                                                           | ПАЛЕОГЕНОВЫЙ (P) 41 МЛН. ЛЕТ             |                               | Разрушение мезозойских гор; широкое распространение цветковых растений; развитие птиц и млекопитающих                                                                              | бурый уголь, фосфориты, бокситы              |
| МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА (MZ) 165 МЛН. ЛЕТ                                         | МЕЛОВЫЙ (C) 66 МЛН. ЛЕТ                  |                               | Возникновение молодых гор в областях мезозойской складчатости; вымирание гигантских рептилий; развитие птиц и млекопитающих                                                        | нефть, уголь, фосфориты, мел, горючие сланцы |
|                                                                           | ЮРСКИЙ (J) 53 МЛН. ЛЕТ                   |                               | Образование современных океанов, морей, влажный климат; расцвет рептилий; господство голосеманных растений; появление примитивных птиц                                             | каменные угли, нефть, фосфориты              |
|                                                                           | ТРИАСОВЫЙ (T) 30 МЛН. ЛЕТ                |                               | Наибольшие за всю историю Земли отступление океанов и поднятие материков; разрушение мезозойских гор; обширные лущины; появление первых млекопитающих                              | каменная соль                                |
| ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА (PZ) 330 МЛН. ЛЕТ                                        | ПЕРМСКИЙ (P) 45 МЛН. ЛЕТ                 |                               | Возникновение молодых гор в областях герцинской складчатости; сухой климат; возникновение первых голосеманных растений                                                             | гипс, каменная и калийная соль               |
|                                                                           | КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ (C) 65 МЛН. ЛЕТ          |                               | Широкое распространение заболоченных низменностей; жаркий, влажный климат; развитие лесов на древнейших платформенных, платформенных и платформенных равнинах; расцвет земноводных | обливи угля и нефти                          |
|                                                                           | ДЕВОНСКИЙ (D) 55 МЛН. ЛЕТ                |                               | Уменьшение площади морей; жаркий климат; появление первых пустынь; появление первых земноводных; многочисленные рыбы                                                               | соль, нефть                                  |
|                                                                           | СИЛУРИЙСКИЙ (S) 35 МЛН. ЛЕТ              |                               | Возникновение молодых гор в областях каледонской складчатости; появление первых наземных растений                                                                                  |                                              |
|                                                                           | ОРДОВИКСКИЙ (O) 65 МЛН. ЛЕТ              |                               | Уменьшение площади морских бассейнов; появление первых наземных беспозвоночных животных                                                                                            |                                              |
| ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА (PR) 2000 МЛН. ЛЕТ<br>АРХЕЙСКАЯ ЭРА (AR) 1000 МЛН. ЛЕТ | КЕМБРИЙСКИЙ (K) 30 МЛН. ЛЕТ              |                               | Возникновение молодых гор в областях байкальской складчатости; жаркий климат; расцвет морских беспозвоночных животных                                                              | каменная соль, гипс, фосфориты               |
|                                                                           |                                          |                               | Начало байкальской складчатости; мощный вулканизм; время бактерий и водорослей                                                                                                     | железные руды, слюда, графит                 |
|                                                                           |                                          |                               | Давнийшая складчатость; наземная вулканическая деятельность; время примитивных одноклеточных бактерий                                                                              | железные руды                                |



Ход геологического времени, главнейшие геологические события и основные этапы развития биосферы представлены ниже в геохронологической таблице.

Около 5 млрд. лет назад произошла дифференциация вещества Земли, разделение его на ряд концентрических оболочек, или геосфер: атмосферу, гидросферу, литосферу и другие оболочки, отличающиеся друг от друга характерным химическим составом, физическими и термодинамическими свойствами. Между всеми геосферами и внутри каждой из них продолжался обмен веществом и энергией. Вначале наиболее существенную роль играл вынос вещества из недр Земли на поверхность в результате процессов плавления легкоплавкого вещества Земли и дегазации. Насколько можно судить на основании сохранившихся геологических свидетельств, эта стадия обмена была достаточно обширной ещё в архейскую эру. В то время имели место интенсивные колебательные движения в земной коре, обширные горообразовательные процессы, создавшие повсеместно складчатость, а также энергичная вулканическая деятельность, результатом которой явилось излияние огромных масс базальтов. Широко были развиты интрузии и процессы гранитизации. Все эти процессы осуществлялись в более грандиозных масштабах, чем в последующие геологические периоды. В архейскую эру на поверхность Земли выносились вещества в больших количествах и, возможно, из более глубоких областей планеты.

В ходе эволюции обмен веществом между глубокими областями и поверхностью Земли сократился. В конце докембрия обособились более спокойные области земной коры – платформы и области интенсивной тектонической и магматической деятельности – геосинклинали. С течением времени платформы росли, а геосинклинальные области сужались, вдоль которых активно проявлялась тектоническая деятельность, образовывались магматические породы в виде интрузий и эффузивных горных пород. Указанные процессы сопровождались воздыманием и опусканием отдельных участков литосферы. В результате этого на месте морей появлялась суша, а

огромные участки суши опускались ниже уровня моря и уходили под воду.

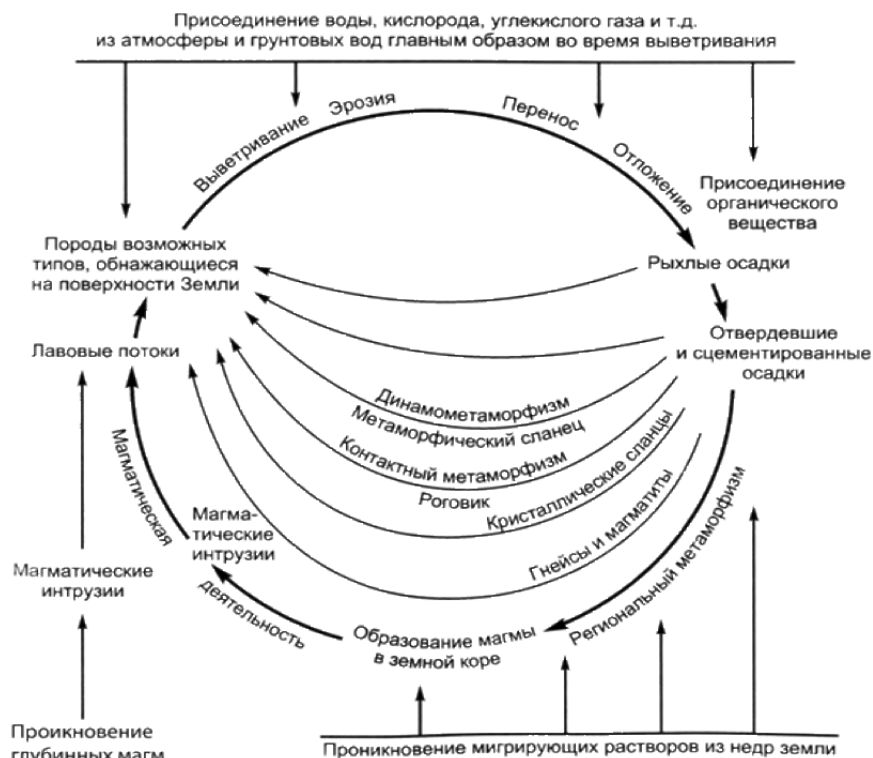
В современный период обмен веществом между геосферами по вертикальному направлению достаточно определенно может наблюдаться в пределах 10–20 км от поверхности Земли и местами – в 50–60 км. Не исключено поступление вещества и из более глубоких зон Земли, однако этот процесс в настоящее время уже не играет существенной роли в общем круговороте на Земле.

В добиоогенный период истории планеты протекание таких процессов обуславливалось действием чисто физических и химических факторов. Однако приблизительно 3 млрд. лет назад в связи с возникновением жизни на Земле круговорот веществ в природе стал направляться совместным действием геологических и биологических факторов и в процесс геологического круговорота включились педосфера и биосфера, а в четвертичный период к ним добавилась и техносфера, плод творения человека. Возникновение техносферы привело с одной стороны к существенному ускорению практически всех составляющих геологического круговорота, с другой стороны вовлечению в круговорот веществ, ранее не встречавшихся в процессе эволюции биосферы.

Схематически геологический круговорот изображён на рисунке 3.3. Полный цикл геологического круговорота включает в себя: разрушение горных пород (выветривание) – перенос – отложение – литогенез – метаморфизм. Вновь образовавшиеся кристаллические горные породы за счёт тектонических движений частично воздымаются на земную поверхность, где вновь подвергаются процессам выветривания. Другая часть опускается в нижние слои литосферы и переплавляется, а затем в виде интрузий и эффузивных горных пород также достигает земной поверхности и разрушается под влиянием процессов выветривания.

Однако не весь разрушенный материал горных пород проходит полный цикл. В зависимости от ландшафтных и кли-

матических условий, масштабов тектонических подвижек на любой стадии вышеописанной последовательности возможно вовлечение осадков в повторные процессы выветривания (см. рис. 3.3.).



**Рис. 3.3. Схема геологического круговорота вещества**  
(Круговорот вещества в природе ... М.: изд-во МГУ. 1980).

На земной поверхности под влиянием потока солнечной энергии происходит выветривание горных пород, их разрушение. В результате такой эрозии в течение года ветрами, реками, ледниками уносится до  $10^{10}$  т. твердого и растворённого вещества.

Для иллюстрации масштабности геологического круговорота в геологическом времени проведём несложные расчёты. Площадь поверхности Земли, если принять её форму в виде шара составит,

исходя из формулы  $S = 4 \pi R^2$  (где  $R$  – радиус Земли, равный 6 400 км) – 514 млн км<sup>2</sup>. Тогда масса годового сноса вещества, приходящегося на единицу земной поверхности, составит 195 т/км<sup>2</sup> или 0.195 кг/м<sup>2</sup>. За один миллион лет масса перемещенного вещества составит 195 т/м<sup>2</sup>. Примем условно удельный вес осадка, формирующегося из перенесённого вещества около 2.5 г/см<sup>3</sup> (удельный вес магматических пород составляет от 2.4 до 3.35 г/см<sup>3</sup>). В этом случае мощность осадочных пород составит около 80 метров на всей земной поверхности. Если учесть, что осадочные породы формируются лишь в пониженных частях рельефа и на дне морей и океанов, то мощность отложений за миллион лет геологической истории может составлять сотни метров и даже километры, что и находит подтверждение при описании геологических разрезов горных пород. В частности по расчётам А.П. Лисицына (1984), 92-93% массы рыхлых продуктов, поступающих с суши в океан, осаждаются на подводной окраине материков.

При этом важно отметить, что в ходе процессов осадконакопления происходит геохимическая аккумуляция солнечной энергии, в соответствии с которой превращение гипергенных минералов в гипогенные сопровождается выделением тепла, метаморфизмом осадочных пород, магматизмом и горообразованием.

Сергин С.Я. отмечает, что осадочные отложения обладают тремя геохимическими источниками энергии, в том числе и возникающими в биосфере за счёт энергии солнечной радиации (107).

1. Рассеянное органическое вещество, которое в условиях нагрева отложений вступает в экзотермические окислительно-восстановительные реакции с некоторыми кислородсодержащими минералами, что ведёт к усилению нагрева.
2. Гипергенные минералы, которые при повышенных температурах и давлениях, в ходе реакций разложения, замещения и синтеза, экзотермически превращаются в гипогенные минералы (главным образом полевые шпаты и слюды), свойственные кристаллическим сланцам и

гранитоидам. Как следствие, выделяется тепло и образуются флюиды.

3. Радиоактивные элементы, которые накапливаются в отложениях в многократно повышенных концентрациях по сравнению с исходными горными породами, подвергшихся процессам выветривания. Известно, что обогащение радионуклидами осадков, особенно глин, происходит за счёт биогеохимических процессов. Тем самым обеспечивается повышенное радиогенное тепловыделение формирующихся осадочных горных пород.

Время одного цикла геологического круговорота составляет десятки миллионов лет. За это время на месте материков образуются моря и наоборот на месте морей возникает суша.

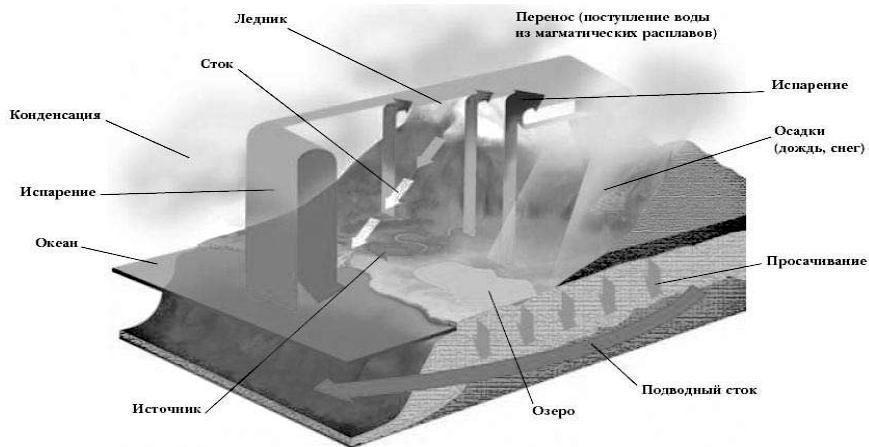
### ***3.1.2 Гидрологический цикл***

Круговорот воды в природе представляет собой непрерывный замкнутый процесс циркуляции воды, происходящий под влиянием солнечной радиации и сил тяжести, является частью круговорота веществ на Земле, охватывающий все компоненты окружающей среды. Это самый значительный по переносимым массам и по затратам энергии круговорот на Земле.

Гидрологический цикл включает в себя:

- 1) испарение воды с поверхности суши, рек, озёр, водохранилищ, морей, океанов; 2) перенос водяного пара воздушными потоками;
- 3) конденсацию пара и выпадение атмосферных осадков;
- 4) инфильтрация выпавшей воды в почвенный покров и верхние слои литосферы; 5) пространственное перемещение в виде поверхностного и подземного стока;
- 6) течения в морях и водоёмах суши.

Круговорот воды схематично приведён на рис. 3.4. он связывает воедино все части гидросферы.



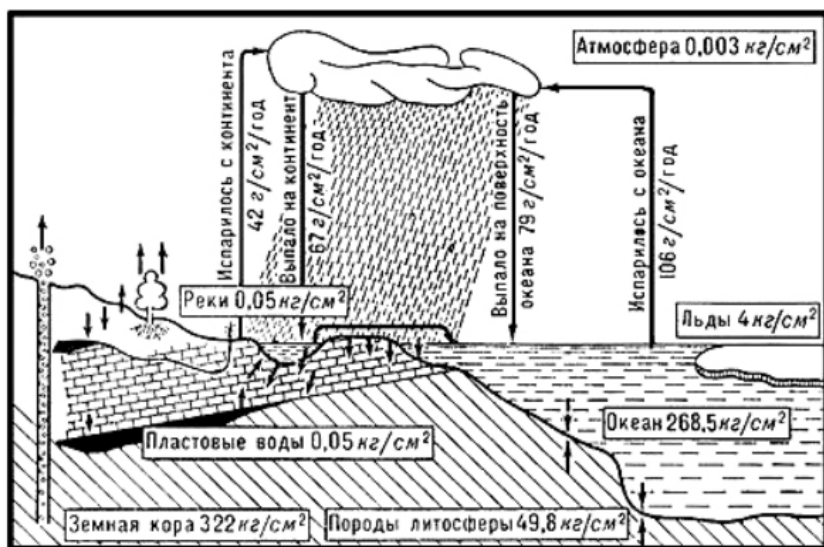
**Рис. 3.4. Круговорот воды в природе (География. Современная иллюстрированная энциклопедия. – М.: Росмэн. Под редакцией проф. А. П. Горкина. 2006)**

Каждую секунду в в гидрологический цикл вовлекается 16,5 млн м<sup>3</sup> воды и тратится на это более 40 млрд МВт солнечной энергии (Т. А. Акимова, В.В. Хаскин, 1994). Но данный круговорот – это не только перенос водных масс. Это фазовые превращения, образование растворов и взвесей, выпадение осадков, кристаллизация, процессы фотосинтеза, а также разнообразные химические реакции. В жидком, твердом и парообразном состояниях вода присутствует во всех природных компонентах окружающей среды: биосфере, атмосфере, литосфере и педосфере. Как уже отмечалось в 2 главе данной монографии, все воды нашей планеты объединяются общим понятием “гидросфера”. Составные части гидросферы связаны постоянным обменом и взаимодействием как между собой, так и с другими компонентами окружающей среды.

Вода, непрерывно переходя из одного состояния в другое, совершает малый и большой круговороты. Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образует малый круговорот. Когда водяной пар переносится воздушными те-

чениями на сушу, круговорот становится значительно сложнее. При этом часть осадков испаряется и поступает обратно в атмосферу, другая – питает реки и водоемы, но в итоге вновь возвращается в океан речным и подземным стоками, завершая тем самым большой круговорот воды.

Над океанами выпадает 7/9 общего количества осадков, а над континентами 2/9. Замкнутая, бессточная часть суши в 3,5 раза беднее осадками, чем периферийная часть суши. Вода, выпавшая на сушу, в процессе фильтрации через почву обогащается минеральными и органическими веществами, образуя подземные воды. Вместе с поверхностными стоками она поступает в реки, а затем в океаны. Поступление воды в Мировой океан (осадки, приток речных вод) и испарение с его поверхности составляет 1260 мм в год. Баланс воды в гидрологическом цикле представлен на рис. 3.5.



**Рис. 3.5. Баланс круговорота воды.**

(Содержание воды дано в кг/см² в год на поверхности Земли. Испарение и выпадение осадков дано в г/см² в год на поверхность океана или континента соответственно)  
(по <http://enc.lib.rus.ec/bce/008/044/966.htm>).

Данные по круговороту воды на земном шаре позволяют вычислить время полного обновления в различных частях гидросферы. Результаты указанных оценок характеризуются определённым разбросом по данным различных авторов (1,95, [http://ru.wikipedia.org/wiki/Круговорот\\_воды\\_в\\_природе](http://ru.wikipedia.org/wiki/Круговорот_воды_в_природе) и др.), поэтому в таблице 3.1 они представлены в виде временных интервалов.

**Таблица 3.1.**  
**Время полного обновления воды в различных**  
**элементах гидросферы**

| Элемент гидросферы      | Среднее время обновления |
|-------------------------|--------------------------|
| Облака в атмосфере      | 8 – 10 дней              |
| Реки                    | От 0.5 до 6 месяцев      |
| Озёра                   | От 50 до 100 лет         |
| Грунтовые воды          | От 100 до 200 лет        |
| Почвенные воды          | От 1 до 12 месяцев       |
| Сезонный снежный покров | От 2 до 6 месяцев        |
| Горные ледники          | 1 600 – 1 900 лет        |
| Полярные ледники        | 9 700 – 10 000 лет       |
| Океаны                  | 2 700 – 3 000 лет        |

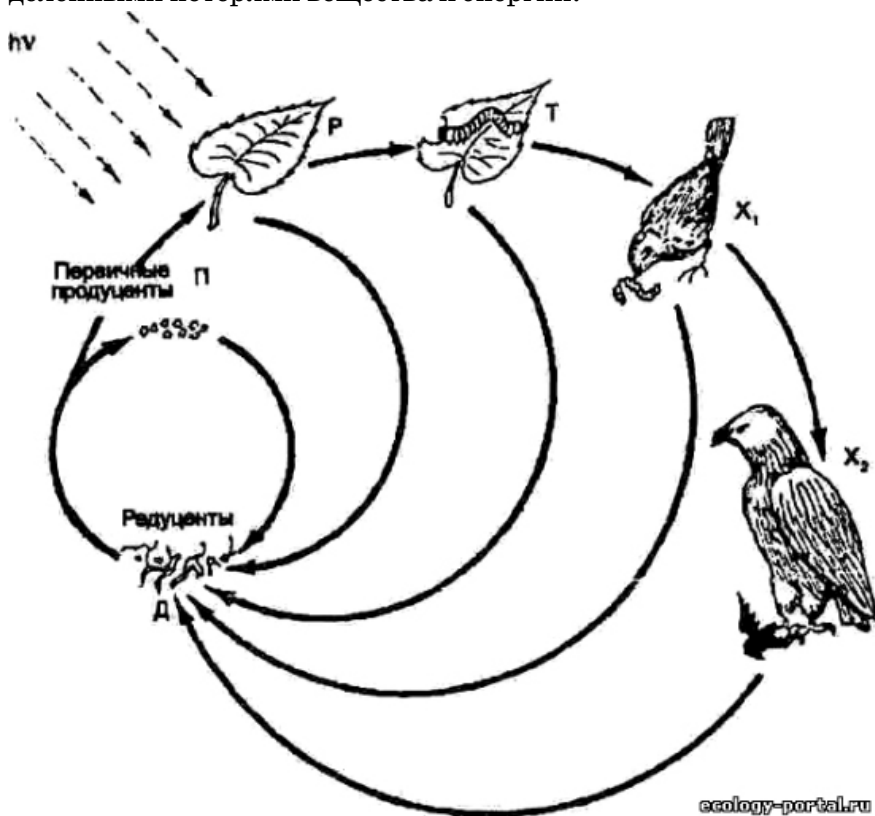
### **3.1.3. Биотический круговорот.**

Круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии и энергии химических реакций называется биогеохимическим циклом. В такие циклы вовлечены практически все химические элементы и прежде всего те, которые участвуют в построении живой клетки. Из 90 с лишним элементов, встречающихся в природе, около 40 нужны живым организмам.

Наиболее важные для них и требующиеся в больших количествах являются углерод, водород, кислород, азот. Биологический



круговорот веществ, развивающийся на основе большого геологического круговорота, состоит в непрерывном, циклическом, но неравномерном во времени и пространстве взаимодействии с ним. При этом происходит закономерное перераспределения вещества, энергии и информации в пределах биологических систем различного уровня организации, сопровождающееся определёнными потерями вещества и энергии.



**Рис. 3.6. Структурные циклы биотического круговорота (по Т. А. Акимовой, В. В. Хаскину, 1994)**

Пояснения: внутреннее малое кольцо – первичный биотический круговорот с участием примитивных продуцентов (П) и редуцентов-деструкторов (Д); Р – растения; Т – первичные консументы (растительноядные животные);  $X_1$  и  $X_2$  – вторичные и третичные консументы (хищники). Все циклы замыкаются редуцентами.

Схематически биотический круговорот представлен на рис. 3.6. По Т.А.Акимовой, В.В.Хаскину (1994) первичный биотический круговорот состоял из примитивных одноклеточных продуцентов (П) и редуцентов-деструкторов (Д). Микроорганизмы способны быстро размножаться и приспосабливаться к разным условиям, например, использовать в своем питании всевозможные субстраты – источники углерода. Высшие организмы такими способностями не обладают. В целостных биосистемах они могут существовать в виде надстройки на фундаменте микроорганизмов.

Вначале развиваются многоклеточные растения (Р) – высшие продуценты. Вместе с одноклеточными они создают в процессе фотосинтеза органическое вещество, используя энергию солнечного излучения. В дальнейшем подключаются первичные консументы – растительноядные животные (Т), а затем и плотоядные консументы. Таким образом протекает биотический круговорот на суше. Это в полной мере относится и к биотическому круговороту водных биосистем, например океана.

Все организмы занимают определенное место в биотическом круговороте и выполняют свои функции по трансформации достигающих их ветвей потока энергии и по передаче биомассы. Всех объединяет, обезличивает их вещества и замыкает общий круг система одноклеточных редуцентов (деструкторов). В абиотическую среду биосферы они возвращают все элементы, необходимые для новых и новых оборотов.

Ключевым процессом в биотическом круговороте является фотосинтез, его детальная характеристика будет дана ниже в разделе 3.2., в связи с фундаментальным его значением в самом существовании биосферы. Здесь же отметим, что фотосинтез относится к мощному естественному процессу, вовлекающему ежегодно в круговорот огромные массы вещества биосферы и определяющему ее высокий кислородный потенциал. Он выступает регулятором основных геохимических процессов в биосфере и фактором, определяющим наличие свободной энергии верхних оболочек земного шара.

Процессы фотосинтеза органического вещества из неорганических компонентов продолжается миллионы лет, и за такое время химические элементы должны были перейти из одной формы в другую. Однако этого не происходит благодаря их круговороту в биосфере. Ежегодно фотосинтезирующие организмы усваивают около 350 млрд т углекислого газа, выделяют в атмосферу около 250 млрд т кислорода и расщепляют 140 млрд т воды, образуя более 230 млрд т органического вещества (в пересчёте на сухой вес). Громадные количества воды проходят через растения и водоросли в процессе обеспечения транспортной функции и испарения. Это приводит к тому, что вода поверхностного слоя океана фильтруется планктоном за 40 дней, а вся остальная вода океана – приблизительно за год. Весь углекислый газ атмосферы обновляется за несколько сотен лет, а кислород за несколько тысяч лет. Ежегодно фотосинтезом в круговорот включается 6 млрд т азота, 210 млрд т фосфора и большое количество других элементов (калий, натрий, кальций, магний, сера, железо и др.). Существование этих круговоротов придаёт биосфере определённую устойчивость.

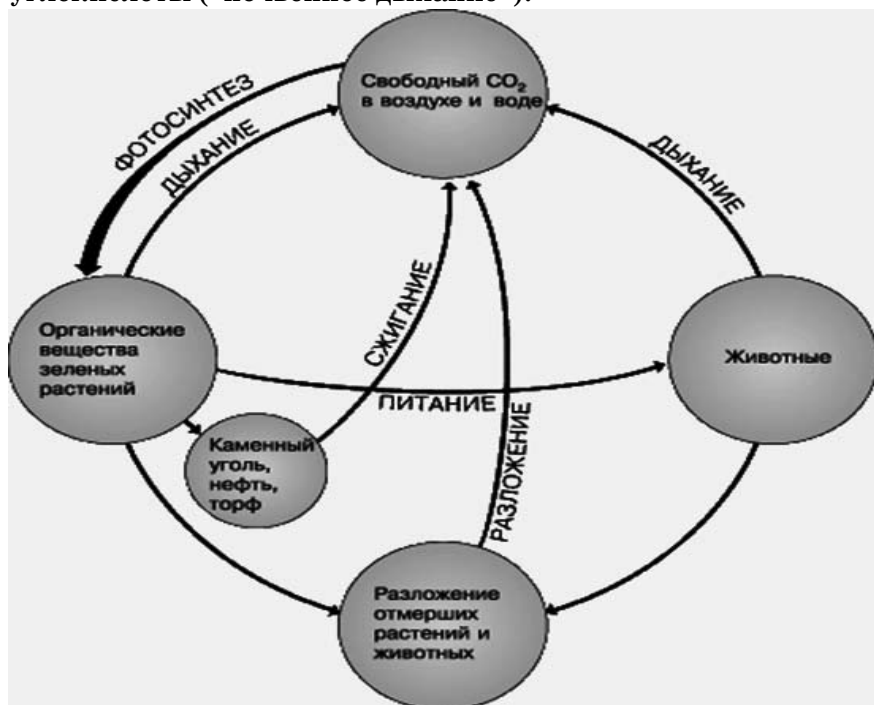
Дадим краткую характеристику биогеохимического круговорота основных химических элементов.

### **Круговорот углерода.**

Из всех биогеохимических циклов круговорот углерода, несомненно, самый интенсивный. Углекислота, или  $\text{CO}_2$ , находящаяся в атмосфере ( $23,5 \cdot 10^{11}$  т) или в растворенном состоянии в воде, служит сырьем для фотосинтеза растений и переработки углерода в органическое вещество (более подробно см. раздел 3.5). Эти вещества служат углеводным питанием животным и наземным растениям, т.е. поступают в распоряжение консументов разных уровней, а далее – редуцентов.

При дыхании организмов  $\text{CO}_2$  возвращается в атмосферу. Определенная часть углерода накапливается в виде мертвой органики и переходит в ископаемое состояние. Когда насту-

пает смерть, то сапрофаги и биоредуценты двух типов разлагают и минерализуют трупы, образуя цепи питания, в конце которых углерод нередко поступает в круговорот в форме углекислоты (“почвенное дыхание”).



*Рис. 3.7. Схема круговорота углерода (по Энциклопедии Колъера. – Открытое общество. 2000).*

Животные-сапрофаги и сапрофатические микроорганизмы, обитающие в почве, превращают накопившиеся в ней остатки в новое образование органической материи, более или менее мощный слой коричневой или черной массы – гумус.

Иногда из-за недостатка воздуха или высокой кислотности цепь бывает неполной или короткой, т.е. органические остатки накапливаются в виде торфа, образуя торфяные болота. В некоторых болотах слой торфа достигает мощности 20 м и более. Здесь и приостанавливается природный (биологический) круговорот. А органические соединения углерода превраща-

ются в процессе метаморфизма осадков в горючие полезные ископаемые: каменный уголь, нефть и природный газ.

Затем солнечную энергию, аккумулированную в ископаемом топливе, человек высвобождает при сжигании топлива, при этом  $\text{CO}_2$  опять поступает в атмосферу.

Основная масса углерода биосферы аккумулирована в карбонатных отложениях дна океана (известняки и кораллы):  $1,3 \cdot 10^{16}$  т, кристаллических породах –  $1,0 \cdot 10^{16}$  т. В каменном угле и нефти –  $3,4 \cdot 10^{15}$  т. Именно этот углерод принимает участие в медленном геологическом круговороте.

Необходимо отметить, что жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы поддерживаются количеством углерода, содержащегося в растительных ( $5 \cdot 10^{11}$  т) и животных ( $5 \cdot 10^9$  т) тканях. В целом без антропогенного вмешательства содержание углерода в биогеохимических резервуарах: биосфере (биомасса + почва и детрит), осадочных породах, атмосфере и гидросфере, – сохраняется с высокой степенью постоянства. По Т.А. Акимовой, В.В. Хаскину (1), постоянный обмен углеродом, с одной стороны, между биосферой, а с другой – между атмосферой и гидросферой, обусловлен газовой функцией живого вещества – процессами фотосинтеза, дыхания и деструкции, и составляет около  $6 \cdot 10^{10}$  т/год. Существует поступление углерода в атмосферу и гидросферу и при вулканической деятельности в среднем  $4,5 \cdot 10^6$  т/год. Общая масса углерода в ископаемом топливе (нефть, газ, уголь и др.) оценивается в  $3,2 \cdot 10^{15}$  т, что соответствует средней скорости накопления 7 млн т/год. Данное количество по сравнению с массой циркулирующего углерода незначительное и как бы выпадало из круговорота, терялось в нем. Отсюда степень разомкнутости круговорота составляет  $10^{-4}$ , или 0,01%, а соответственно степень замкнутости – 99,99%. Это означает, с одной стороны, что каждый атом углерода принимал участие в цикле десятки тысяч раз, прежде чем выпал из круговорота, оказался в недрах. А с другой стороны – потоки синтеза и распада органических веществ в биосфере с очень высокой точностью поdogнаны друг к другу. В. Г. Горшковым на основе указанных

расчетов делается важное заключение о том, что потоки синтеза и разложение органических веществ совпадают с точностью  $10^{-4}$  и скоррелированы с точностью  $10^{-4}$ . Это доказывает наличие биологической регуляции окружающей среды, ибо случайная связь величин с такой точностью в течение миллионов лет невероятна (20).

В постоянном круговороте находится 0,2% мобильного запаса углерода. Углерод биомассы обновляется за 12, атмосферы – за восемь лет. Огромный контраст между краткостью данных периодов, постоянством и возрастом биосферы подтверждает высочайшую сбалансированность круговорота углерода.

Однако в настоящее время человек интенсивно замыкает на себя круговорот веществ, в том числе и углерода. Так, например, подсчитано, что суммарная биомасса всех домашних животных уже превышает биомассу всех диких наземных животных. Площади культурных растений приближаются к площади естественных биогеоценозов, и многие культурные растения экосистемы по своей продуктивности значительно превосходят природные.

С другой стороны, поступление диоксида углерода в атмосферу в результате сжигания энергоносителей ведет к глобальным нарушениям в биосфере – нарушению теплового баланса. За последнее столетие содержание  $\text{CO}_2$  увеличилось на 10%, причем основной прирост произошел в последние десятилетия.

В атмосфере задерживается около половины всего “антропогенного”  $\text{CO}_2$ , остальное поглощается Мировым океаном. Считается, что наземные биосистемы ассимилируют около 12%  $\text{CO}_2$ , общее время его переноса составляет примерно 8 лет.

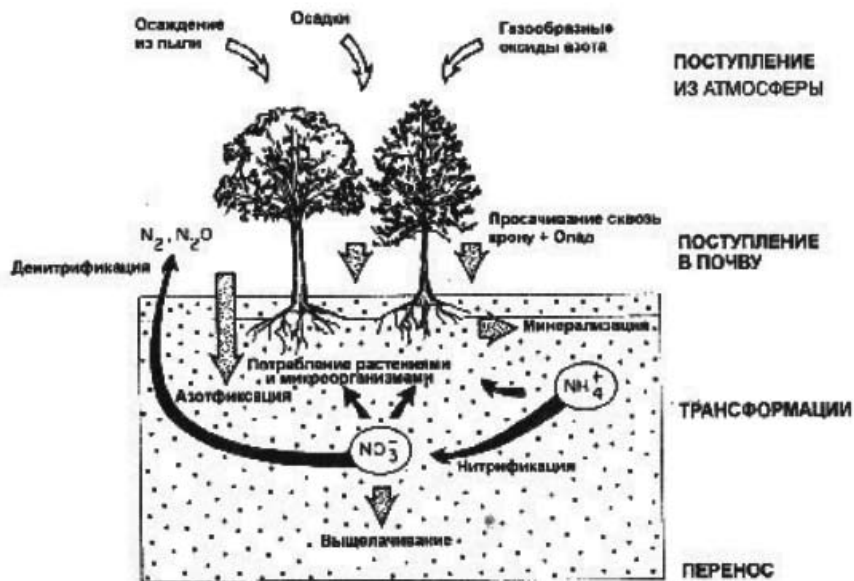
Сжигание огромного количества топлива неизбежно приводит к возрастанию в атмосфере  $\text{CO}_2$ . Так, в 1956 г. содержание  $\text{CO}_2$  было 0,028%, в 1985 г. – 0,034%, а в 1989 г. составило 0,035%. Следовательно, за 33 года содержание  $\text{CO}_2$  возросло на 25% от первоначальной величины. По прогнозам, к сере-

дине XXI века содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере удвоится. Накопление  $\text{CO}_2$  в атмосфере во всем мире связывается сейчас с так называемым “парниковым эффектом” (этому способствует также накопление в атмосфере  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CFC-11}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ). Дioxid углерода не поглощает видимую и ближнюю ультрафиолетовую области солнечной радиации, а с другой стороны, инфракрасное излучение Земли поглощается  $\text{CO}_2$  в атмосфере, не пропускается в космос.

**Круговорот азота.** Основная часть атмосферного азота находится в свободной форме в виде молекулы из двух атомов азота. Из-за того, что связи между двумя атомами очень прочные, живые организмы не способны напрямую использовать молекулярный азот – его сначала необходимо перевести в “связанное” состояние. В процессе связывания молекулы азота расщепляются, давая возможность отдельным атомам азота участвовать в химических реакциях с другими химическими элементами. При этом связь между атомами азота и другими атомами достаточно слабая, что позволяет живым организмам усваивать атомы азота. Поэтому связывание азота – чрезвычайно важная часть жизненных процессов на нашей планете.

Круговорот азота представляет собой ряд замкнутых взаимосвязанных путей, по которым азот циркулирует в земной биосфере. Рассмотрим сначала процесс разложения органических веществ в почве. Различные микроорганизмы извлекают азот из разлагающейся органики и переводят его в молекулы, необходимые им для обмена веществ. При этом оставшийся азот высвобождается в виде аммиака ( $\text{NH}_3$ ) или ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ). Затем другие микроорганизмы связывают этот азот, переводя его обычно в форму нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ). Поступая в растения, азот включается в биотический круговорот. После гибели организма азот возвращается в почву, и цикл начинается снова. Во время этого цикла возможны как потери азота – когда он включается в состав отложений или высвобождается в процессе жизнедеятельности некоторых бактерий (так называемых денитрифици-

рующих бактерий), – так и компенсация этих потерь за счет извержения вулканов и других видов геологической активности. В схематическом виде круговорот азота представлен на рис. 3.8.



*Рис. 3.8 Схема круговорота азота.*

В атмосфере азота содержится примерно  $4 \cdot 10^{15}$  тонн, а в океанах – около  $20 \cdot 10^{12}$  тонн. Незначительная часть этого количества – около 100 миллионов тонн – ежегодно связывается и включается в состав живых организмов. Из этих 100 миллионов тонн связанного азота только 4 миллиона тонн содержится в тканях растений и животных – все остальное накапливается в разлагающих микроорганизмах и в конце концов возвращается в атмосферу.

Главный поставщик связанного азота в природе – бактерии: благодаря им связывается по разным оценкам от 90 до 140 миллионов тонн азота. Самые известные бактерии, связывающие азот, находятся в клубеньках бобовых растений.

Незначительное (около 10 млн т/год) количество азота переводится в связанное состояние во время грозы.



Таким образом, в результате естественных природных процессов связывается от 100 до 150 миллионов тонн азота год. В ходе человеческой деятельности тоже происходит связывание азота и перенос его в биосферу (например, все то же засеивание полей бобовыми культурами приводит ежегодно к образованию 40 миллионов тонн связанного азота). Более того, при сгорании ископаемого топлива в электрогенераторах и в двигателях внутреннего сгорания происходит разогрев воздуха, как и в случае с разрядом молнии. Всякий раз, когда вы совершаете поездку на автомобиле, в биосферу поступает дополнительное количество связанного азота. Примерно 20 миллионов тонн азота в год связывается при сжигании природного топлива.

Но больше всего связанного азота человек производит в виде минеральных удобрений. Сейчас для сельского хозяйства каждый год производится чуть больше 80 миллионов тонн связанного азота.

Суммировав весь вклад человека в круговорот азота, получаем цифру порядка 140 миллионов тонн в год. Примерно столько же азота связывается в природе естественным образом.

### ***3.2. Физические поля***

Фундаментальное значение физических полей заключается в первую очередь в том, что их совокупное взаимодействие обусловило формирование планеты Земля и сохраняет её целостность на определённом историческом отрезке времени, который значителен, если в качестве меры использовать среднюю продолжительность человеческой жизни, и ничтожно мал (правильнее – просто отсутствует), если в качестве меры выступает эволюция вселенной.

Как уже отмечалось в разделе 2.3., физические поля представляют собой особую форму материи, обеспечивающую структурно функциональную связь всех компонентов окружающей среды, поддерживающую процессы энергопереноса,

необходимые для существования жизни на Земле. Физические поля Земли представлены гравитационным, магнитным, геотермическим, электрическим, сейсмическим и радиационным полями.

Дадим краткую характеристику вышеперечисленных физических полей и их роли в обеспечении жизни на Земле.

**Гравитационное поле** играет основную роль в геодинамических процессах и, в конечном счёте, определяет форму Земли. Гравитационное поле Земли подчиняется закону всемирного тяготения. Последний был установлен И. Ньютоном в 1747 году и выражает всеобщее свойство материи, состоящее в том, что сила взаимного притяжения двух материальных точек пропорциональна произведению масс этих точек, деленному на квадрат расстояния между ними. Коэффициент пропорциональности называется гравитационной постоянной. Математически эта сила выражается формулой:

$$G = f * M * m / r^2$$

где  $G$  – сила тяготения;

$f$  – гравитационная постоянная,  $f \sim 6,673 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{хсек}^{-2} \text{х кг}^{-1}$ ,

$M$  – масса источника тяготения,  $m$  – масса тяготеющей точки,  $r$  – расстояние между источником тяготения и тяготеющей точкой.

Наличие гравитационных аномалий приводит к созданию касательных напряжений в теле Земли, которые являются причиной течения вещества, а иногда приводят и к разрушениям. Одним из самых удивительных свойств гравитационного поля является его всепроницаемость: оно действует на любой материальный объект и проникает через любой экран. Другим свойством гравитационного поля является то, что его действие, непрерывно убывая, простирается практически на неограниченные расстояния.

Наличие у Земли гравитационного поля является одним из необходимейших условий существования жизни на ней: оно удерживает атмосферу и Мировой океан от их рассеяния в космосе; оно притягивает к поверхности Земли людей, жи-

вотных и все другие материальные объекты; оно направляет течение рек и создает на поверхности водоемов выталкивающие (архимедовы) силы, удерживающие на ней суда, формирует рельеф и т.п.

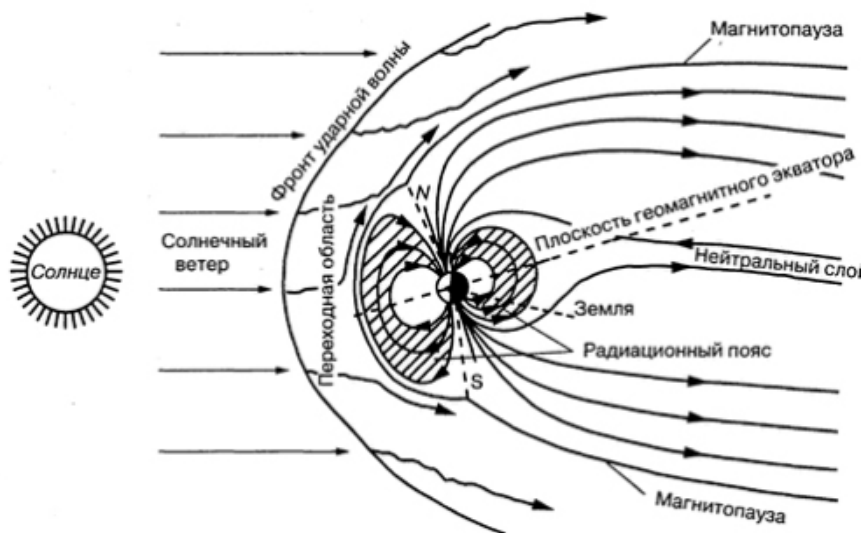
**Магнитное поле** Земли в целом варьирует в пространстве и времени. Вековые вариации поля отражают сложную картину изменений в ядре Земли, где собственно расположены источники магнитного поля. Суточные вариации имеют источники в атмосфере и магнитосфере. Они весьма важны, т. к. индуцируют теллурические токи в верхних слоях Земли.

Схематически строение магнитного поля Земли представлено на рис. 3.9. Геомагнитное поле похоже на дипольное. Если дипольное находится в центре шара, то магнитное поле на его поверхности имеет полюса, расположенные в диаметрально противоположных точках. Магнитная ось нашей планеты наклонена к оси ее вращения на  $11,5^\circ$ . Магнитный полюс в Северном полушарии находится около берегов Северной Америки ( $71^\circ$  с.ш.,  $96^\circ$  з.д.), а полюс в Южном полушарии – около берегов Антарктики ( $70^\circ$  ю.ш.,  $150^\circ$  в.д.). Таким образом, магнитные полюса Земли не находятся в диаметрально противоположных точках земного шара, а магнитная ось не только не совпадает с осью вращения Земли, но и не проходит через ее центр. Величина геомагнитного поля на полюсах примерно в два раза больше, чем на экваторе, причем величина поля в Северном полушарии несколько больше, чем в Южном.

Действие магнитных сил в околоземном пространстве и на доступных глубинах внутри Земли обнаруживается: моментом сил, приложенным к свободно подвешенным магнитным стрелкам; электродвижущей силой, индуцируемой во вращающихся витках проводника; отклоняющим действием, испытываемым заряженными частицами космического излучения; эффектом поляризации радиоволн и др.

Различают два вида источников геомагнитного поля: внутренние и внешние. Первые расположены внутри планеты, вторые – вне ее. Первые создают достаточно постоянное маг-

нитное поле, имеющее небольшие вековые вариации, вторые – намного более слабое, но зато переменное магнитное поле. Поле, создаваемое внутренними источниками, называется главным, а поле, создаваемое внешними источниками, – переменным. Природа и происхождение этих полей различны, однако между ними существует глубокая взаимосвязь.



**Рис. 3.9. Строение магнитного поля Земли**  
(<http://nepoznano2010.ru/НТМ/np2.htm>)

Главное магнитное поле Земли характеризуется напряженностью, которую в первом приближении можно считать распределенной аналогично напряженности однородно намагниченного шара или магнитного диполя. При этом главное геомагнитное поле имеет вековые вариации. Они проявляются, в частности, в том, что магнитный момент Земли уменьшается, а само поле дрейфует к западу со скоростью  $0,15^\circ$  в год. Очевидно, эти изменения происходят вследствие изменения интенсивности и топологии токовых систем в проводящем ядре Земли, которые и являются источником поля.

Переменное геомагнитное поле характеризуется изменениями, или вариациями, которые различаются по источни-

ку и продолжительности действия. Выделяют: регулярные вариации, магнитные бури и короткопериодические колебания. Регулярные вариации имеют определенную продолжительность. Примером являются солнечно-суточные и лунно-суточные вариации, у которых период равен солнечным и лунным суткам соответственно. Магнитные бури появляются внезапно, а потом долгое время могут отсутствовать. Их продолжительность может составлять от нескольких десятков минут до нескольких часов. Короткопериодические колебания имеют период от десятых долей секунды до нескольких минут.

Большинство вариаций геомагнитного поля связано с солнечной деятельностью. Связь эта проявляется по-разному. Например, солнечно-суточные вариации усиливаются в том месте земного шара, где освещенность Солнцем в данное время больше, т.е. днем и летом. Некоторые короткопериодические вариации обнаруживают связь с расположением магнитной оси Земли по отношению к Солнцу. В полярных областях геомагнитное поле никогда не бывает спокойным. Магнитные бури имеют тенденцию к повторению через 27 дней. Бури обнаруживают также 11-летнюю цикличность, совпадающую с цикличностью солнечной активности.

Магнитные возмущения, охватывающие всю Землю, называются мировыми магнитными бурями. Они сопровождаются усилением интенсивности полярных сияний, изменением высоты и плотности ионизированных слоев. Это приводит, в частности, к нарушениям связи на коротких волнах. Мировые магнитные бури часто начинаются внезапно. Обычно это происходит через сутки-двое после вспышки на Солнце.

Магнитное поле играет значительную роль в защите живого, благодаря образованию под его действием ионосферы и двух поясов заряженных частиц вокруг Земли. Внутренний экваториальный пояс с наибольшей плотностью частиц расположен на расстоянии около 3600 км от поверхности планеты. Он опоясывает Землю кольцом от  $35^{\circ}$  ю.ш. до  $35^{\circ}$  с.ш. Внешний пояс, состоящий в основном из электронов, распро-

страняется до широт  $65^\circ$ . Положение в пространстве, объем и плотность частиц в нем сильно меняются, расстояние от Земли колеблется в пределах 25–50 тыс. км. *Главное защитное свойство этих поясов в том, что они выполняют роль ловушек для идущих от Солнца частиц с большими энергиями.* Магнитное поле, отклоняя их и вовлекает в кругооборот вокруг планеты. Кроме того, благодаря магнитному полю наша планета окружена ионосферой – слоем разреженного ионизированного газа на высотах от 70 до 500 км. В этом слое текут мощные электрические токи. Ионосфера и расположенный ниже слой озона поглощают ультрафиолетовое и рентгеновское излучение Солнца, которые могли бы уничтожить на ней жизнь (101). Более детальную характеристику магнитного поля Земли можно найти в Интернете по адресу: ([http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php)).

**Тепловое поле** Земли также характеризуется неоднородностью и изменчивостью в пространственно-временных координатах. Изучение распределения температур в глубинах Земли имеет фундаментальное значение для обоснования гипотез о строении и эволюции планеты.

Наиболее важными процессами, генерирующими тепло в недрах нашей планеты являются: 1) Процесс гравитационной (плотностной) дифференциации; 2) Распад радиоактивных элементов; 3) Приливное взаимодействие Земли и Луны.

В гравитационной дифференциации вещества Земли наиболее существенную роль играет земное ядро, составляющее  $1/3$  массы планеты. Значение выделившейся энергии при этом процессе оценивается различными авторами в  $1,45\text{--}4,60 \cdot 10^{31}$  Дж и значительная часть этой энергии выделилась за период  $2\text{--}3 \cdot 10^9$  лет, т.е. в начальные этапы формирования Земли.

Важное значение в энергетическом балансе Земли придается теплу, выделяющемуся при распаде радиоактивных элементов. Очевидно, что тепло, связанное с этими факторами, выделялось неравномерно на протяжении истории Земли. На самых ранних этапах жизни планеты в первые 200 млн.

лет распались и исчезли короткоживущие изотопы. Выделение тепловой энергии происходит как в результате самого ядерного превращения, так и при взаимодействии заряженных частиц, ядер отдачи, гамма-квантов и осколков деления с окружающими атомами. Количество тепла, выделяемое в результате энергии радиоактивного превращения в 1 МэВ, равно  $1,6 \cdot 10^{-6}$  эрг, или  $3,83 \cdot 10^{-14}$  кал. Реальными источниками радиогенной тепловой энергии Земли могут быть радионуклиды природных рядов распада и первичные радионуклиды, не образующие рядов. Более 99% радиогенного теплового потока обусловлено рядами распада урана и тория, а также калий – 40.

Еще один источник тепла, который вносит свой вклад в общий тепловой поток, – это твердые приливы, связанные, главным образом с влиянием на Землю ее спутника – Луны. Притяжение Луны вызывает на Земле приливные вздутия, перемещающиеся по поверхности Земли и при этом кинетическая энергия переходит в тепловую.

Отметим, что тепловая энергия перечисленных источников, значительно выше энергии тектонических, сейсмических, гидротермальных процессов.

Внутреннее тепловое поле отличается высоким постоянством. Оно не оказывает влияния на температуру вблизи земной поверхности или климат, так как энергия, поступающая на земную поверхность от Солнца, в 1000 больше, чем из недр. Вместе с тем среднее тепловое воздействие Солнца не определяет теплового состояния Земли и способно поддерживать постоянную температуру на поверхности Земли около  $0^{\circ}\text{C}$ .

Суточные, сезонные, многолетние и многовековые вариации солнечной активности приводят к соответствующим циклическим изменениям температур воздуха. Чем больше период цикличности, тем больше глубина их теплового воздействия. Например, суточные колебания температуры воздуха проявляются в почвенном слое глубиной 1 – 1,5 м. Это связано с переносом солнечного теплового потока за счет молекулярной теплопроводности пород и конвекции воздуха,

паров воды, инфильтрирующих осадков и подземных вод. Сезонные (годовые) колебания вызывают изменения температур на глубинах до 20 – 40 м. На таких глубинах теплопередача осуществляется в основном за счет молекулярной теплопроводности, а также движения подземных вод. На глубинах 20 – 40 м располагается нейтральный слой (или зона постоянных годовых температур). В нем температура остается практически постоянной и в каждом районе в среднем на  $3,7^{\circ}\text{C}$  выше среднегодовой температуры воздуха. Многовековые климатические изменения сказываются на вариациях температур сравнительно больших глубин. Например, похолодания и потепления в четвертичном периоде влияли на тепловой режим Земли до глубин 3 – 4 км.

Таким образом, если не учитывать многовековых климатических изменений, то можно считать, что ниже зоны постоянных температур (на глубинах свыше 40 м) влиянием цикличности солнечной активности можно пренебречь, а температурный режим пород определяется глубинным потоком тепла и особенностями термических свойств пород.

Ниже нейтрального слоя температура пород повышается в среднем на  $3^{\circ}\text{C}$  при погружении на каждые 100 м. Это объясняется наличием регионального теплового потока от источников внутреннего тепла Земли, поднимающегося к поверхности. Его величину принято характеризовать плотностью теплового потока. Среднее значение теплового потока как на суше, так и в океанах одинаково и составляет  $0,06\text{ Вт/м}^2$ , отклоняясь от него не более чем в 5 – 7 раз. Отклонения от средних значений тепловых потоков, несут информацию о строении и земной коры, и верхней мантии.

Установлено, что основной источник тепла на континентах – энергия радиоактивного распада. Это объясняется большей концентрацией радиоактивных элементов в земной коре, чем в мантии. В океанах, где мощность земной коры мала, основным источником тепла являются процессы в мантии на глубинах до 700 – 1000 км. Радиогенное тепло является основным среди других видов тепловой энергии недр.



Источники локальных тепловых потоков, вызывающих аномалии температур, разнообразны: наличие многолетне-мерзлотных пород, т.е. мощных (до сотен метров) толщ с отрицательными температурами; присутствие пород и руд с повышенной радиоактивностью; влияние экзотермических и эндотермических процессов, происходящих в нефтегазоносных горизонтах, залежах угля, сульфидных и других рудах; проявление современного вулканизма и тектонических движений; циркуляция подземных, в том числе термальных, вод и др. Роль каждого из этих факторов определяется геологоструктурным строением конкретной территории. Локальные тепловые потоки, как и региональные, зависят не только от наличия источников, но и от условий переноса тепла за счет теплопроводности горных пород и конвекции почвенного воздуха и подземных вод.

**Электрическое поле** Земли, как планеты, наблюдается в твёрдом теле Земли, в морях, в атмосфере и магнитосфере. При этом электрическое поле Земли обусловлено сложным комплексом геофизических явлений.

Существование электрического поля в атмосфере Земли связано в основном с процессами ионизации воздуха и пространственным разделением возникающих при ионизации положительных и отрицательных электрических зарядов. Ионизация воздуха происходит под действием космических лучей ультрафиолетового излучения Солнца; излучения радиоактивных веществ, имеющихся на поверхности Земли и в воздухе; электрических разрядов в атмосфере и т. д.

Электрические поля в ионосфере обусловлены процессами, протекающими как в верхних слоях атмосферы, так и в магнитосфере. Приливные движения воздушных масс, ветры, турбулентность – всё это является источником генерации электрического поля в ионосфере благодаря эффекту гидромагнитного динамо.

Одним из непосредственных источников электрического поля в магнитосфере является Солнечный ветер. При обтекании магнитосферы солнечным ветром возникает электро-

движущая сила  $E = v b$ , где  $b$  – нормальная компонента магнитного поля на поверхности магнитосферы,  $v$  – средняя скорость частиц солнечного ветра.

Переменное магнитное поле Земли, источники которого локализованы в ионосфере и магнитосфере, индуцирует электрическое поле в земной коре. Напряжённость электрического поля в приповерхностном слое коры колеблется в зависимости от места и электрического сопротивления пород в пределах от нескольких единиц до нескольких сотен мВ/км, а во время магнитных бурь усиливается до единиц и даже десятков В/км. Взаимосвязанные переменные магнитное и электрическое поля Земли используют для электромагнитного зондирования в разведочной геофизике, а также для глубинного зондирования Земли.

Электрическое поле Земли как космического тела определяется главным образом электропроводностью земной коры и мантии. По результатам глобальных региональных исследований методами глубинной геоэлектрики построена геоэлектрическая модель Земли, обнаружены проводящие зоны, связанные с гидротермальными явлениями в земной коре и процессами частичного плавления в астеносфере.

**Сейсмическое поле** возникает в результате землетрясений, которые представляют собой подземные толчки и колебания поверхности Земли. Землетрясения могут быть вызваны, как процессами эволюции литосферы – в результате движения литосферных плит и складкообразования в геосинклинальных поясах, так и антропогенной деятельностью – мощные взрывы, испытания ядерного оружия, заполнение водохранилищ, обрушение подземных полостей горных выработок и т.п.

Сильные землетрясения происходят в основном в пределах протяжённых сейсмических поясов, а также в районах срединно-океанического хребтов и континентальных рифтовых зон. Наибольшей активностью характеризуется Тихоокеанский пояс, на который приходится свыше 75% всей сейсмической энергии Земли, и Альпийско-Гималайский пояс – около 20%. Большая часть сейсмической энергии вы-

деляется при землетрясениях, очаги которых расположены на глубинах, не превышающих несколько десятков километров.

Сейсмические волны, порождаемые землетрясениями, распространяются во все стороны от очага подобно звуковым волнам. Точка, в которой начинается подвижка пород, называется очагом или фокусом, а точка на земной поверхности над очагом – эпицентром землетрясения. Ударные волны распространяются во все стороны от очага, по мере удаления от него их интенсивность уменьшается. Скорости сейсмических волн могут достигать 8 км/с.

Сейсмические волны делятся на волны *сжатия* и волны *сдвига*.

Волны сжатия, или продольные сейсмические волны, вызывают колебания частиц пород, сквозь которые они проходят, вдоль направления распространения волны, обуславливая чередование участков сжатия и разрежения в породах. Скорость распространения волн сжатия в 1,7 раза больше скорости волн сдвига, поэтому их первыми регистрируют сейсмические станции. Волны сжатия также называют первичными (Р-волны). Скорость Р-волны равна скорости звука в соответствующей горной породе. При частотах Р-волн, больших 15 Гц, эти волны могут быть восприняты на слух как подземный гул и грохот.

Волны сдвига, или поперечные сейсмические волны, заставляют частицы пород колебаться перпендикулярно направлению распространения волны. Волны сдвига также называют вторичными (S-волны).

Существует ещё третий тип упругих волн – длинные или поверхностные волны (L-волны). Именно они вызывают самые сильные разрушения.

Для оценки и сравнения землетрясений используются шкала магнитуд и шкала интенсивности.

Шкала магнитуд различает землетрясения по величине магнитуды, которая является относительной энергетической характеристикой землетрясения. Существует несколько маг-

нитуд и соответственно магнитудных шкал: локальная магнитуда (ML); магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (Ms); магнитуда, определяемая по объемным волнам (mb); моментная магнитуда (Mw).

Наиболее популярной шкалой для оценки энергии землетрясений является локальная шкала магнитуд Рихтера. По этой шкале возрастанию магнитуды на единицу соответствует 32-кратное увеличение освобождённой сейсмической энергии. Землетрясение с магнитудой 2 едва ощутимо, тогда как магнитуда 7 отвечает нижней границе разрушительных землетрясений, охватывающих большие территории. Интенсивность землетрясений оценивается по тем повреждениям, которые они причиняют в населённых районах.

Интенсивность является качественной характеристикой землетрясения и указывает на характер и масштаб воздействия землетрясения на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения. В мире используется несколько шкал интенсивности: в Европе – европейская макросейсмическая шкала (EMS), в Японии – шкала Японского метеорологического агентства (Shindo), в США и России – модифицированная шкала Меркалли (MM):

- 1-балл (незаметное) – колебания почвы, отмечаемые прибором;
- 2-балла (очень слабое) – землетрясение ощущается в отдельных случаях людьми, находящимися в спокойном состоянии;
- 3-балла (слабое) – колебание отмечается немногими людьми;
- 4-балла (умеренное) – землетрясение отмечается многими людьми; возможно колебание окон и дверей;
- 5-баллов (довольно сильное) – качание висячих предметов, скрип полов, дребезжание стекол, осыпание побелки;
- 6-баллов (сильное) – легкое повреждение зданий: тонкие трещины в штукатурке, трещины в печах и т.п.;

- 7-баллов (очень сильное) – значительное повреждение зданий; трещины в штукатурке и отламывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах, повреждение дымовых труб; трещины в сырых грунтах;
- 8-баллов (разрушительное) – разрушения в зданиях: большие трещины в стенах, падение карнизов, дымовых труб. Оползни и трещины шириной до нескольких сантиметров на склонах гор;
- 9-баллов (опустошительное) – обвалы в некоторых зданиях, обрушение стен, перегородок, кровли. Обвалы, осыпи и оползни в горах. Скорость продвижения трещин может достигать 2 км/с;
- 10-баллов (уничтожающее) – обвалы во многих зданиях; в остальных – серьезные повреждения. Трещины в грунте до 1 м шириной, обвалы, оползни. За счет завалов речных долин возникают озера;
- 11-баллов (катастрофа) – многочисленные трещины на поверхности Земли, больше обвалы в горах. Общее разрушение зданий;
- 12-баллов (сильная катастрофа) – изменение рельефа в больших размерах. Огромные обвалы и оползни. Общее разрушение зданий и сооружений.

Ежегодно на Земле происходит около миллиона землетрясений, но большинство из них так незначительны, что они остаются незамеченными. Действительно сильные землетрясения, способные вызвать обширные разрушения, случаются на планете примерно раз в две недели. Большая их часть приходится на дно океанов и поэтому не сопровождается катастрофическими последствиями, если землетрясение под океаном обходится без цунами.

С целью снижения негативных последствий изучается сейсмическая активность всей территории Земли, а также территории отдельных стран и регионов. Современный сейсмический мониторинг территории России и сопредельных регионов осуществляет Геофизическая служба Российской

академии наук (ГС РАН), созданная в 1994 г. и объединившая свыше 300 сейсмических станций страны.

В 1991-1997 гг. были проведены комплексные исследования по общему сейсмическому районированию территории Российской Федерации и всей Северной Евразии.

В 1992 г. Программа “Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии” была скоординирована с новой Международной программой оценки глобальной сейсмической опасности (Global Seismic Hazard Assessment Program – GSHAP) и вошла в нее составной частью.

В результате комплексных исследований 1991-1997 гг. была разработана целостная методология районирования сейсмической опасности, создана единая для всей территории Северной Евразии модель зон возникновения очагов землетрясений, выявлены определенные закономерности в пространственно-временном и энергетическом развитии региональных сейсмогеодинамических процессов, разработаны новые методические подходы к идентификации и сейсмологической параметризации очаговых зон, а также к расчету сейсмического эффекта, создаваемого ими на земной поверхности.

На основе проведенных исследований был создан комплект карт по сейсмическому районированию всей территории Северной Евразии, естественно включая Россию (ОСР-97). Территория Российской Федерации, по сравнению с другими странами мира, расположенными в сейсмоактивных регионах, в целом характеризуется умеренной сейсмичностью. Исключение составляют регионы Северного Кавказа, юга Сибири и Дальнего Востока, где интенсивность сейсмических сотрясений достигает 8-9 и 9-10 баллов по 12-балльной макросейсмической шкале MSK-64. Определенную угрозу представляют и 6-7-балльные зоны в густо населенной европейской части страны.

**Радиационное поле Земли.** Естественное радиационное поле Земли определяется с одной стороны, ионизирующим

излучением околоземного пространства, источником которого являются:

- потоки космических лучей, образованные галактическими космическими лучами и космическим излучением Солнца;
- радиационные пояса Земли, расположенные на расстояниях от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч километров от поверхности Земли (см. рис. 3.9).

С другой стороны ионизирующим излучением радиоактивных веществ, находящихся в земной коре.

Более 90% частиц первичных Космических лучей всех энергий составляют протоны, 7% – частицы и лишь небольшая доля (1%) приходится на ядра более тяжёлых элементов. Космические лучи могут достигать поверхности Земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичное излучение и приводя к образованию различных радионуклидов.

Магнитное поле Земли захватывает падающие в него заряженные частицы, так что земная магнитосфера оказывается заполненной электронами, протонами, а также ионами разных энергий, совокупность которых и составляет радиационные пояса. Выходу заряженных частиц из радиационного поля Земли мешает особая конфигурация силовых линий геомагнитного поля, создающего для заряженных частиц магнитную ловушку.

Ионизирующее излучение земной коры определяется радиоактивными изотопами, входящими в состав горных пород. Основными из них являются: калий-40, рубидий-87 и члены двух радиоактивных семейств, берущих начало соответственно от урана-238 и тория-232 – долгоживущих изотопов, входящих в состав Земли с самого ее рождения. Как показали исследования учёных, наиболее весомым из всех естественных источников радиации является тяжёлый газ (в 7.5 раз тяжелее воздуха) радон, который образуется в процессе распада урана – 238 и тория – 232.

В связи с развитием ядерной энергетики и созданием ядерного оружия существенно увеличились риски радиационного

загрязнения окружающей среды. В первую очередь это связано с испытанием ядерного оружия. С 1945 по 1996 г. США, СССР (Россия), Великобритания, Франция и Китай произвели в надземном пространстве более 400 ядерных взрывов. Соединенные Штаты и Советский Союз в 1963 году подписали Договор об ограничении испытаний ядерного оружия, обязывающий не испытывать его в атмосфере, под водой и в космосе. С тех пор лишь Франция и Китай провели серию ядерных взрывов в атмосфере, причем мощность взрывов была существенно меньше, а сами испытания проводились реже (последнее из них – в 1980 году). Подземные испытания проводятся до сих пор, но они обычно не сопровождаются образованием радиоактивных осадков.

Радиоактивные осадки, образующиеся в результате ядерных взрывов, содержат несколько сотен различных радионуклидов, однако большинство из них имеет ничтожную концентрацию или быстро распадается. Вклад в эффективную эквивалентную дозу облучения населения от ядерных взрывов, превышающий 1%, дают только четыре радионуклида: углерод – 14, цезий – 137, цирконий – 95 и стронций – 90.

Дозы облучения за счет этих и других радионуклидов различаются в разные периоды времени после взрыва, поскольку они распадаются с различной скоростью. Так, цирконий-95, период полураспада (время за которое масса радиоактивного изотопа уменьшается вдвое) которого составляет 64 суток, не является источником облучения примерно через 2 года (10 периодов полураспада). Цезий-137 и стронций-90 имеют периоды полураспада ~ 30 лет, поэтому они будут давать существенный вклад в облучение на протяжении как минимум 150 лет (5 периодов полураспада). И только углерод-14, у которого период полураспада равен 5730 годам, будет оставаться источником радиоактивного излучения (хотя и с низкой мощностью дозы) даже в отдаленном будущем.

Источником облучения, вокруг которого ведутся наиболее интенсивные споры, являются атомные электростанции, хотя в настоящее время они вносят весьма незначительный



вклад в суммарное облучение населения. При нормальной работе ядерных установок выбросы радиоактивных материалов в окружающую среду очень невелики. К концу 20 века в 26 странах работало 345 ядерных реакторов, вырабатывающих электроэнергию. Их мощность составляла 13% суммарной мощности всех источников электроэнергии и была равна 220 ГВт.

Однако аварии на атомных станциях приводят к значительным загрязнениям поверхности земли, как по площади, так и по интенсивности радиационного излучения. Ярким примером являются аварии на Чернобыльской АЭС (СССР) и Фокусима 1 (Япония). Аварии на АЭС сопровождаются загрязнением окружающей среды следующими радионуклидами: стронций-90, цезий-137, церий-141, йод-131, рутений-106 и др.

К примеру, радиоактивным выбросом ЧАЭС в разной степени было загрязнено 80% территории Белоруссии, вся северная часть Правобережной Украины и 19 областей России. В целом по РФ загрязнение, обусловленное аварией на ЧАЭС, с плотностью 1 Ки/км<sup>2</sup> и выше охватывает более 57 тыс. км<sup>2</sup>.

Уровни земной радиации неодинаковы для разных мест земного шара и зависят от концентрации радионуклидов в том или ином участке земной коры. По подсчетам НКДАР ООН, средняя эффективная эквивалентная доза внешнего облучения, которую человек получает за год от земных источников естественной радиации, составляет примерно 350 микрозивертов, т.е. чуть больше средней индивидуальной дозы облучения из-за радиационного фона, создаваемого космическими лучами на уровне моря. В зонах радиационного антропогенного загрязнения уровень радиации существенно повышается, вплоть до критических значений (6-7 зиверт), приводящих к гибели человека.

### 3.3. Планетарная циркуляция атмосферы

Общая циркуляция атмосферы представляет собой закономерные движения воздушных масс в тропосфере и нижней стратосфере и поэтому является важнейшим климатообразующим процессом, формирующим погоду на земном шаре, благодаря переносу и обмену влагой и теплом. Причина перемещения воздушных масс состоит в неравномерном распределении атмосферного давления и нагревании Солнцем поверхности суши, океанов, льда на разных широтах, а также в отклоняющем воздействии на воздушные потоки вращения Земли.



3.10. Схема глобальной циркуляции атмосферы

В общепланетарном масштабе в циркуляции атмосферы установлены устойчивые закономерности, которые в схематическом виде отражены на рис. 3.10. В нижней стратосфере струйные течения воздуха в умеренных и субтропических широтах преимущественно западные, а в тропических – восточные, и идут они со скоростью до 150 м/с (540 км/час) относительно земной поверхности.

В нижней тропосфере преобладающие направления переноса воздуха различаются по географическим поясам. В полярных широтах восточные ветры; в умеренных – западные с частым нарушением циклонами и антициклонами, наиболее устойчивы пассаты и муссоны в тропических широтах. В связи с разнообразием подстилающей поверхности на форме общей циркуляции атмосферы возникают региональные отклонения – местные ветры.

Совокупность всех воздушных течений, вихревой деятельности, перераспределения и преобразования энергии, охватывающих всю земную атмосферу, носит название планетарной циркуляции атмосферы. Ее следствием и вместе с тем механизмом, осуществляющим перенос и преобразование энергии, являются циклонические и антициклонические вихри. Их интенсивность и перемещение в пространстве (траектории движения) обусловлены распределением запасов энергии в атмосфере и подстилающей поверхности; в то же время, развитие атмосферных вихрей – от их зарождения до затухания – вызывает значительные превращения энергии из одного ее вида в другой и, следовательно, новое ее перераспределение.

Приходящая от Солнца в виде коротковолновой радиации энергия в относительно небольшой степени воспринимается непосредственно земной атмосферой. Прямым и активным посредником между ними оказывается земная поверхность, включая и поверхность океана. В зависимости от меняющегося состояния этой поверхности (появление или исчезновение снежного или ледового покрова, изменение увлажнения почвы, мощность растительного покрова и т. п.) характер взаимодействия меняется. Результат деятельности атмосферных

процессов, развивающихся под воздействием всех вышеуказанных факторов, и формирует погоду в различных регионах земного шара.

Наиболее четкую зональность имеют ветры в приэкваториальной зоне. В северном полушарии зимой и летом преобладают ветры северо-восточного направления, а в южном – ветры юго-восточного направления – пассаты. Яснее всего пассаты выражены над Тихим океаном. Над материками и вблизи них пассаты нарушаются другой системой течений – муссонами, которые возникают из-за циклонической деятельности, связанной с большим перепадом температуры между морем и сушей. Зимой муссон направлен с континента на океан, а летом – с океана на континент.

Воздушные массы перемещаются как у поверхности Земли, так и на больших высотах от Земли и не только в горизонтальном направлении, но и в вертикальном. Несмотря на то, что вертикальные скорости движения воздуха малы, они играют важную роль в обмене воздуха по вертикали, образовании облаков, осадков и других погодных явлений. Есть и другие особенности в распределении вертикальных движений. Анализ синоптических карт показал, что температурные контрасты в интервале “полюс – экватор” неравномерно распределены по широте. Наблюдается сравнительно узкая зона, где сконцентрирована значительная часть энергии атмосферной циркуляции. Здесь отмечаются максимальные значения барических градиентов, а, следовательно, и скоростей ветра. Обычно скорость ветра вдоль оси струи превышает 30 м/с, вертикальный градиент скорости ветра превышает 5 м/с на 1 км, а горизонтальный градиент скорости достигает 10 м/с и более на 100 км. Указанная зона занимает большие географические пространства: ширина ее 800–1000 км, высота 12–15 км и длина 5–10 тыс. км.

С планетарным распределением давления связана сложная система воздушных течений. Некоторые из них сравнительно устойчивы, а другие постоянно изменяются в пространстве и во времени. К устойчивым воздушным течениям относятся

пассаты, которые направлены от субтропических широт обоих полушарий к экватору, и муссоны, в средних широтах преобладают воздушные течения западного направления (с Запада на Восток), в которых возникают крупные вихри – циклоны и антициклоны, обычно простирающиеся на сотни и тысячи километров. Циклоны наблюдаются и в тропических широтах, где они отличаются меньшими размерами, но особенно большими скоростями ветра, часто достигающими силы урагана (т.н. тропические циклоны). В верхней тропосфере и нижней стратосфере часто возникают сравнительно узкие (в сотни километров шириной) струйные течения, с резко очерченными границами, в пределах которых ветер достигает больших скоростей до 100–150 м/с.

Дадим краткую характеристику основных воздушных течений, воспользовавшись обзором, представленном в географической энциклопедии (<http://dic.academic.ru>).

Пассаты представляют собой устойчивые на протяжении года воздушные течения в тропических широтах над океанами. В Северном полушарии направление пассатов преимущественно северо-восточное, в Южном – юго-восточное. Между пассатами Северного и Южного полушарий – внутритропическая зона конвергенции; над пассатами в противоположном им направлении дуют антипассаты.

Муссоны – система воздушных течений, в которой в одном сезоне преобладают ветры одного направления, а в другом – прямо противоположного или близкого к нему. Специфические признаки муссона – его устойчивость в течение сезона и смена от одного полугодия к другому, т.е. именно его сезонность. Причины муссонных ветров и смена их направления по сезонам связаны с годовым ходом Солнца и приходом солнечного излучения на земную поверхность.

Муссоны распространены в тропиках на огромных территориях от Западной Африки до Юго-Восточной Азии и Индонезии. Сезонная смена влияния континента и океана обуславливает холодную зиму и дождливое влажное лето, определяя муссонный климат Дальнего Востока России.

Циклон – это область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре. Поперечник циклона – несколько тысяч километров. Характеризуется системой ветров, дующих против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой – в Южном. Погода при циклонах преобладает пасмурная с сильными ветрами. Под влиянием трения в нижних слоях атмосферы в циклоне наблюдается, помимо кругового движения воздуха, еще и движение от периферии к центру, и поэтому возникает постоянное вертикальное, восходящее, движение воздуха и его охлаждение по мере подъема. Воздух, охлаждаясь, становится влагонасыщенным, в нем образуются облака, дающие осадки. В циклонах, особенно вблизи их центров, всегда велика разность давления между центром и периферией и, следовательно, постоянно наблюдаются сильные порывистые ветры. По своему происхождению вихри разделяются на две основные группы: тропические (ураганы, тайфуны) и циклоны умеренных широт.

Родина тропических вихрей – океанские просторы в приэкваториальной области примерно между 10–15° северной и южной широт, их диаметр – несколько сотен километров, а высота – от 5 до 15 км. Тропические циклоны могут возникать в любое время года в тропических частях всех океанов, за исключением юго-восточной части Тихого океана и южной части Атлантики. Наиболее часто (в 87% случаев) тропические циклоны возникают между широтами 5° и 20°. В более высоких широтах они возникают лишь в 13% случаев. Никогда не отмечалось возникновение циклонов севернее 35° северной широты и южнее 22° южной широты.

Чаще всего они образуются в северной части тропической зоны Тихого океана: здесь, в среднем, за год прослеживается около 30 циклонов. В умеренные широты тропические циклоны выходят в период с конца июня по начало октября, а наиболее активны в августе-октябре. Отличительной особенностью циклонов этой группы является то, что они термически однородны (т.е. нет температурных контрастов между различными частями вихря), в них сосредоточено колоссальное

количество энергии, они приносят с собой штормовые ветры и сильные осадки.

Тропические циклоны образуются там, где наблюдается высокая температура поверхности воды (выше  $26^{\circ}$ ), а разность температур вода-воздух более  $2^{\circ}$ . Это приводит к усилению испарения, увеличению запасов влаги в воздухе, что, в известной степени, определяет накопление тепловой энергии в атмосфере и способствует вертикальному подъему воздуха. Появляющаяся мощная тяга увлекает все новые и новые объемы воздуха, нагретшиеся и увлажнившиеся над водной поверхностью. Вращение Земли придает подъему воздуха вихревое движение, и вихрь становится подобным гигантскому волчку, энергия которого грандиозна. Центральную часть воронки называют “глазом бури”. Это феноменальное явление, которое поражает особенностями своего “поведения”. Когда глаз бури хорошо выражен, на его границе осадки внезапно прекращаются, небо проясняется, а ветер значительно ослабевает, иногда до штиля. Форма глаза бури может быть самой разной, она постоянно меняется. Иногда встречается даже двойной глаз. Средний диаметр глаза бури в хорошо развитых циклонах равен 10–25 км, а в разрушительных он составляет 60–70 км.

К числу наиболее мощных и разрушительных тропических циклонов относятся тайфуны, они возникают над океаном к северо-востоку от Филиппин. Средняя продолжительность существования тайфуна составляет 11 дней, а максимальная – 18 дней. Минимальное давление, наблюдавшееся в таких тропических циклонах, колеблется в широких пределах: от 885 до 980 гПа. Максимальные суточные суммы осадков достигают 400 мм, а скорость ветра – 20–35 м/с. Основной сезон выхода тайфунов в умеренные широты с июля по сентябрь.

Сильные штормы на Земле могут вызвать появление необычных, небольших по размерам, но очень мощных воздушных течений – торнадо. Торнадо кружатся со скоростью сотен километров в секунду, а когда они достигают поверхности Земли, сметают практически все на своем пути вдоль длинной

и узкой полосы следования. Как правило, торнадо длятся не более нескольких минут, но самые сильные и опасные из них могут продолжаться часами.

Циклоны умеренных широт менее опасны, они возникают преимущественно в зонах атмосферных фронтов, где встречаются две различные воздушные массы. В северном полушарии самые обширные циклоны обычно наблюдаются над акваториями Атлантического и Тихого океанов. Повторяемость их зависит от времени года и географического района. В среднем, в северном полушарии циклоны над европейской частью континента более часты зимой, над Азиатской – летом. Циклоны имеют диаметр порядка 2–3 тыс. км и более.

Погода в циклоне внетропических широт неоднородна: различают переднюю и тыловую части циклона, левую и правую – по отношению к направлению его движения. В передней части циклона преобладают сплошная слоистообразная облачность теплого фронта, обложные осадки с ветрами южной четверти горизонта. В тылу циклона, за холодным фронтом, погода отличается неустойчивостью, с выпадением осадков ливневого типа, порывистым ветром северо-западной и северной четвертей; облачность может быть с разрывами и даже с кратковременными прояснениями, а летом – конвективного типа. Левая (чаще всего северная) часть циклона характеризуется условиями погоды, которые можно назвать промежуточными между передней и тыловой частями циклона; преобладают ветры восточной и северо-восточной четверти, облака сплошные, осадки обложные, выпадающие с перерывами и постепенно переходящие в кратковременные ливневого типа. Правая южная часть циклона некоторый период его жизни является “теплым сектором” – она заполнена теплой воздушной массой, которая со временем вытесняется вверх. Здесь, в зависимости от сезона и типа воздушной массы, погода может быть разнообразной, но преимущественно без существенных осадков, с туманами или низкой тонкой слоистой облачностью, нередко безоблачная и всегда теплая, с ветрами южной и юго-западной четверти.



Антициклон – область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре (на уровне моря 1050–1070 гПа). Поперечник антициклона – порядка тысяч километров. Антициклон характеризуется системой ветров, дующих по часовой стрелке в Северном полушарии и против часовой стрелки – в Южном, малооблачной и сухой погодой и слабыми ветрами.

В зависимости от географического района зарождения различают внетропические и субтропические антициклоны. Возникновение и развитие антициклонов тесно связано с развитием циклонов, практически это единый процесс. В одном районе создается дефицит массы, а в соседнем – избыток. Антициклоны занимают площади, сравнимые с размером материков, над которыми они лучше развиваются зимой, а над океанами – летом. В среднем, повторяемость антициклонов в 2,5–3 раза меньше, чем циклонов.

Годовой ход выражен довольно слабо, но подвижных антициклонов над континентами немного больше, чем над океанами. Есть районы, в которых антициклоны чаще всего становятся малоподвижными и существуют длительное время. От центра антициклона воздух оттекает во все стороны, что исключает возможность сближения и взаимодействия разнородных воздушных масс. В связи с нисходящими движениями воздуха в центральных частях антициклонов преобладает малооблачная погода. Однако при значительной влажности воздуха в холодную половину года в центральной части антициклона могут наблюдаться сплошные облака, а туманы наблюдаются как зимой, так и летом.

В каждом антициклоне погода существенно меняется в различных секторах. На окраинах антициклонов условия погоды, в общих чертах, сходны с условиями погоды в примыкающих секторах соседних циклонов.

Цунами – длинные морские волны, образующиеся в океанах и морях под действием землетрясений, вулканических извержений, а также в результате резкого перепада атмосферного давления, либо при падении с берега в воду масс грунта и льда.

Основным районом, где возникает цунами, является Тихий океан. Из 400 действующих сегодня на земле вулканов 330 расположены в бассейне Тихого океана, здесь наблюдается более 80% всех землетрясений.

При землетрясениях в толще воды происходят мгновенные изменения объема и давления, вызывающие появление волн сжатия и разрежения, которые, достигая поверхности океана, вызывают ее колебания и формируют цунами. Период образовавшихся волн составляет от 2 до 20 мин, т.е. это длинные волны. В открытом море эти волны не заметны, но они несут огромную энергию. Скорость смещения волн цунами на глубокой воде составляет 500–700 км/час. Интенсивность цунами связана с силой землетрясения.

Основным методом предсказания цунами является сейсмический, основанный на существовании разницы между скоростью распространения сейсмических волн в земной коре и скоростью распространения в океане волн цунами. Сейсмические волны достигают побережья в 50–80 раз быстрее, чем волны цунами. Сейсмическая служба регистрирует землетрясение, определяет его параметры и передает эту информацию оперативной службе Центра морской гидрометеорологии, который организует оповещение населения, попадающего в зону развития цунами.

### ***3.4. Глобальная циркуляция гидросферы***

Как уже отмечалось в разделе 3.1., процесс глобального обмена тепла, влаги, газов, биогенных и минеральных веществ возбуждается и постоянно поддерживается притоком солнечной энергии. Значительную роль в определении климата на нашей планете играет общепланетарная циркуляция воды, которую ещё называют глобальным океаническим конвейером или петлёй Брокера (в честь Уоллеса Брокера, профессора Колумбийского университета, впервые описавшего глобальный океанический круговорот).

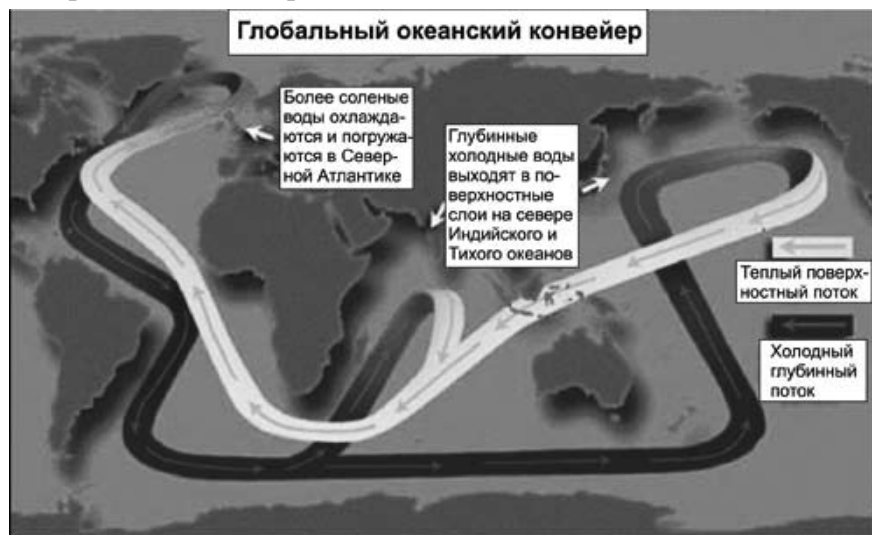
Поглощенная солнечная радиация в Мировом океане в целом составляет около  $80 \text{ ккал/см}^2$  в год, тогда как для всей суши – только  $50 \text{ ккал/см}^2$  в год. Водных и тех же широтах океан поглощает на 25-50% больше тепла, чем суша, что объясняется большей теплоёмкостью воды. На суше все тепло, получаемое весной и летом, расходуется осенью и зимой, в то время как в океане оно накапливается. По оценкам океанологов в водах Мирового океана за долгую историю Земли накопилось в 500-1000 (местами в 1500) раз больше того количества тепла, которое поступает на его поверхность в течение года. Для сравнения отметим, что теплоемкость всей атмосферы в 4 раза меньше, чем у десятиметрового слоя вод Мирового океана.

Неравномерное распределение солнечной энергии на поверхности земного шара приводит к созданию крупномасштабной горизонтальной неоднородности термических полей как в атмосфере, так и в гидросфере. Особенно велика такая неоднородность между низкими и высокими широтами. Она усиливается различием нагрева атмосферы и Мирового океана и сезонной изменчивостью термических процессов на материках. На формирование термических полей влияет и влагообмен между океаном и атмосферой за счет расхода тепла на испарение и выделения его при конденсации водяных паров. Горизонтальные неоднородности плотностей, возникающие в процессе тепло- и влагообмена, в соответствии с законами термодинамики возбуждают перенос водных и воздушных масс в направлении от теплых областей к холодным. Таким образом, потенциальная энергия термических полей превращается в кинетическую энергию водных и воздушных потоков.

Более высокая плотность воды и повышенная устойчивость процессов значительно замедляют обмен энергии и веществ в океаносфере по сравнению с атмосферой. Это способствует сохранению общепланетарных природных условий в течение длительного времени. Высокая интенсивность макротурбулентных процессов в атмосфере ведет к быстрому перераспределению масс и, следовательно, общепланетарному обмену энергии и веществ. С этим же связана и большая активность

взаимодействия между воздушной и водной оболочками. Значительно меньшая интенсивность макротурбулентных процессов в океаносфере способствует стабильности не только динамических и физико-химических условий, но и общепланетарных гидрометеорологических процессов.

Наибольшие градиенты плотности воды образуются между полярными и тропическими областями. Они определяют основные планетарные особенности циркуляции вод Мирового океана. Под воздействием отклоняющей силы вращения Земли вместо прямого водообмена между высокими и низкими широтами создается сложное (зональное) перераспределение масс. В самом общем виде общепланетарная циркуляция воды, согласно концепции Стоммела, предложенной в 1958 г., представлена на рис. 3.11.



**Рис. 3.11. Схема глобального океанического конвейера (петля Брокера) (<http://geo.1september.ru>).**  
(Светлым показаны верхние теплые ветви течений, темным – нижние холодные ветви течений).

Ключевая роль при этом принадлежит процессам, происходящим в Северной Атлантике, куда с юга на промежуточной глу-

бине (около 800 м) движутся воды, имеющие довольно высокую солёность. Этот мощнейший поток (количество переносимой за год воды в 100 раз больше годового стока Амазонки) примерно на широте Исландии поднимается к поверхности. Дующие здесь ветры сгоняют поверхностную воду и сильно охлаждают воды, пришедшие с юга и поднявшиеся к поверхности (в зимнее время – с 10°C до 2°C). Отдаваемое этими водами тепло определяет необычайную мягкость зим на севере Европы. Охлажденная опускается вниз, на этот раз до самого дна, где начинает свой длинный путь по глубинам океана. Эта так называемая “Северо-Атлантическая глубинная вода” (NADW – North Atlantic Deep Water), двигаясь на юг, пересекает экватор и, достигнув в южном полушарии широты 30–40°, поворачивает на восток, где сливается с глубинным течением, окружающим Антарктиду. Затем даёт ответвление на север в Индийском океане и продолжает путь в широтном направлении до Тихого океана, где поворачивает на север. Таким образом функционирует большой океанический конвейер.

Нужно отметить, что исследования последнего времени показывают, что данная схема крайне упрощает реальную ситуацию. В частности на портале о мировом океане размещён обзор, посвященный детальной характеристике стратификации океанических вод и структуре течений (<http://www.oceanavt.ru/struktura-vod-mirovogo-okeana.html>).

Авторы обзора отмечают, что для современной эпохи развития Земли характерно наличие в Мировом океане хорошо выраженной четырехслойной стратификации вод. В соответствии с глубиной расположения различных вод, отличающихся друг от друга своими физико-химическими свойствами, принято выделять следующие четыре типа водных масс: поверхностные, промежуточные, глубинные и придонные.

Основываясь на закономерностях стратификации, устанавливаются границы между водами различных свойств по вертикали и по горизонтали, и тем самым определяется их структура. Установлено, что структурные зоны в Мировом океане повсеместно сменяют друг друга по вертикали. Их

разделяют пограничные слои. Глубина расположения границ структурных зон определяется особенностями циркуляции вод. В областях антициклонического обращения в результате нисходящих движений границы структурных зон опускаются, а в циклонических круговоротах (с преобладающими восходящими движениями) они приподнимаются. Соответственно изменяется и их толщина.

Исключительно большая устойчивость стратификации, структуры вод и свойств водных масс определяется квазистационарностью циркуляции вод и наличием самостоятельных вертикальных систем обращения вод в пределах каждой структурной зоны.

Свойства вод поверхностной структурной зоны формируются в процессе непосредственного обмена энергии и веществ между океаном и атмосферой. В такой обмен вовлекается относительно небольшой слой воды толщиной всего около 200-300 м. В соответствии с особенностями развития планетарных процессов у поверхности Земли динамика и физико-химические характеристики вод подвержены широтной изменчивости. Циркуляция вод представляет собой последовательно сменяющие друг друга с географической широтой антициклонические и циклонические макроциркуляционные системы. Сезонные изменения динамики и свойств вод в основном ограничиваются поверхностной структурной зоной.

Воды промежуточной структурной зоны образуются главным образом из поверхностных, опускающихся в местах интенсивных нисходящих движений, которые возбуждаются горизонтальной циркуляцией на поверхности. Увлекаясь на различные глубины (в зависимости от плотности и мощности вертикальных потоков), они несколько охлаждаются и уплотняются в результате смешения с другими водами. Затем промежуточные водные массы начинают перемещаться на различных уровнях в горизонтальном направлении. Возникновение горизонтального переноса обусловлено компенсационным эффектом, поскольку в одних местах происходит постоянное опускание вод, а в других – их подъем.

С началом горизонтального движения заметно ослабевает влияние поверхностных макроциркуляционных систем. Преобладание зональной циркуляции отмечается до оси промежуточных вод, располагающейся большей частью на глубине 800-1000 м. Ниже этой оси все более усиливается меридиональный перенос. Тем самым начинает осуществляться межзональный обмен вод, энергии и веществ. Следовательно, промежуточная структурная зона играет особую “промежуточную” роль в процессах обмена энергии и веществ в Мировом океане, подобно стратосфере воздушной оболочки. На верхнюю часть промежуточной структурной зоны, как и на нижние слои стратосферы, большое влияние оказывают процессы, зарождающиеся у поверхности Земли. В остальной же толще обеих сред формируются существенно отличные условия.

В промежуточной структурной зоне воды из низких широт, проникая в полярные области, создают теплую промежуточную прослойку. Опресненные воды высоких широт, перемещаясь в направлении экватора, образуют под высокосолеными поверхностными тропическими водами мощный промежуточный слой с пониженной соленостью. Вынос вод из Средиземного, Красного морей и Персидского залива создает в смежных районах океана промежуточный слой с повышенной соленостью.

Процессы, свойственные промежуточной структурной зоне, распространяются до глубины 1500-2000 м. Ниже располагаются глубинные воды, еще более изолированные от непосредственного влияния обмена океана с атмосферой, создающего всю сложность процессов в поверхностных и промежуточных водах. Однако динамика и свойства глубинных и придонных вод определяются тем переносом и перераспределением масс, которые возбуждаются планетарным обменом энергии и веществ. Для глубинных вод большую роль играет меридиональный обмен, прослеживающийся на большей части Атлантического, Индийского и Тихого океанов, а также обмен между всеми океанами. Он возбуждается различием свойств вод каждого из океанов и антарктическим циркумпо-

лярным (круговым) переносом, захватывающим всю толщу океана.

Глубинным водам свойственна большая гомогенность (однородность) и небольшая интенсивность обращения. Однако масса переносимой энергии и веществ весьма велика, поскольку огромны объемы вод. Толщина занимаемого ими слоя около 2000 м, в нем заключена почти половина всей массы вод Мирового океана.

Граница между глубинными и придонными водами располагается примерно на глубине 4000 м. Придонные воды, образуясь главным образом в Антарктике, перемещаются на север по наиболее глубоким котловинам и соединяющим их проходам. Распространяясь по обширнейшим пространствам и смешиваясь с глубинными водами, они воспринимают поток тепла из недр земли и вступают в химический обмен с донными осадками. Поэтому придонные воды подвергаются значительной трансформации, и их свойства изменяются в несколько большей степени, чем у глубинных.

Благодаря различию направлений и скоростей переносе поверхностных, промежуточных, глубинных и придонных вод сохраняется многообразие свойств водных масс, поддерживается квазистационарность стратификации и структуры вод Мирового океана, характерных для современной эпохи развития Земли.

Смешение водных масс и перераспределение энергии и веществ не только в пределах отдельных структурных зон, но и между ними происходит в значительной степени путем вертикальных перемещений. В этих условиях динамическое равновесие поддерживается за счет большой устойчивости макроциркуляционных систем. Если бы этого не было, воды Мирового океана за долгую историю Земли подверглись бы полному перемешиванию; они стали бы совершенно однородными, не было бы столь хорошо выраженной стратификации вод.

Четырехслойность циркуляции и структуры вод имеет исключительно большое значение не только для процессов протекающих в Мировом океане, но и для глобального обмена



энергии и веществ, а, следовательно, планетарных процессов, определяющих формирование и изменение природы Земли в целом.

### **3.5. Фотосинтез**

Фотосинтез представляет собой уникальный физико-химический процесс, осуществляемый на Земле всеми зелеными растениями и некоторыми бактериями и обеспечивающий преобразование электромагнитной энергии солнечных лучей в энергию химических связей различных органических соединений. Фотосинтез – единственный процесс в биосфере, ведущий к увеличению ее свободной энергии за счет внешнего источника. Запасенная в продуктах фотосинтеза энергия – основной источник энергии для человечества. С разной степенью детальности описание фотосинтеза содержится на целом ряде энциклопедических и специализированных сайтов. Материалы, размещённые на сайтах: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_colier/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/); <http://ru.wikipedia.org/wiki/>, <http://www.ecosystema.ru>, а также работа Эдвардс Дж. и Уокер Д. (141), использовались мною для краткой характеристики физико-химических процессов и оценки роли фотосинтеза применительно к решению задач, поставленных в данной монографии.

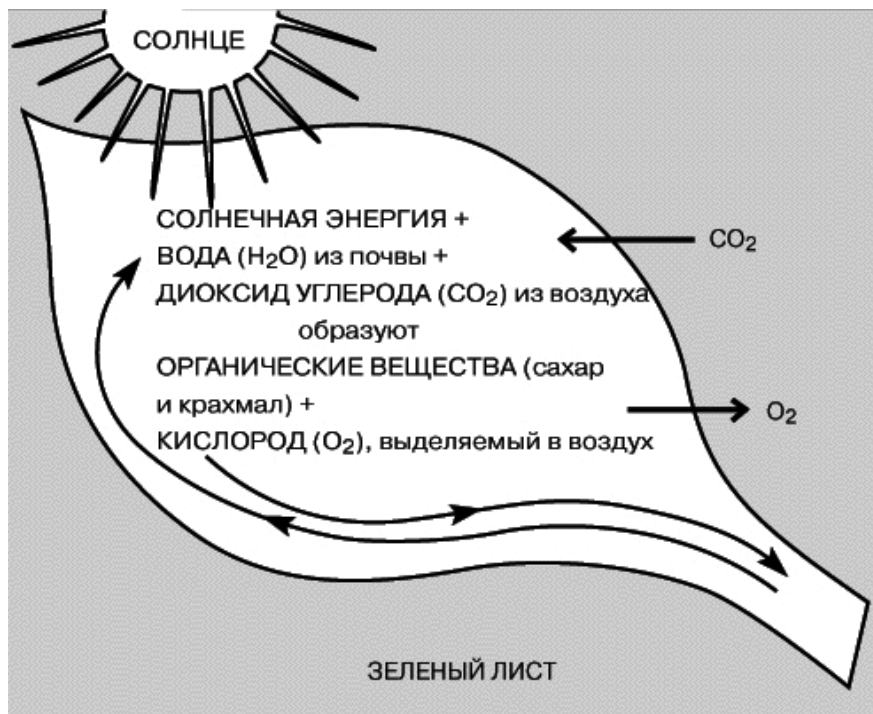
В основе фотосинтеза лежат окислительно-восстановительные реакции, в которых электроны переносятся от донора (например,  $H_2O$ ,  $H_2S$ ) к акцептору ( $CO_2$ ) с образованием восстановленных соединений (углеводов) и выделением кислорода (если донор электронов  $H_2O$ ) или серы (если донор электронов, например,  $H_2S$ ) и др.

Суммарное уравнение фотосинтеза выглядит так:

***вода + углекислый газ + свет + углеводы + кислород.***

Фотосинтез обуславливает круговорот в природе углерода, кислорода и других элементов. Он составляет материальную и энергетическую основу всего живого на планете. Ежегодно

в результате фотосинтеза в виде органических веществ связывается около  $8 \cdot 10^{10}$  т углерода, образуется до  $10^{11}$  т целлюлозы. Благодаря фотосинтезу растения суши образуют около  $1,8 \cdot 10^{11}$  т сухой биомассы в год. Примерно такое же количество биомассы растений образуется ежегодно в Мировом океане. Тропический лес вносит до 29% в общую продукцию фотосинтеза суши, а вклад лесов всех типов составляет 68%. Фотосинтез высших растений и водорослей – единственный источник атмосферного кислорода. Фотосинтезирующие организмы, используя солнечную энергию в реакциях фотосинтеза, определяют в конечном итоге всю сложность и разнообразие живого мира на Земле. Таким образом, благополучие биосферы и существование самого человечества зависит от состояния растительного покрова нашей планеты.



*Рис. 3.12. Схема фотосинтеза (<http://canabic.at.ua/publ/vyrashhivanie/fotoperiod/fotosintez/13-1-0-33>).*

Процесс фотосинтеза состоит из двух последовательных и взаимосвязанных этапов: светового (фотохимического) и темнового (метаболического). На первой стадии происходит преобразование поглощенной фотосинтетическими пигментами энергии квантов света в энергию химических связей высокоэнергетического соединения АТФ (Аденозинтрифосфат) и универсального восстановителя НАДФН (никотинамидадениндинуклеотид-фосфат) – собственно первичных продуктов фотосинтеза. В темновых реакциях фотосинтеза происходит использование образовавшихся на свету АТФ и НАДФН в цикле фиксации углекислоты и ее последующего восстановления до углеводов.

В рамках данной работы нам важно определить, от каких факторов зависит интенсивность фотосинтеза и каким образом мы можем способствовать её повышению. В первую очередь интенсивность фотосинтеза зависит от интенсивности и спектрального состава света, концентрации углекислого газа и кислорода, температуры, водного режима растения, минерального питания и других факторов окружающей среды. Адаптация фотосинтеза к этим факторам лежит в основе жизнедеятельности растения. В условиях, когда внешние факторы не лимитируют скорость фотосинтеза, его интенсивность достигает максимальной величины и целиком определяется ростовой функцией. В среднем листья поглощают 80-85% энергии фотосинтетически активной радиации (400-700 нм) и 25% энергии инфракрасных лучей, что составляет около 55% общей солнечной радиации. Однако непосредственно для фотосинтеза при этом используется только 1,5-2% поглощенной энергии.

Зависимость скорости фотосинтеза от интенсивности падающего света имеет форму логарифмической кривой. У светолюбивых растений максимальная скорость фотосинтеза наблюдается при освещении меньше яркого солнечного света. При дальнейшем увеличении интенсивности падающего света кривая скорости фотосинтеза постепенно выходит на плато и затем снижается (так называемое послеполуденное торможение). В большинстве растений углекислый газ, не-

посредственно участвуя в реакциях, связывается с рибуллозодифосфатом. Эти растения называются СЗ-растениями, поскольку комплекс “углекислый газ–рибулозодифосфат” расщепляется на две молекулы меньшего размера, каждая из которых состоит из трех атомов углерода. У некоторых растений (например, у кукурузы и сахарного тростника, а также у многих тропических трав, включая ползучий сорняк) цикл осуществляется по-другому. Дело в том, что углекислый газ в норме проникает через отверстия в поверхности листа, называемые устьицами. При высоких температурах устьица закрываются, защищая растение от чрезмерной потери влаги. В СЗ-растения при закрытых устьицах прекращается и поступление углекислого газа, что приводит к замедлению фотосинтеза и изменению фотосинтетических реакций. В случае же кукурузы углекислый газ присоединяется к трехуглеродной молекуле на поверхности листа, затем переносится во внутренние участки листа, где углекислый газ высвобождается. Благодаря этому довольно сложному процессу фотосинтез у кукурузы осуществляется даже в очень жаркую, сухую погоду. Растения, в которых происходит такой процесс, называются С4-растениями, поскольку углекислый газ в начале цикла транспортируется в составе четырехуглеродной молекулы. У С4-растений высокая скорость фотосинтеза наблюдается только при высоком уровне освещенности. У них отсутствует послеполуденное торможение фотосинтеза, а световая кривая не имеет насыщения на ярком солнечном свете.

При изменении условий освещения интенсивность фотосинтеза меняется, а фотосинтетический аппарат настраивается на новые условия на разных уровнях своей организации. Это важное адаптивное свойство позволяет растениям полнее использовать свет низких и умеренных интенсивностей и предохранять мембраны хлоропластов от повреждений при очень ярком свете, особенно если он сочетается с неблагоприятными факторами среды (низкой температурой, засухой и др.).

Зависимость фотосинтеза от температуры описывается одновершинной кривой. У растений умеренного пояса ин-

тенсивность фотосинтеза достигает максимума в интервале температур 20-25°C и снижается при дальнейшем повышении температуры. При температуре 40°C фотосинтез практически полностью тормозится, а при 45°C такие растения погибают. Однако растения, произрастающие в пустыне, способны осуществлять фотосинтез даже при температуре 58°C. У растений северных широт нижняя температурная граница фотосинтеза находится в пределах от -15°C (сосна, ель) до -0,5°C, а у тропических растений – в области низких положительных температур (4-8°C).

Фотосинтетическая функция зеленого растения лежит в основе формирования урожая. Изучение закономерностей роста и развития растений, находящихся в тесной взаимосвязи с процессами фотосинтеза, минерального питания и водного режима растения, – основное направление селекционно-генетических и агротехнических работ, проводимых в мировой сельскохозяйственной практике. Оптимизация условий водоснабжения и минерального питания ведет, прежде всего, к увеличению суммарных размеров фотосинтетической поверхности посева – площади листьев, увеличению оптической и геометрической плотности посевов, и, следовательно, более полному использованию ими приходящей энергии солнечного света и углекислого газа из воздуха.

Обоснование мероприятий, направленных на усиление факторов, увеличивающих продуктивность растений, и на уменьшение и устранение условий, ограничивающих их продуктивность, – главная задача разрабатываемой в нашей стране и за рубежом теории фотосинтетической продуктивности.

Автотрофные растения Мирового океана (занимающего площадь около 360 млн. км<sup>2</sup>) по приблизительным подсчетам способны ежегодно превращать в органическое вещество 20-155 млрд. т углерода. При этом они используют всего 0,11% падающей на поверхность Земли солнечной энергии. Наземные растения (растущие на площади около 150 млн. км<sup>2</sup>) ежегодно фиксируют 16-24 млрд. т углерода. В результате фотосинтеза на земном шаре ежегодно образуется более 150 млрд. т углеводов.

Кроме того, фотосинтез – единственный процесс, восполняющий убыль молекулярного кислорода из атмосферы в результате дыхания, горения и производственной деятельности человека. Ежегодная биологическая продукция кислорода составляет около 100 млрд. т. Однако увеличивающееся с каждым годом промышленное потребление кислорода достигает уже почти 5% от его биологической продукции.

### ***3.6. Почвообразование***

Почвообразование представляет собой длительный процесс превращение коры выветривания любых горных пород в почву под влиянием факторов почвообразования. Основатель современного почвоведения В.В. Докучаев считал, что, подобно минералам, растениям и животным, почвы представляют собой особые естественно-исторические тела. Почвы формируются под влиянием нескольких факторов почвообразования, действующих одновременно, к которым относятся: *материнская горная порода, климат, растительный и животный мир, рельеф, время и хозяйственная деятельность человека*. Изменчивость факторов почвообразования во времени и пространстве обусловила формирование разнообразных видов почв.

На начальном этапе доминируют процессы выветривания горных пород, которые превращают массивно-кристаллические породы в рыхлые осадочные. Порода приобретает свойства задерживать влагу и пропускать воздух. Однако при этом происходит обеднение коры выветривания элементами зольного питания растений. Вместе с продуктами выветривания элементы питания растений вымываются атмосферными осадками, переносятся водами в моря и океаны, где происходит их осаждение.

Почвообразовательный процесс начинается тогда, когда на горных породах, выходящих на поверхность, поселяются жи-

вые организмы. Ведущая роль в почвообразовательном процессе принадлежит высшим растениям и микроорганизмам. Корни растений проникают в горную породу, пронизывают большой ее объем и извлекают рассеянные в ней элементы зольного питания (фосфор, калий, кальций, магний, серу и др.). В результате биохимической деятельности микроорганизмов в породе появляется азот, который также потребляют растения. Таким образом, растения синтезируют органическое вещество из углекислого газа воздуха, воды, зольных элементов и азота. Как уже отмечалось в разделе 3.5. данной монографии, энергетической основой фотосинтеза является излучение Солнца. После отмирания растений их органические остатки, содержащие элементы питания, концентрируются в верхних слоях породы и разлагаются микроорганизмами. Часть продуктов разложения превращается в новые органические (гумусовые) вещества и накапливается в верхнем слое выветренных горных пород. Таким образом горные породы постепенно превращаются в почву. Процесс почвообразования происходит благодаря избирательной поглощательной способности растений, которая проявляется в том, что корни растений извлекают химические элементы не в тех соотношениях, в которых они содержатся в породе и почве, а в соответствии с биологическими особенностями растений. Вследствие чего, однородная минеральная масса горной породы постепенно приобретает новые состав, свойства, строение и превращается в особое природное тело – **почву**. Главное отличие почвы от горной породы в том, что она обладает *плодородием*. Оно обусловлено биологической аккумуляцией в верхнем слое элементов питания растений, а также появлением новых физических свойств, таких, как структура, рыхлость, влагоемкость и др.

Необходимо подчеркнуть, что почвообразование является специфическим *биосферным процессом*, и в результате его проявления почва приобретает ряд специфических черт, отсутствующих в других компонентах окружающей среды. К числу наиболее существенных черт такого рода относится

наличие в почве в тех или иных количествах специфического органического вещества – почвенного гумуса, которого нет в почвообразующей породе, и появление которого в почве является результатом почвообразовательного процесса. С накоплением гумуса связано накопление в почве одного из важнейших биофильных элементов – азота, который также отсутствует в почвообразующей породе.

Как уже отмечалось выше, почвообразовательный процесс протекает под влиянием внешних по отношению к почве природных условий – факторов почвообразования. Каждый из факторов оказывает свое специфическое влияние на процесс почвообразования, *без участия какого-либо из них почвообразование невозможно*. В этом смысле все факторы являются равнозначными и незаменимыми.

*Климатический фактор* определяет обеспеченность почвообразования влагой (атмосферные осадки) и энергией (солнечная радиация). Именно эти условия в большой степени определяют интенсивность протекающих в почве процессов. Известное правило Вант-Гоффа (голландский химик, 1852-1911), согласно которому при повышении температуры на 10 градусов скорость реакции увеличивается в 2-4 раза, справедливо и для почвенных процессов. Благоприятные гидротермические условия влияют на биогеоценозы, увеличивая их продуктивность, что в конечном итоге также влияет на интенсивность почвообразования.

*Рельеф* оказывает влияние на почвообразование как непосредственно, обуславливая перемещение почвенных масс по склону в результате эрозионно-аккумулятивных процессов, так и опосредованно, перераспределяя своими элементами тепло и влагу и формируя тем самым своеобразные климатические условия. При этом нужно иметь в виду, что сами формы рельефа в значительной мере определяются геологическим строением и составом подстилающих горных пород литосферы.

*Почвообразующая порода*, которую часто называют материнской, является той основой, на которой и из которой формирует-



ся почва. Минеральная часть в подавляющем большинстве почв составляет до 95% почвенной массы. Поэтому именно горная порода, выходящая на поверхность на конкретной территории, определяет химический, минералогический, гранулометрический состав почв. Физико-химические свойства породы в значительной степени определяют скорость почвообразования. Так, на лесовых отложениях при идентичности прочих условий эта скорость будет значительно выше, нежели на песках, так же как на элювии базальтов почвы будут формироваться значительно быстрее, чем на элювии гранитов.

*Функции организмов* в почвообразовании весьма обширны и разнообразны. Почвообразование является биогенным процессом, и оно начинается с момента поселения живых организмов на массивно-кристаллических или осадочных породах. Организмы являются единственным источником органического вещества, которое служит материалом для образования почвенного гумуса. Другая важная функция организмов базируется на способности живого вещества к избирательному поглощению элементов. Благодаря этому фундаментальному свойству организмы в существенной степени определяют химический состав почв.

*Антропогенное воздействие* на процесс почвообразования сводится в основном к механической обработке почв, внесению минеральных и органических удобрений, применению пестицидов и гербицидов, орошению и мелиорации, а также изъятию биологической продукции в виде урожая. В результате человеческая деятельность нарушает природные процессы почвообразования и разрывает естественные круговороты веществ и прежде всего биотический круговорот. В итоге снижается плодородие почв и происходит их деградация. Основными процессами снижения качества почв, в результате антропогенной деятельности, являются:

1. Уничтожение природных биогеоценозов, обеспечивающих естественный процесс почвообразования, в результате механической обработки почв и внесения химических средств защиты;

2. Усиление процессов ветровой и водной эрозии почв в результате уничтожения естественной растительности, которая своей корневой системой предохраняла почвенный горизонт от вышеуказанных процессов;
3. Химическое загрязнение почв в результате внесения минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов. Поступающие в почву химические соединения накапливаются и приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы, снижают численность живых организмов, ухудшают ее плодородие;
4. Засоление почв возникает в результате орошения и нарушения сложившегося природного равновесия водобмена в почвенном горизонте. Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30% орошаемых земель. Площадь засоленных почв в России составляет 36 млн. га (18% общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.
5. Заболачивание возникает из-за избыточного увлажнения почв. Процесс заболачивания начинается с изменения водно-воздушного режима, накопления влаги и возникновения анаэробных условий в почве и выражается в появлении признаков оглеения и в накоплении полуразложившихся растительных остатков торфа. Причиной заболачивания являются уничтожение древесной растительности, строительство гидротехнических сооружений и линейных объектов инфраструктуры (дороги, нефтепроводы, газопроводы и т.п.), нарушающие гидрологический режим в почвенном горизонте, неотрегулированное орошение.
6. Опустынивание по Б.Г.Розанову (1984 г.) представляет собой процесс необратимого изменения почвы и расти-

тельности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, а, следовательно, подрывается и способность биосистем восстанавливаться. По оценкам Розонова Б.Г. (1989) за исторический период человечество уже утратило около 2 млрд га некогда плодородных почв, превратив их в антропогенные пустыни и неудобные земли.

7. Отчуждение земель под строительство объектов техно- и социосферы (предприятия, жилищно-коммунальные и социальные объекты, инфраструктурные объекты (дороги, аэропорты, нефте- и газопроводы и т.п.). По оценкам Денисова В.В., под застройки отчуждено до 200 млн га земель, что составляет более 0.03 га на душу населения Земного шара (27).

Перечисленные выше факторы обуславливают общий процесс почвообразования, в котором отмечается ряд последовательных стадий, длительность и интенсивность которых определяются сочетанием факторов почвообразования в каждой конкретной точке Земли.

Стадия начального почвообразования характеризуется тем, что свойства почвенного тела, характерные для развитых почв, еще не сформировались. Мощность почвенного профиля невелика (обычно несколько сантиметров), а сам профиль слабо дифференцирован на горизонты, и их число невелико. В слабой степени выражена аккумуляция биофильных элементов.

Начальное почвообразование сменяется стадией развития почвы, которая протекает с нарастающей интенсивностью, охватывая все большую толщу почвообразующей породы. Эта стадия продолжается до формирования зрелой почвы с характерным для нее профилем и комплексом свойств.

Затем наступает стадия равновесия, когда почва приходит в состояние равновесия с комплексом факторов почвообразования, продолжительность которой может быть неопределенно долгой. На данной стадии поддерживается более или менее постоянное динамическое равновесие между почвой и другими компонентами окружающей среды, т.е. между существующими факторами почвообразования.

В результате длительных процессов почвообразования происходит разделение почвенной толщи на горизонты – однородные слои, обладающие одинаковым цветом, строением, структурой и другими признаками. Общий вид почвы со всеми почвенными горизонтами называется строением почвы. Совокупность генетических горизонтов образует генетический профиль почвы. Каждый вид почвы имеет вполне определенный характер почвенного профиля. Существует много систем выделения почвенных горизонтов и их буквенных обозначений. Наиболее распространенным в нашей стране является использование следующих символов генетических горизонтов почв (рис 3.13.):

Горизонт 0 (иногда обозначается А0) – самая верхняя часть почвенного профиля – лесная подстилка или степной войлок, представляющая собой опад растений на различных стадиях разложения.

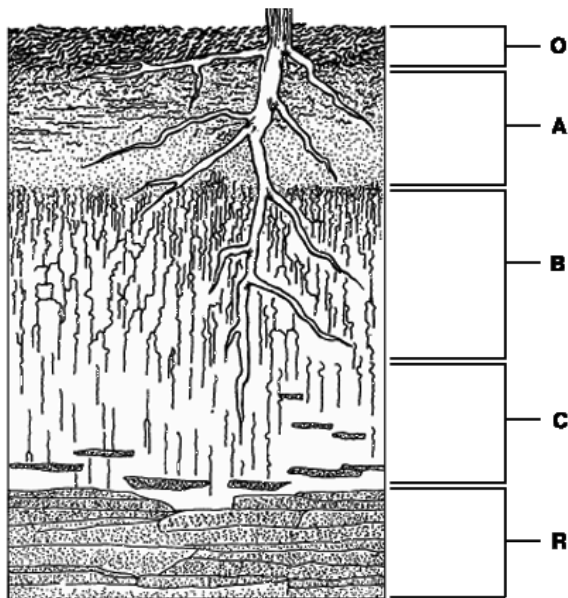
Горизонт А – гумусовый, наиболее темноокрашенный в почвенном профиле, в котором происходит накопление органического вещества в форме гумуса, тесно связанного с минеральной частью почвы. Цвет этого горизонта варьируется от черного, бурого, коричневого до светло-серого, что обусловлено составом и количеством гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 м и более. Поверхностный органогенный горизонт с содержанием органического вещества от 30 до 70%, состоящий из разложенных органических остатков (степень разложения – больше 50%) и гумуса с примесью минеральных компонентов, называют перегнойным горизонтом.

Органогенные горизонты различной степени разложения

органических остатков образуют переходные горизонты – торфянисто-перегнойные, перегнойно-гумусовые.

Горизонт A1 – минеральный гумусово-аккумулятивный, содержащий наибольшее количество органического вещества. В почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органоминеральных веществ, – верхний, темноокрашенный горизонт.

Горизонт A2 – подзолистый или осолоделый, элювиальный, формирующийся под влиянием кислотного или щелочного выветривания горных пород. Это сильно осветленный, бесструктурный или слоеватый рыхлый горизонт, обедненный гумусом и другими соединениями, а также илстыми частицами за счет вымывания их в нижележащие слои и относительно обогащенный остаточным кремнеземом.



*Рис. 3.13. Почвенный профиль (по [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/POCHVA.html?page=0.10](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/POCHVA.html?page=0.10))*

В связи с агротехнической деятельностью человека выделяют в почвах горизонт Ap – пахотный, измененный продол-

жительной обработкой, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину вспашки.

Горизонт В – располагающийся под элювиальным горизонтом, имеет иллювиальный характер. Это бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо структурированный горизонт, характеризующийся накоплением глины, окислов железа, алюминия и других коллоидных веществ за счет вымывания их из вышележащих горизонтов. В почвах, где не наблюдается существенных перемещений веществ в почвенной толще, горизонт В является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов и может подразделяться на В1 – горизонт с преобладанием гумусовой окраски, В2 – подгоризонт более слабой и неравномерной гумусовой окраски и В3 – подгоризонт окончания гумусовых затеков.

Горизонт Вк – горизонт максимальной аккумуляции карбонатов, обычно располагается в средней или нижней части профиля и характеризуется видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, редких конкреций.

Для почв с постоянно избыточным увлажнением выделяют горизонт G – глеевый, которое вызывает восстановительные процессы в почве и придает горизонту характерные черты – сизую, серовато-голубую или грязно-зеленую окраску, наличие ржавых и охристых пятен и т. д.

Горизонт С – материнская (почвообразующая) горная порода, затронутая процессами выветривания.

Горизонт R – материнская горная порода, не затронутая процессами выветривания.

Независимо от выбранной системы обозначения почвенных горизонтов применяются и словесные названия: гумусовый, подзолистый, глеевый, торфянистый, солонцовый, иллювиально-гумусовый, погребенный и т. д., которые широко распространены в почвенных исследованиях. Назва-

ния типов и подтипов почв в данной работе приведены в систематическом порядке по изданию: Почвы СССР. Отв. ред. Г.В.Добровольский. М., “Мысль”, 1979.

Состав почвы весьма сложен. В ней имеется не только твердая фаза, но также жидкая (почвенный раствор) и газовая (почвенный воздух). Твердая фаза представляет собой полидисперсную систему, в которой присутствуют относительно крупные обломки размером более 0,01 мм и высокодисперсные частицы размером менее 1 мкм. Компоненты разной крупности различаются механическими и физико-химическими свойствами. Минеральная часть очень разнородна и помимо обломков минералов исходных горных пород представлена также различными гипергенными новообразованиями. Почва состоит не только из минеральных, но и из органических соединений. Главное своеобразие почвы в том, что среди ее разнородных компонентов есть живые организмы.

Почва образуется и функционирует как система при сочетании взаимообусловленной жизнедеятельности разных групп организмов. Среди них организмы, осуществляющие фотосинтетическое продуцирование органического вещества (высшие растения); организмы, обеспечивающие деструкцию ежегодно отмирающих органов растений (почвенная мезофауна и животные); организмы, производящие глубокую трансформацию продуктов деструкции, вплоть до их полной минерализации с выделением  $\text{CO}_2$  и образованием специфических органических соединений почвы (микроорганизмы).

Обеспечение фотосинтезирующих организмов элементами почвенного питания связано с двумя важнейшими компонентами почвы. Первым из них является мертвое органическое вещество, из которого в результате жизнедеятельности мезофауны и микроорганизмов постепенно выделяются элементы, аккумулированные фотосинтетиками и необходимые для их воспроизводства. Благодаря взаимодействию фотосинтетиков и гетеротрофных организмов происходит циклическая миграция элементов в системе растительность – органическая часть почвы. Второй компонент почвы, являющийся источником

доступных форм химических элементов для высших растений, – дисперсные минеральные частицы, которые благодаря огромной поверхности в единице объема содержат значительное количество сорбированных химических элементов. Эти элементы не могут вымываться фильтрующимися через почву атмосферными осадками, но легко поглощаются корнями растений. Высокодисперсное минеральное вещество играет ответственную роль в механизме биологического круговорота элементов.

Весьма важное значение имеет микроморфология почв. Агрегированность почвенных частиц способствует сохранению и регулированию поступления воды и элементов питания в высшие растения. Система межагрегатных пустот и пор способствует свободному газообмену между почвой и приземным слоем тропосферы, выделению газообразных продуктов почвообразования, в первую очередь  $\text{CO}_2$ .

В заключении необходимо подчеркнуть, что наступление стадии равновесия не является заключительной в процессе почвообразования. Данная стадия отражает временно сложившееся относительное устойчивое равновесие факторов почвообразования. Достаточно произойти изменениям параметров состояния факторов почвообразования, а они происходят неизбежно в связи с эволюцией планеты Земля и человеческого общества, наступает стадия эволюции почв. По своему содержанию она может быть сопоставлена со стадией развития почвы. Ее итогом является новая стадия равновесия, которой соответствует новая почва с новым профилем и новым комплексом свойств. В случае эволюции новая почва образуется не непосредственно из почвообразующей породы, а из предшествующей почвы. Таких эволюционных смен почвообразования на одном субстрате может быть несколько, и необходимо отметить, что для большинства почв земного шара характерна именно такая история развития. В профиле таких почв часто можно встретить унаследованные от прошлых стадий реликтовые признаки, не связанные с современным этапом почвообразования.



Рис. 3.14. Система почвоохраняющих мероприятий (по Добровольскому Г.В. и Никитину Е.Д., 2006)

| Система почвоохраняющих мероприятий                                                                              |                                                                                   |                                                                                              |                                                                                                                    |                                                                                                                                    |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| УРОВНИ И ВИДЫ ОХРАНЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВ                                                                       |                                                                                   |                                                                                              |                                                                                                                    |                                                                                                                                    |  |
| Защита почв от прямого уничтожения                                                                               | Защита освоенных почв от качественной деградации                                  | Предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв                 | Восстановление деградированных освоенных почв                                                                      | Сохранение и восстановление естественных почв                                                                                      |  |
| Ограничение отвращения новых земель под строительство различных объектов                                         | Защита почв от водной и ветровой эрозии                                           | Оптимизация пищевого режима почв                                                             | Постановка точного диагноза патологии почв                                                                         | Резервирование целинных почв с целью ограничения и исключения их хозяйственного использования                                      |  |
| Установление объективных цен на земли, отводимые под строения, водохранилища, свалки и др.                       | Предотвращение деградации почв из-за нерационального проведения водных мелиораций | Оптимизация водного и теплового режима почв                                                  | Снятие дальнейшего действия факторов, вызвавших деградацию почв                                                    | Полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий                                                               |  |
| Ограничение и запрещение открытых работ полезных ископаемых                                                      | Предотвращение химического и радиоактивного загрязнения почв                      | Оптимизация газового режима почв                                                             | Временное исключение деградированных земель из активного хозяйственного использования                              | Исключение части освоенных земель и эродированных почв из хозяйственного использования и восстановление их естественного состояния |  |
| Максимальное использование для промышленных и других объектов ранее выведенных из биосферы территорий и участков | Защита почв от биологического загрязнения                                         | Поддержание биохимической активности и сохранение полноценной биоты почв                     | Биологизация почв и восстановление устойчивости их плодородия (внесение органических удобрений, травосеяние и др.) | Соблюдение особого режима использования и охраны высокобонитетных и "опытных" почв                                                 |  |
| Своевременное проведение рекультиваций в полном объеме и полная ответственность за их невыполнение               |                                                                                   | Оптимизация физического состояния почв и предотвращение их обесструктурирования и уплотнения |                                                                                                                    | Организация новых комплексов и почвенных заказников, заповедников, памятников природы и др.                                        |  |

Знание закономерностей образования почв и в особенности негативное влияние на указанный процесс человеческой деятельности позволяет разработать мероприятия по сохранению и восстановлению почв. При этом важно, чтобы мероприятия носили системный и комплексный характер, базирующиеся на анализе всей совокупности факторов приводящих или могущих привести к деградации почв.

Добровольский Г.В. и Никитин Е.Д. выделяют пять уровней охраны и восстановления почв (29):

1. Защита почв от прямого уничтожения;
2. Защита освоенных почв от качественной деградации;
3. Предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв;
4. Восстановление деградированных освоенных почв;
5. Сохранение и восстановление естественных почв.

Предлагаемая указанными авторами система почвосохраниющих мероприятий в схематическом виде приведена на рис. 3.14.

Как следует из приведенной схемы, почвосохраниющие мероприятия включают в себя более 20 видов охраны и восстановления почв. Представляется крайне необходимым провести подобный анализ применительно ко всем остальным компонентам окружающей среды (как природным, так и антропогенным – см. гл.2) силами ведущих специалистов соответствующих направлений знаний. Обобщение полученных результатов анализа позволило бы сформулировать общие принципы сохранения и восстановления окружающей среды в целом.

### ***3.7. Биологическое разнообразие***

Биоразнообразие представляет собой разнообразие жизни на планете Земля во всех её проявлениях. При этом под биоразнообразием понимают разнообразие на всех уровнях организации живого:

- генетическое разнообразие (разнообразие генов и их вариантов – аллелей);
- разнообразие видов в биоценозах;
- разнообразие самих биоценозов в биосфере.

Величина биоразнообразия как внутри вида, так и в рамках всей биосферы признана в биологии одним из главных показателей жизнеспособности вида и биосистемы в целом и получила название “Принцип биологического разнообразия”. Действительно, при большом однообразии характеристик особей внутри одного вида (от человека до растений и микробов) любое существенное изменение внешних условий (климат, эпидемия, питательная база и пр.) более критично скажется на выживаемости вида, чем в случае, когда последний имеет большую степень биологического разнообразия. Данное утверждение справедливо к любому уровню организации биосферы.

Жизнь, как устойчивое планетарное явление, возможна лишь в том случае, когда она разнообразна. Сохранение биологического разнообразия – непереносимое условие сохранения и развития естественных биосистем, существования всей жизни в целом.

При этом необходимо констатировать, что на сегодня мы точно не знаем количество видов живого, населяющих нашу планету. Трехлетние исследования, проведенные при поддержке Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), международной группой учёных (Камило Мора из университета, Борис Уорма из канадского университета Далхаузи, и др.), позволили провести оценку общего количества видов живого на планете Земля (Camilo Mora, Derek P. Tittensor, Sina Adl, Alastair G. B. Simpson, Boris Worm. How many species are there on Earth and in the Ocean? // PLoS Biology, 2011. 9(8): 1-8.). В своём исследовании биологи опирались на структурное распределение 1,2 миллиона видов, занесенных в каталог земной жизни (Catalogue of Life) и мировой реестр морских видов (World Register of Marine Species). Ученые предположили, что по хорошо изученным группам животных

и растений можно примерно оценить, сколько видов должно существовать в роде, сколько родов в семействе и так далее. В результате биологи получили данные о количестве “недостающих” видов. Согласно исследованию, всего на планете обитает 7,77 миллиона животных, из которых описано около миллиона. Из предполагаемых 298 тысяч видов растений систематизированы чуть больше 215 тысяч. При этом 95% видов грибов и 60% одноклеточных животных, по оценкам авторов, остаются не открытыми.

Необходимость сохранения биологического разнообразия, как основы устойчивого развития жизни на Земле получило признание практически у всего мирового сообщества. Это привело к тому, что 5 июня 1992 года в Рио-де-Жанейро была принята Конвенция о биологическом разнообразии – международное соглашение, которое подписало 145 государств. В 1995 году Россия также ратифицировала эту конвенцию.

В преамбуле конвенции в частности констатируется:

- *сознавая непреходящую ценность биологического разнообразия, а также экологическое, генетическое, социальное, экономическое, научное, воспитательное, культурное, рекреационное и эстетическое значение биологического разнообразия и его компонентов;*
- *сознавая также большое значение биологического разнообразия для эволюции и сохранения поддерживающих жизнь систем биосфер;*
- *подтверждая, что сохранение биологического разнообразия является общей задачей всего человечества;*
- *отмечая, что необходимо предвидеть, предотвращать и устранять причины значительного сокращения или утраты биологического разнообразия в их источнике;*
- *преисполненные решимости сохранить и устойчиво использовать биологическое разнообразие в интересах нынешнего и будущих поколений.*

На основе приведённой констатации мировым сообществом в качестве основной цели конвенции признаётся необходимость **сохранения биологического разнообразия.**

В России для реализации конвенции о биологическом разнообразии принята Национальная стратегия сохранения биоразнообразия, в которой определены важнейшие для человечества функции биосистем:

- *Средообразующая функция* заключается в поддержании биосферных процессов на Земле и формировании благоприятных для жизни человека условий. Указанная функция признаётся ключевой для человечества, поскольку современные параметры состояния компонентов окружающей среды на Земле являются результатом длительной эволюции и непрерывной работы живой природы на протяжении миллиардов лет. При этом биосфера выполняет роль регулятора и удерживает параметры окружающей среды в узком диапазоне значений, в котором может существовать человек как один из видов живого.
- *Продукционная функция* заключается в создании биологической продукции. Человек получает продукты питания и сырье для различных отраслей хозяйства как из природы (лес, рыба, продукция охотничьего промысла и др.), так и с помощью специально созданных биосистем на основе различных биотехнологий, включая сельскохозяйственные. Многие полезные ископаемые, включая нефть, газ, уголь, являются результатом жизнедеятельности природных биосистем в прошлые геологические эпохи.
- *Информационная функция* заключается в сохранении информации о структуре и функционировании биологических и экологических систем (включая генетическую информацию), накопленной в результате длительной эволюции биосферы. Сегодня человек использует в научных и образовательных целях, а также для развития биотехнологий лишь незначительную часть этой информации. В будущем эта функция будет приобретать все большее значение.
- *Духовно-эстетическая функция* заключается в огромном влиянии живой природы на развитие всей культу-

ры человечества, включая ее эстетические и этические аспекты, а также в формировании комфортного для человека окружающей среды.

Устойчивое существование биосистем и эффективное выполнение ими выше перечисленных функций обеспечивается их разнообразием. Сокращение биоразнообразия и исчезновение ключевых компонентов биосистем приводит к нарушению их функционирования, утрате устойчивости и деградации.

Преобладающими причинами потери биоразнообразия и деградации биологических систем является антропогенное воздействие в виде: широкомасштабной вырубki и сжигании лесов, разрушении коралловых рифов, неконтролируемого рыболовства, чрезмерного потребления биоресурсов, незаконной торговли видами дикой фауны и флоры, использования пестицидов, осушения болот, загрязнения воздуха, вовлечения территорий с нетронутой природы для производства сельхозпродукции, строительства городов и объектов инфраструктуры, эмиссия в окружающую среду токсичных для живого продуктов деятельности человека.

С 2000 по 2005 год по решению Генеральной Ассамблеи ООН была реализована программа “Оценка экосистем на пороге тысячелетия”. В подготовке итогового доклада приняли участие около 2000 специалистов и экспертов со всего мира. Основные выводы по итогам работ в кратком виде представлены в докладе “Экосистемы и благосостояние человека”. При этом авторы доклада констатируют: *“На протяжении последних 50 лет люди изменяли экосистемы более быстро и интенсивно, чем в любой другой сравнимый период времени в человеческой истории, в основном, чтобы удовлетворять быстро растущие потребности в продовольствии, чистой воде, древесине, волокне и топливе. Это привело к существенным и во многом необратимым потерям в разнообразии жизни на Земле”* (выделено мною – А.Ш.).

Относительно проблем биологического многообразия авторы пришли к следующим выводам:

1. Человечество фундаментально и в значительной мере необратимо изменяет разнообразие жизни на Земле, и многие из этих изменений представляют собой утрату биоразнообразия.
2. Более двух трети территории в двух из четырнадцати мировых земных биомов и более чем половина территории четырех других биомов были преобразованы к 1990 г. главным образом в сельскохозяйственные земли.
3. В ряде таксономических групп снижается либо размер популяции, либо ареал, либо оба показателя для большинства видов в настоящее время сокращаются.
4. Распределение видов по земному шару становится более гомогенным, другими словами, набор видов в любом отдельно взятом регионе мира становится схожим с набором в других регионах, главным образом в результате как намеренной, так и непреднамеренной в связи с растущим количеством путешествий и развитием мореходства интродукции видов.
5. Количество видов на планете сокращается. В течение последних нескольких столетий люди ускорили темпы их исчезновения не менее чем в 1000 раз по сравнению с фоновыми темпами, типичными для истории планеты. Похоже, что пресноводные экосистемы имеют наиболее высокую долю видов, которым угрожает исчезновение.
6. Генетическое разнообразие глобально снизилось, особенно среди культивируемых видов. (30)

По итогам выполненных исследований также была проведена оценка стоимости природных активов Земли и оценена их роль в развитии человеческого общества. Отметим следующие выводы, полученные по результатам оценки биосистемных услуг:

- Согласно оценкам, биосистемы оказывают важнейшие услуги стоимостью от 21 трлн. долл. США до 72 трлн. долл. США в год – что сопоставимо со всемирным валовым национальным доходом за 2008 год, который составлял 58 трлн. долл. США.

- Водно-болотные угодья, половина которых была осушена за последнее столетие, что зачастую делалось в интересах сельского хозяйства, ежегодно оказывают услуги почти на 7 трлн. долл. США.
- Покрытые лесами водно-болотные угодья перерабатывают больше сточных вод на единицу энергии и почти в 22 раза превосходят по коэффициенту затрат-выгод традиционные методы песчаной фильтрации на водоочистных сооружениях.
- Прибрежные водно-болотные угодья в Соединенных Штатах, которые помимо оказания других услуг обеспечивают защиту от ураганов, ежегодно оказывают услуги, оценивающиеся в 23 млрд. долл. США.
- В Индии мангровые заросли, служащие защитой от ураганов, снижают ущерб для отдельных домашних хозяйств с 153 долл. США до, в среднем 33 долл. США на домашнее хозяйство в районах с неповрежденными мангровыми зарослями.
- Осуществляя опыление, пчелы и другие насекомые оказывают услуги, способствующие росту сельскохозяйственного производства, по крайней мере на 153 млрд. долларов США в год.

Таким образом, биологическое многообразие является необходимым условием устойчивого существования живого на Земле. Применительно к человечеству важно констатировать, что именно сложившееся на данном этапе эволюции нашей планеты биологическое разнообразие обеспечивает существование самого человека. В связи с этим нам необходимо ввести антропогенное воздействие на окружающую среду и, прежде всего на биосферу, в такие рамки, которые сохраняют вектор эволюции биосферы, включающего в себя *Homo sapiens* как органически составляющий элемент, а не злокачественную опухоль, являющуюся источником “заболеваний” биосферы, приводящих в итоге к потере её разнообразия.



## **Глава 4. Антропогенное воздействие на окружающую среду.**

Хозяйственная деятельность человека приводит к изменению параметров качества окружающей среды в общепланетарном масштабе. Масштабы и виды антропогенного воздействия на окружающую среду огромны, что дало основание В.И. Вернадскому рассматривать человека как ведущую геологическую силу, преобразующую лик Земли (12). В общем виде влияние человека на окружающую среду определяется термином “антропогенное воздействие”.

По своему характеру антропогенное воздействие можно разделить на два типа:

- Нарушение целостности природных систем путем изъятия части отдельных компонентов окружающей среды для удовлетворения потребностей человека;
- Перемещение в природные и антропогенные компоненты окружающей среды вещественных, энергетических и информационных отходов антропогенной деятельности.

Первый тип проявляется в техногенном изменении ландшафтов, вовлечении земель в сельскохозяйственное производство, добыче месторождений полезных ископаемых, водопотреблении, изъятии биоресурсов (растительных и животных), использовании солнечной энергии и тепловой энергии земных недр и т.д.

При этом все природные ресурсы классифицируются по двум основным признакам: 1) истощаемости; 2) возобновляемости.

К практически неисчерпаемым ресурсам относятся солнечная радиация, гравитационное поле, атмосфера, гидросфера, геотермальная энергия, энергия приливов и движения воздушных масс. Однако это все относительно. В результате антропогенного воздействия изменяется состав атмосферного воздуха, которое может вызвать планетарные изменения климата (парниковый эффект), ухудшается качество питьевой

воды (особенно в поверхностных водоемах). Неизвестны отдаленные последствия интенсивного использования ветровой энергии. Таким образом, понятие о неисчерпаемости ресурсов имеет довольно ограниченное значение.

К исчерпаемым ресурсам относится минеральное сырье, полезные ископаемые, различные виды биологических ресурсов.

К возобновляемым ресурсам относятся такие, которые создаются под воздействием солнечной энергии: атмосферные осадки, тепло, гидроэнергия, движение атмосферных масс, почва и все живые организмы, включая человека.

К невозобновляемым ресурсам относится большинство полезных ископаемых, образовавшихся в ходе эволюции земной коры, продукты древней биосферы (уголь, нефть, природный газ). Ясно, что все невозобновляемые ресурсы являются исчерпаемыми.

По оценкам Т.А. Акимовой и В.В. Хаскина, общая масса вещества, перемещаемого человеком, достигла 4 триллионов тонн в год. Общая масса извлекаемых из недр и перемещаемых по поверхности материалов превышает средний объем вулканической деятельности (1). Антропогенное воздействие захватывает все компоненты окружающей среды и имеет общепланетарный характер. Для подтверждения сказанного достаточно привести данные по антропогенному воздействию на отдельные компоненты окружающей среды.

Обратимся, прежде всего, к педосфере, благодаря которой происходит аккумуляция солнечной энергии в растениях и обеспечивает питание живое, включая человека. Общая площадь земной поверхности нашей планеты составляет около 51 млрд. га. Площадь всей суши составляет 14,9 млрд. га. Вся остальная территория (более 70%) находится под водой. Исключая Антарктиду, в распоряжении человека находится только 13,4 млрд. га, что составляет 26% площади поверхности Земли.

Площади сельхозугодий (пашня, сады и плантации, луга, пастбища) составляют лишь 9% земельных ресурсов мира (т.е. на 1 жителя в среднем приходится около 0.3 га).

Деградация почв вследствие антропогенного воздействия происходила на протяжении всей истории человечества. В результате нерационального землепользования человечество за исторический период своего развития уже потеряло от 1,5 млрд до 2 млрд га некогда продуктивных земель, т. е. больше, чем вся современная площадь пашни. И в наши дни в результате деградации почвы из мирового сельскохозяйственного оборота ежегодно выбывает в среднем 8–10 млн, а по максимальным оценкам – даже 15–20 млн га продуктивных земель. Они превращаются в пустоши или пустыни либо идут под застройку. По экспертным оценкам уменьшение плодородия почв ныне наблюдается на 30–50 % всей поверхности суши (Максаковский В.П., 2009). При таких темпах деградации почвенный покров планеты, как считают некоторые ученые, может быть полностью истощен уже через 100 лет. Особенно велики потери почвы в развивающихся странах с их быстро растущим населением и отсталой агротехникой. В результате, по оценке ООН, только прямые потери от деградации почв ежегодно составляют около 40 млрд. долл.

Второй тип антропогенного воздействия проявляется в выбросах и сбросах загрязняющих веществ, эмиссии отходов производства и жизнедеятельности человека в окружающую среду, создании аномальных физических полей (термальных, шумовых, электромагнитных и др.), создании возмущений в информационных полях, включая и мутации в биосфере.

При этом нужно иметь в виду, что эмиссия продуктов человеческой деятельности в окружающую среду проявляется в двух вариантах.

Первый – эмиссия в результате социально-экономической деятельности, вызванная функционированием всех созданных человеком искусственных объектов. Указанный вид воздействий регламентируется через систему нормирования, когда по каждому производственному или иному виду воздействия устанавливается определенный норматив, который считается допустимым, исходя из устойчивости (емкости) компонентов окружающей среды к данному виду воздействия на конкретной территории.

Второй вариант, когда эмиссия возникает в результате возникновения нарушений в функционировании объектов техносферы, социосферы или информационной сферы. Причиной таких нарушений может быть, с одной стороны деятельность человека (нарушение технологических режимов, ошибки проектирования и т.д., все то, что называют человеческим фактором). С другой стороны, причиной нарушений может быть эволюция компонентов окружающей среды, которая также приводит к сбоям в функционировании созданных человеком объектов.

К сожалению, зачастую вышеуказанные нарушения проявляются в виде катастрофических явлений, которые в первом случае называют “техногенные”, а во втором – “природные”. Конечно, масштабность таких эмиссий различна, и в зависимости от последствий выделяют залповые, аварийные и катастрофические воздействия на окружающую среду.

Выделить виды человеческой деятельности, оказывающие воздействие на окружающую среду, только первого или второго типа практически невозможно. Дело в том, что любой вид человеческой деятельности оказывает прямое или опосредованное влияние на все компоненты окружающей среды. Любое изъятие природных ресурсов сопровождается вещественной, энергетической или информационной эмиссией, что приводит к возмущениям в эволюции компонентов окружающей среды.

Как уже отмечалось выше, возмущения в компонентах окружающей среды может вызывать как деятельность человека, так и эволюция природных компонентов окружающей среды. Однако, как следует из названия данного раздела, все эти возмущения рассматриваются как антропогенное воздействие на окружающую среду. Основаниями для такого подхода является то, что человек как единственный представитель живого мира, способный к абстрактному мышлению, несет ответственность за экологически безопасное функционирование создаваемых им объектов техносферы, не только с точки зрения соблюдения технологических регламентов, но и с точки зрения учета возможно-

го негативного влияния на объекты техносферы эволюционных процессов, происходящих в окружающей природной среде.

Рассмотрим масштабы эмиссии человеческой деятельности в окружающую среду на примере атмосферы. В качестве источника используем Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации” за 2009 год. В таблице 4.1. приведены масштабы эмиссии загрязняющих веществ с 2006 по 2009 гг. Общий масштаб выбросов загрязняющих веществ за указанный временной промежуток менялся не существенно и составлял около 20 млн т/год.

**Таблица 4.1.**

**Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников по видам экономической деятельности, тыс. т**

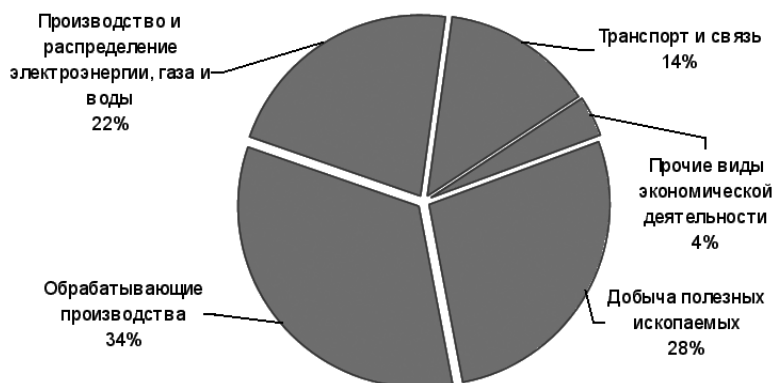
| Вид экономической деятельности                                               | 2006 г.        | 2007 г.        | 2008 г.        | 2009 г.        |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Всего по Российской Федерации</b>                                         | <b>20568,4</b> | <b>20636,9</b> | <b>20103,3</b> | <b>19021,2</b> |
| <i>Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство</i>                          | <i>129,3</i>   | <i>118,2</i>   | <i>124,8</i>   | <i>127,5</i>   |
| – Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях           | 103,2          | 100,7          | 110,2          | 114,8          |
| – Лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области                     | 26,1           | 17,5           | 14,5           | 12,6           |
| <b>Добыча полезных ископаемых</b>                                            | <b>6027,1</b>  | <b>6244,8</b>  | <b>5567,2</b>  | <b>5238,6</b>  |
| Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых                           | 5509,3         | 5737,9         | 5092,9         | 4867,8         |
| – Добыча каменного угля, бурого угля и торфа                                 | 904,0          | 1063,0         | 1117,3         | 1062,8         |
| в т. ч. добыча каменного угля                                                | 877,0          | 1028,7         | 1083,2         | 1007,0         |
| обогащение и агломерация каменного угля                                      | 12,4           | 22,6           | 21,2           | 43,8           |
| – Добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этих областях | 4585,9         | 4655,8         | 3958,2         | 3788,8         |

| <b>Вид экономической деятельности</b>                                                                     | <b>2006 г.</b> | <b>2007 г.</b> | <b>2008 г.</b> | <b>2009 г.</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| в т. ч. добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа; извлечение фракций из нефтяного (попутного) газа | 3673,4         | 3705,5         | 3108,8         | 3029,1         |
| добыча природного газа и газового конденсата                                                              | 473,4          | 507,6          | 436,8          | 405,6          |
| – Добыча урановой и ториевой руд                                                                          | 19,4           | 19,2           | 17,4           | 16,2           |
| Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических                                                 | 517,8          | 507,0          | 474,3          | 370,8          |
| – Добыча металлических руд                                                                                | 433,6          | 418,1          | 386,1          | 297,0          |
| – Добыча прочих полезных ископаемых                                                                       | 84,2           | 88,8           | 88,2           | 73,8           |
| <b>Обрабатывающие производства</b>                                                                        | <b>7167,9</b>  | <b>7205,1</b>  | <b>6829,4</b>  | <b>6353,5</b>  |
| Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака                                                 | 144,6          | 146,1          | 140,2          | 144,9          |
| Текстильное и швейное производство                                                                        | 14,3           | 11,3           | 9,7            | 8,6            |
| Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви                                                   | 3,5            | 3,7            | 3,5            | 3,3            |
| Обработка древесины и производство изделий из дерева                                                      | 84,2           | 85,5           | 85,5           | 78,3           |
| Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность                             | 162,2          | 152,9          | 148,9          | 152,5          |
| – Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них                               | 161,4          | 151,6          | 147,5          | 151,1          |
| Производство кокса и нефтепродуктов и ядерных материалов                                                  | 793,2          | 859,5          | 853,1          | 701,5          |
| – Производство кокса и нефтепродуктов                                                                     | 764,4          | 829,8          | 816,5          | 663,2          |
| в т. ч. производство кокса                                                                                | 36,9           | 35,3           | 34,8           | 32,7           |
| производство нефтепродуктов                                                                               | 727,5          | 794,5          | 781,7          | 630,5          |
| Химическое производство                                                                                   | 368,9          | 374,3          | 351,3          | 332,2          |
| Производство резиновых и пластмассовых изделий                                                            | 18,2           | 18,4           | 17,4           | 15,0           |
| Производство прочих неметаллических минеральных продуктов                                                 | 497,6          | 520,8          | 462,6          | 403,5          |

| <b>Вид экономической деятельности</b>                                              | <b>2006 г.</b>       | <b>2007 г.</b>       | <b>2008 г.</b>       | <b>2009 г.</b>       |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий         | 4787,9               | 4751,4               | 4496,3               | 4303,8               |
| – Металлургическое производство                                                    | 4756,3               | 4722,3               | 4469,1               | 4278,7               |
| в т. ч. производство чугуна, стали и ферросплавов                                  | 1668,6               | 1636,3               | 1555,2               | 1452,2               |
| производство цветных металлов                                                      | 3052,6               | 3048,9               | 2880,4               | 2796,1               |
| – Производство готовых металлических изделий                                       | 31,6                 | 29,1                 | 27,2                 | 25,1                 |
| Производство машин и оборудования                                                  | 102,6                | 106,0                | 96,0                 | 76,2                 |
| Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования          | 53,7                 | 48,3                 | 41,3                 | 33,5                 |
| Производство транспортных средств и оборудования                                   | 116,4                | 108,3                | 104,4                | 82,5                 |
| Прочие производства                                                                | 20,5                 | 18,5                 | 19,3                 | 17,7                 |
| – Обработка вторичного сырья                                                       | 5,6                  | 5,7                  | 6,4                  | 6,3                  |
| <b><i>Производство и распределение электроэнергии, газа и воды</i></b>             | <b><i>4352,9</i></b> | <b><i>4206,0</i></b> | <b><i>4462,2</i></b> | <b><i>4140,7</i></b> |
| – Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды | 4303,4               | 4162,9               | 4419,0               | 4096,4               |
| в т. ч. производство, передача и распределение электроэнергии                      | 3155,2               | 2923,5               | 3129,0               | 2736,6               |
| производство и распределение газообразного топлива                                 | 18,4                 | 37,5                 | 38,3                 | 40,2                 |
| – Сбор, очистка и распределение воды                                               | 49,5                 | 43,1                 | 43,2                 | 44,3                 |
| <b><i>Транспорт и связь</i></b>                                                    | <b><i>2150,2</i></b> | <b><i>2211,1</i></b> | <b><i>2475,2</i></b> | <b><i>2605,9</i></b> |
| – Деятельность сухопутного транспорта                                              | 1954,6               | 1986,8               | 2247,2               | 2378,9               |
| в т. ч. транспортирование по трубопроводам                                         | 1837,8               | 1851,5               | 2107,5               | 2240,8               |
| из них транспортирование по трубопроводам нефти и нефтепродуктов                   | 108,1                | 110,1                | 104,2                | 112,7                |
| транспортирование по трубопроводам газа и продуктов его переработки                | 1729,6               | 1739,5               | 1997,7               | 2128,0               |

| Вид экономической деятельности                                             | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг</i>     | 390,2   | 283,7   | 286,3   | 169,6   |
| – Операции с недвижимым имуществом                                         | 238,6   | 174,7   | 161,6   | 119,1   |
| <i>Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг</i> | 59,1    | 55,2    | 67,9    | 89,9    |
| – Удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность                 | 55,0    | 52,0    | 65,2    | 86,0    |

По объемам выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников на первом месте располагаются “обрабатывающие производства” (третья часть суммарного объема по России) за счет металлургического производства. Другой крупный блок источников загрязнения атмосферы образуют производства по “добыче полезных ископаемых” (28%), в первую очередь предприятия, занимающиеся добычей сырой нефти и нефтяного (попутного) газа. Значительные объемы выбросов в атмосферу характерны для предприятий электроэнергетики и трубопроводного транспорта (рис. 4.1.)



**Рис. 4.1. Вклад основных видов деятельности в суммарные выбросы вредных веществ в атмосферу стационарными источниками Российской Федерации в 2009 г.**



Выбросы таких объёмов загрязняющих веществ привело к тому, что в 34 городах РФ с общим числом жителей 9,7 млн. человек уровень загрязнения атмосферы ИЗА равен или превышает 14 (табл. 4.2).

**Таблица 4.2.**  
**Список городов РФ с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха в 2009 г.**

| № п/п | Город                  | Субъект Российской Федерации             | Вещества, определяющие высокий уровень загрязнения атмосферы |
|-------|------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1     | Ачинск                 | Красноярский край                        | ВВ, БП, Ф                                                    |
| 2     | Белоярский             | Ханты-Мансийский автономный округ – Югра | Ф                                                            |
| 3     | Благовещенск           | Амурская область                         | БП, Ф                                                        |
| 4     | Братск                 | Иркутская область                        | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф, НГ                              |
| 5     | Екатеринбург           | Свердловская область                     | NO <sub>2</sub> , БП, ЭБ, Ф                                  |
| 6     | Зима                   | Иркутская область                        | NO <sub>2</sub> , БП, Ф                                      |
| 7     | Иваново                | Ивановская область                       | БП, фенол, Ф                                                 |
| 8     | Иркутск                | Иркутская область                        | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф                                  |
| 9     | Красноярск             | Красноярский край                        | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф                                  |
| 10    | Курган                 | Курганская область                       | БП, сажа, Ф                                                  |
| 11    | Кызыл                  | Республика Тыва                          | ВВ, БП, Ф                                                    |
| 12    | Лесосибирск            | Красноярский край                        | ВВ, БП, фенол, Ф                                             |
| 13    | Магадан                | Магаданская область                      | БП, Ф                                                        |
| 14    | Магнитогорск           | Челябинская область                      | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф                                  |
| 15    | Минусинск              | Красноярский край                        | БП, Ф                                                        |
| 16    | Нерюнгри               | Республика Саха (Якутия)                 | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф                                  |
| 17    | Нижнекамск             | Республика Татарстан                     | БП, Ф                                                        |
| 18    | Нижний Тагил           | Свердловская область                     | БП, NH <sub>3</sub> , фенол, Ф,                              |
| 19    | Новокузнецк            | Кемеровская область                      | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф, НГ                              |
| 20    | Норильск               | Красноярский край                        | SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>                            |
| 21    | Новочеркасск           | Ростовская область                       | ВВ, БП, СО, Ф                                                |
| 22    | Петровск-Забайкальский | Забайкальский край                       | БП                                                           |
| 23    | Радужный               | Ханты-Мансийский автономный округ        | Ф                                                            |

|    |                  |                                 |                                   |
|----|------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 24 | Салехард         | Ямало-Ненецкий автономный округ | Ф, БП                             |
| 25 | Саратов          | Саратовская область             | NO <sub>2</sub> , БП, Ф           |
| 26 | Селенгинск       | Республика Бурятия              | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф       |
| 27 | Ставрополь       | Ставропольский край             | БП, Ф                             |
| 28 | Тюмень           | Тюменская область               | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф       |
| 29 | Улан-Удэ         | Республика Бурятия              | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф       |
| 30 | Уссурийск        | Приморский край                 | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП          |
| 31 | Чегдомын, п.г.т. | Хабаровский край                | ВВ, БП, Ф                         |
| 32 | Черногорск       | Республика Хакасия              | БП, Ф                             |
| 33 | Чита             | Забайкальский край              | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф       |
| 34 | Южно-Сахалинск   | Сахалинская область             | ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, сажа, Ф |

*Примечание: Ф – формальдегид, ВВ – взвешенные вещества, БП – бенз(а)пирен, HF – фторид водорода, CO – оксид углерода, NO<sub>2</sub> – диоксид азота, NH<sub>3</sub> – аммиак, ЭБ – этилбензол, SO<sub>2</sub> – диоксид серы.*

Дадим также краткую характеристику эмиссии загрязняющих веществ в гидросферу. Ниже в таблице 4.3. приведены данные по объемам сброса сточных вод в поверхностные водоёмы в целом по России и по отдельным видам экономической деятельности.

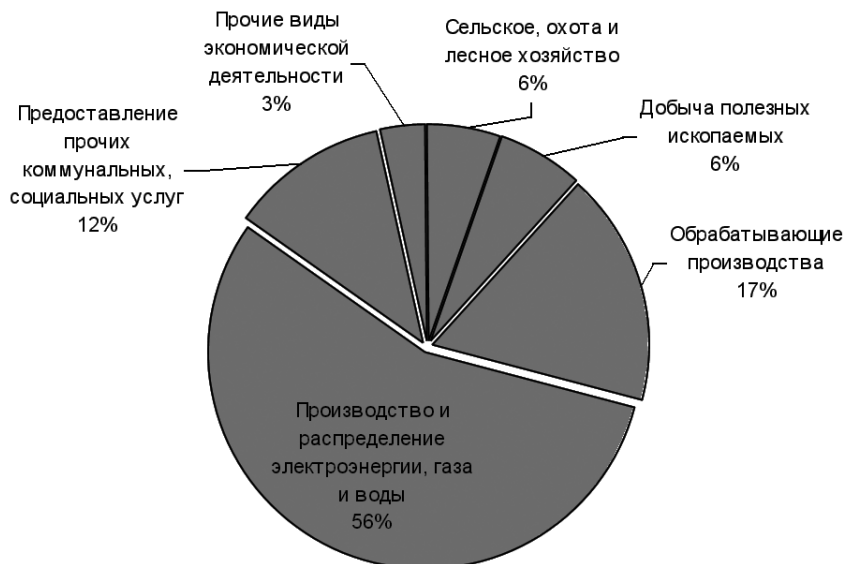
**Таблица 4.3.**  
**Объемы сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водоемы по видам экономической деятельности, млн. м<sup>3</sup>**

| Вид экономической деятельности                                     | 2006 г.         | 2007 г.         | 2008 г.         | 2009 г.         |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Всего по Российской Федерации</b>                               | <b>17488,77</b> | <b>17176,25</b> | <b>17119,48</b> | <b>15853,56</b> |
| <b>Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство</b>                | <b>1137,20</b>  | <b>1039,23</b>  | <b>1037,69</b>  | <b>875,91</b>   |
| – Сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях | 1135,63         | 1038,66         | 1037,20         | 875,66          |
| – Лесное хозяйство и предоставление услуг в этой области           | 1,57            | 0,57            | 0,49            | 0,25            |
| <b>Добыча полезных ископаемых</b>                                  | <b>963,60</b>   | <b>1074,87</b>  | <b>1083,86</b>  | <b>1016,59</b>  |

| <b>Вид экономической деятельности</b>                                         | <b>2006 г.</b> | <b>2007 г.</b> | <b>2008 г.</b> | <b>2009 г.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| – Добыча каменного угля, бурого угля и торфа                                  | 397,78         | 444,13         | 460,64         | 461,12         |
| – Добыча сырой нефти и природного газа; предоставление услуг в этих областях  | 54,70          | 42,79          | 42,18          | 28,46          |
| – Добыча урановой и ториевой руд                                              | 2,36           | 2,12           | 2,10           | 1,96           |
| – Добыча металлических руд                                                    | 218,57         | 243,47         | 249,97         | 204,6          |
| – Добыча прочих полезных ископаемых                                           | 290,19         | 342,36         | 328,97         | 320,46         |
| <b>Обработывающие производства</b>                                            | <b>3572,97</b> | <b>3295,31</b> | <b>3269,91</b> | <b>2732,80</b> |
| – Производство пищевых продуктов, включая напитки                             | 77,77          | 74,26          | 73,07          | 61,13          |
| – Текстильное производство                                                    | 40,50          | 36,65          | 31,43          | 24,88          |
| – Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви                     | 3,28           | 2,46           | 2,60           | 2,44           |
| – Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели | 123,50         | 117,47         | 120,48         | 262,76         |
| – Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них   | 1147,81        | 1092,85        | 1044,85        | 743,10         |
| – Производство кокса, нефтепродуктов                                          | 263,61         | 233,35         | 223,00         | 117,97         |
| – Химическое производство                                                     | 777,19         | 696,08         | 680,46         | 608,87         |
| – Производство резиновых и пластмассовых изделий                              | 78,23          | 7,73           | 6,11           | 5,37           |
| – Производство прочих неметаллических минеральных продуктов                   | 50,53          | 55,13          | 56,42          | 54,78          |
| – Metallургическое производство                                               | 659,08         | 625,20         | 706,64         | 595,67         |
| – Производство готовых металлических изделий                                  | 19,80          | 20,63          | 19,81          | 15,07          |
| – Производство машин и оборудования                                           | 169,72         | 172,96         | 153,67         | 132,0          |
| – Производство электрических машин и электрооборудования                      | 12,56          | 16,16          | 15,09          | 10,21          |

| <b>Вид экономической деятельности</b>                                                   | <b>2006 г.</b>        | <b>2007 г.</b>        | <b>2008 г.</b>        | <b>2009 г.</b>        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| – Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов                                     | 71,85                 | 67,07                 | 67,19                 | 29,85                 |
| – Производство судов, летательных и космических аппаратов и прочих транспортных средств | 62,17                 | 60,16                 | 57,69                 | 59,30                 |
| <b><i>Производство и распределение электроэнергии, газа и воды</i></b>                  | <b><i>9256,59</i></b> | <b><i>9013,81</i></b> | <b><i>9059,89</i></b> | <b><i>8817,23</i></b> |
| – Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды      | 825,74                | 892,76                | 937,21                | 940,34                |
| – Сбор, очистка и распределение воды                                                    | 8430,85               | 8121,05               | 8122,68               | 7876,89               |
| <b><i>Транспорт и связь</i></b>                                                         | <b><i>107,09</i></b>  | <b><i>103,85</i></b>  | <b><i>83,79</i></b>   | <b><i>41,18</i></b>   |
| – Деятельность сухопутного транспорта                                                   | 22,82                 | 21,93                 | 20,82                 | 16,32                 |
| – Деятельность водного транспорта                                                       | 2,63                  | 2,37                  | 2,52                  | 2,24                  |
| – Деятельность воздушного транспорта                                                    | 2,43                  | 1,96                  | 1,02                  | 0,88                  |
| – Вспомогательная и дополнительная транспортная деятельность                            | 78,21                 | 76,64                 | 58,92                 | 21,13                 |
| <b><i>Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг</i></b>           | <b><i>346,55</i></b>  | <b><i>324,06</i></b>  | <b><i>322,88</i></b>  | <b><i>276,29</i></b>  |
| – Операции с недвижимым имуществом                                                      | 213,18                | 249,16                | 240,22                | 194,37                |
| <b><i>Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг</i></b>       | <b><i>1884,41</i></b> | <b><i>2111,98</i></b> | <b><i>2050,13</i></b> | <b><i>1887,42</i></b> |
| – Удаление сточных вод, отходов и аналогичная деятельность                              | 1883,74               | 2111,50               | 2049,60               | 1886,86               |

Из общего объема загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водные объекты России, 56% приходится на “производство и распределение электроэнергии, газа и воды”, 17% – на “обрабатывающие производства”, 12% – на “предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг” (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Вклад основных видов деятельности в суммарный сброс загрязненных сточных вод в водные объекты Российской Федерации в 2009 г.**

Огромное воздействие на окружающую среду оказывают образующиеся в результате деятельности объектов техносферы и социосферы отходы производства и потребления. Ежегодно образуется более 3.5 млрд.т. отходов, что составляет около 25 т/год на каждого россиянина (см. табл. 4.4.).

**Таблица 4.4.**

**Объемы образования отходов производства и потребления по видам экономической деятельности, млн. т**

| Вид экономической деятельности                      | 2006 г.        | 2007 г.        | 2008 г.        | 2009 г.       |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| <b>Всего по Российской Федерации</b>                | <b>3519,43</b> | <b>3899,28</b> | <b>3817,68</b> | <b>3505,0</b> |
| <i>Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство</i> | <i>17,32</i>   | <i>26,60</i>   | <i>67,65</i>   | <i>77,4</i>   |
| <i>Рыболовство, рыбоводство</i>                     | <i>0,21</i>    | <i>0,06</i>    | <i>0,10</i>    | <i>0,09</i>   |
| <i>Добыча полезных ископаемых</i>                   | <i>2923,49</i> | <i>2785,16</i> | <i>3351,07</i> | <i>3066,4</i> |
| Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых  | 1732,08        | 1636,29        | 2064,72        | 1984,8        |

| <b>Вид экономической деятельности</b>                                                             | <b>2006 г.</b> | <b>2007 г.</b> | <b>2008 г.</b> | <b>2009 г.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических                                         | 1191,41        | 1148,87        | 1286,35        | 1081,6         |
| <b>Обрабатывающие производства</b>                                                                | <b>284,01</b>  | <b>243,86</b>  | <b>276,64</b>  | <b>252,01</b>  |
| Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака                                         | 18,10          | 20,49          | 18,62          | 25,1           |
| Текстильное и швейное производство                                                                | 0,25           | 0,10           | 0,25           | 0,23           |
| Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви                                           | 0,08           | 0,06           | 0,03           | 0,06           |
| Обработка древесины и производство изделий из дерева                                              | 5,37           | 5,96           | 4,83           | 5,0            |
| Целлюлозно-бумажное производство; издательская и полиграфическая деятельность                     | 6,46           | 5,62           | 6,95           | 5,3            |
| Производство кокса и нефтепродуктов                                                               | 2,50           | 1,90           | 1,97           | 1,9            |
| Химическое производство                                                                           | 44,71          | 46,13          | 27,02          | 20,6           |
| Производство резиновых и пластмассовых изделий                                                    | 0,16           | 0,16           | 0,19           | 0,14           |
| Производство прочих неметаллических минеральных продуктов                                         | 9,69           | 10,40          | 32,63          | 12,1           |
| Металлургическое производство и производство готовых металлических изделий                        | 189,82         | 145,00         | 175,25         | 174,6          |
| Производство машин и оборудования                                                                 | 2,16           | 2,01           | 2,32           | 1,8            |
| Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования                         | 0,98           | 0,79           | 0,50           | 0,58           |
| Производство транспортных средств и оборудования                                                  | 3,00           | 2,96           | 4,15           | 1,9            |
| <b>Прочие обрабатывающие производства</b>                                                         | <b>0,74</b>    | <b>2,29</b>    | <b>1,95</b>    | <b>2,7</b>     |
| <b>Производство и распределение электроэнергии, газа и воды</b>                                   | <b>73,54</b>   | <b>70,80</b>   | <b>67,61</b>   | <b>65,3</b>    |
| <b>Строительство</b>                                                                              | <b>17,80</b>   | <b>62,84</b>   | <b>14,88</b>   | <b>24,7</b>    |
| <b>Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий</b> | <b>143,14</b>  | <b>310,92</b>  | <b>13,27</b>   | <b>2,3</b>     |
| <b>Транспорт и связь</b>                                                                          | <b>4,03</b>    | <b>7,49</b>    | <b>3,17</b>    | <b>5,3</b>     |

| Вид экономической деятельности                                                                            | 2006 г.      | 2007 г.       | 2008 г.      | 2009 г.     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| <i>Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг</i>                                    | <i>50,86</i> | <i>386,31</i> | <i>17,19</i> | <i>4,4</i>  |
| <i>Государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное социальное обеспечение</i> | <i>1,46</i>  | <i>0,50</i>   | <i>0,52</i>  | <i>0,71</i> |
| <i>Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг</i>                                | <i>3,05</i>  | <i>4,30</i>   | <i>4,70</i>  | <i>5,4</i>  |
| <i>Прочие виды деятельности</i>                                                                           | <i>0,38</i>  | <i>0,09</i>   | <i>0,89</i>  | <i>0,99</i> |

Почти 90% суммарного количества образующихся за год отходов всех классов опасности по стране относятся к производствам по “добыче полезных ископаемых”, при этом 57% – добыче топливно-энергетических полезных ископаемых (см. рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Вклад основных видов деятельности в суммарный объем образования отходов производства и потребления в Российской Федерации в 2009 г.**

Ввиду того, что технологии рециклинга в России развиты недостаточно, то на территории страны за последние деся-

тилетия накопились сотни млрд.т. разнообразных отходов в виде терриконов, полигонов, шламохранилищ и т.д., представляющих серьёзную угрозу окружающей среде. По оценкам экспертов, во вторичную переработку в России вовлекается около 35% промышленных отходов и лишь около 5% твёрдых бытовых отходов.

Анализ данных государственного мониторинга земель и других систем наблюдений за состоянием окружающей среды показывает, что практически во всех субъектах Российской Федерации сохраняется тенденция к ухудшению состояния земель. Интенсивно развиваются эрозия, дефляция, заболачивание, засоление, опустынивание, подтопление, зарастание сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем и другие процессы, ведущие к потере плодородия сельхозугодий и выводу их из хозяйственного оборота. Водной эрозии подвержено 17,8% площади сельхозугодий, ветровой – 8,4%; переувлажненные и заболоченные земли занимают 12,3%, засоленные и солонцеватые – 20,1% сельхозугодий.

Наиболее опасными в эрозионном отношении являются территории Приволжского (50,0%), Южного (16,0%) и Центрального (13,0%) федеральных округов, в дефляционно-опасном – Сибирского (43,0%) и Южного (30,0%) федеральных округов. Процессы заболачивания в наибольшей степени развиты на территории Центрального (31,0%) и Сибирского (23,0%) федеральных округов, засоления – Южного (около 50,0%) и Сибирского (примерно 30,0%) федеральных округов.

Опустынивание земель является в настоящее время одним из наиболее интенсивных и широко распространенных процессов на засушливых территориях юга Российской Федерации. Опустыниванием в той или иной мере охвачено 27 субъектов Российской Федерации на площади более 100 млн. га.

В районах Крайнего Севера в результате многоцелевого и крупномасштабного промышленного освоения территорий возникли обширные очаги сильного загрязнения, захламления, нарушения и деградации земель. Невосполнимый ущерб нанесен оленьим пастбищам и в целом оленеводству, являю-



щемуся ведущей отраслью сельскохозяйственного производства и играющему наиболее важную роль в жизни (культура, быт, экономика) коренных малочисленных народов Севера. Значительные площади земель выбывают из оборота в результате разработки полезных ископаемых, проведения геологоразведочных, строительных и других видов работ.

Наряду с перечисленными, продолжают развиваться следующие негативные процессы: дальнейшее сокращение общей площади сельскохозяйственных угодий; уменьшение площади орошаемых и осушенных земель, ухудшение их мелиоративного состояния и хозяйственного использования; нарастание отрицательного баланса гумуса на пашне; загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклидами. В результате развития указанных процессов устойчивость природных систем понижается.

По состоянию на декабрь 2009 г. в России зарегистрировано более 900 пестицидных препаратов, представляющих собой как химические вещества и их смеси, так и препараты биологического действия. В основе этих препаратов – 240 действующих веществ пестицидов. По данным Минсельхоза России, в 2008–2009 гг. замедлился рост применения пестицидов, наблюдавшийся в последние годы.

В 2009 г. на содержание остаточных количеств пестицидов обследовано 34,3 тыс. га. Загрязненные площади составили весной 1,4% от обследованной территории и осенью 3,2%. Загрязненные почвы обнаружены на территории 17 субъектов Российской Федерации. Загрязнение отмечено по суммарному ДДТ – 2,2% от 27,3 тыс. га обследованной площади; гексахлорциклогексану (ГХЦГ) – 0,02% от 27,3 тыс. га; по гербицидам трифлуралину – 1,7% от 9,5 тыс. га; 2,4-Д – 1,4% от 10,7 тыс. га; гексахлорбензол (ГХБ) обнаружен на локальных участках. Загрязненные участки обнаруживаются ежегодно, при этом наблюдается тенденция к снижению доли загрязненных почв.

Согласно суммарному показателю загрязнения почв (*оценивается по формуле:  $Zc = \sum_{i=1}^n kci$ , где  $kci$  – коэффициент концентрации  $i$ -го загрязняющего вещества, равный частно*

му от деления его концентрации в загрязненной и фоновой почвах;  $n$  – число определяемых ингредиентов), к опасной категории загрязнения почв тяжелыми металлами относится 6,5% обследованных за последние 10 лет (2000–2009 гг.) населенных пунктов, их отдельных районов, зон вокруг источников загрязнения; к умеренно опасной – 9,7%. Таким образом, почвы более чем в 15% обследованных территорий имеют опасный уровень загрязнения такими тяжёлыми металлами, как свинец, кадмий, хром и др.

**Таблица 4.5.**

**Список городов и поселков России с различной категорией опасности загрязнения почв комплексом металлов, установленной за последние 10 лет наблюдений**

| Населенный пункт                                                            | Год наблюдений | Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий – источников промышленных выбросов металлов | Приоритетные техногенные металлы |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Опасная категория загрязнения <math>32 \leq Z_{\phi} &lt; 128</math></b> |                |                                                                                                |                                  |
| Баймак                                                                      | 2005           | От 0 до 1                                                                                      | Медь, кадмий, свинец, цинк       |
| Кировград*                                                                  | 2008           | От 0 до 1                                                                                      | Цинк, свинец, медь, кадмий       |
| Кировград                                                                   | 2008           | От 0 до 5                                                                                      | Цинк, свинец, медь, кадмий       |
| Нижний Новгород                                                             | 2003           | Сормовский район                                                                               | Свинец, медь, хром, никель       |
| Ревда*                                                                      | 2009           | От 0 до 1                                                                                      | Медь, свинец, кадмий, цинк       |
| Реж                                                                         | 2008           | От 0 до 5                                                                                      | Никель, кадмий, кобальт, цинк    |
| Рудная Пристань                                                             | 2007           | От 0 до 1 от поселка                                                                           | Свинец, кадмий, цинк             |
| Свирск*                                                                     | 2009           | Участок многолетних наблюдений; 0,5                                                            | Свинец, медь, марганец, цинк     |
| Сибай                                                                       | 2005           | От 0 до 1                                                                                      | Медь, кадмий, свинец             |
| Учалы                                                                       | 2005           | От 0 до 1                                                                                      | Медь, свинец, кадмий             |

| Населенный пункт                                                                                                                                                                            | Год наблюдений | Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий – источников промышленных выбросов металлов | Приоритетные техногенные металлы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Умеренно опасная категория загрязнения <math>16 \leq Z_{\phi} &lt; 32</math> при <math>Z_{\kappa} \geq 16</math> и <math>Z_{\phi} = 13+15</math> при <math>Z_{\kappa} \geq 20</math></b> |                |                                                                                                |                                  |
| Асбест                                                                                                                                                                                      | 2009           | Территория города                                                                              | Никель, хром, свинец             |
| Баймак                                                                                                                                                                                      | 2004           | Территория города                                                                              | Медь, кадмий, свинец, цинк       |
| Белорецк                                                                                                                                                                                    | 2005           | От 0 до 1                                                                                      | Свинец, цинк, медь               |
| Верхняя Пышма                                                                                                                                                                               | 2007           | Территория города                                                                              | Медь, хром, никель               |
| Дальнегорск**                                                                                                                                                                               | 2007           | От 0 до 20 вокруг города                                                                       | Свинец, кадмий, цинк             |
| Екатеринбург                                                                                                                                                                                | 2000           | Территория города                                                                              | Медь, цинк, хром, никель, свинец |
| Медногорск**                                                                                                                                                                                | 2009           | От 0 до 5                                                                                      | Медь, цинк, свинец, кадмий       |
| Невьянск                                                                                                                                                                                    | 2001           | Территория города                                                                              | Медь, цинк, свинец               |
| Нижний Новгород                                                                                                                                                                             | 2007           | Нижегородский и Советский районы                                                               | Свинец, цинк                     |
| Нижний Новгород                                                                                                                                                                             | 2008           | Автозаводской и Канавинский районы                                                             | Свинец, цинк, медь               |
| Нижний Новгород                                                                                                                                                                             | 2009           | Канавинский, Московский районы и часть Сормовского района                                      | Медь, цинк, свинец               |
| Нижний Тагил                                                                                                                                                                                | 2006           | Территория города                                                                              | Медь, свинец, цинк               |
| Первоуральск                                                                                                                                                                                | 2009           | Территория города                                                                              | Хром, свинец, никель, цинк, медь |
| Полевской                                                                                                                                                                                   | 2008           | От 0 до 5                                                                                      | Никель, хром, цинк               |
| Ревда**                                                                                                                                                                                     | 2009           | От 0 до 5                                                                                      | Медь, свинец, цинк, кадмий       |
| Ревда**                                                                                                                                                                                     | 2009           | Участок многолетних наблюдений, 1                                                              | Медь, свинец, цинк, кадмий       |
| Рудная Пристань**                                                                                                                                                                           | 2007           | От 0 до 5 от поселка                                                                           | Свинец, кадмий, цинк             |

| Населенный пункт | Год наблюдений | Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий – источников промышленных выбросов металлов | Приоритетные техногенные металлы |
|------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Свирск**         | 2009           | Участок многолетних наблюдений, 4                                                              | Свинец, цинк, медь               |
| Сибай            | 2005           | От 0 до 5                                                                                      | Медь, кадмий, свинец             |
| Слюдянка         | 2005           | От 0 до 4                                                                                      | Свинец, цинк, медь               |
| Учалы            | 2005           | Территория города                                                                              | Медь, кадмий, свинец, цинк       |

*\* По показателю загрязнения  $Z_k$  почвы относятся к чрезвычайно опасной категории загрязнения.*

*\*\* По показателю загрязнения  $Z_k$  почвы относятся к опасной категории загрязнения.*

Как уже отмечалось, результаты антропогенного воздействия проявляются в деградации компонентов окружающей среды в общепланетарном масштабе. В обобщённом виде масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду приведены в таблице 4.6.

**Таблица 4.6.**

**Масштабы антропогенного воздействия на окружающую среду** (В.В. Денисов, В.В. Гутенев, И.А. Луганская. Экология. -М.: Вузовская книга, 2002.)

| Вид ресурса или элемент среды                                 | Воздействие, потребление                   |                         |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
|                                                               | в целом                                    | на душу населения       |
| Извлечение из недр руд полезных ископаемых, в год             | 120 млрд. т                                | 25-30 т                 |
| Отходы от переработки сырья                                   | 97-99%                                     |                         |
| Отходы бытовые (мусор), в год                                 | 6-8 млрд. т                                | 1-1,5 т                 |
| Перемещение почвы при с/х и других работах, в год             | 4-5 трлн. м <sup>3</sup>                   | 800-1000 м <sup>3</sup> |
| Забор воды из различных источников, в том числе из рек, в год | 3500-3700 км <sup>5</sup><br>(8-10% стока) | 600-700 м <sup>3</sup>  |

|                                                                                         |                                 |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| Измененная поверхность суши (в т.ч. распаханно, окультурено и т.п.)                     | 7 млрд. га<br>(45-50% суши)     | 0,28-0,34 га |
| Земли под застройкой                                                                    | 150-200 млн. га                 | 0,03 га      |
| Лесистость суши:<br>- до появления человека<br>- в настоящее время                      | 75%<br>25%                      |              |
| Утрачено плодородных земель за историю человечества                                     | 2 млрд. га                      |              |
| Скорость сжигания ископаемого топлива превышает его образование в геологическом прошлом | в 300-400 тыс. раз              |              |
| Антропогенное поступление CO <sub>2</sub> в атмосферу превышает природное               | в 3-4 раза                      |              |
| Темпы уничтожения лесов<br>Уничтожено тропических лесов                                 | 17 млн. га/год<br>около 50%     |              |
| Исчезновение видов<br>Под угрозой исчезновения:<br>– животные<br>– растения             | 1 вид/сутки<br><br>30%<br>8-10% |              |
| Темпы исчезновения видов по сравнению с эпохой вымирания динозавров                     | в 1000 раз                      |              |
| Доля промышленно развитых стран в загрязнении среды (20% населения)                     | 85%                             |              |
| Повысилось содержание CO <sub>2</sub> в атмосфере за последние 100 лет                  | 15-20%                          |              |

В результате антропогенного воздействия в настоящее время в северном полушарии образовались три обширные зоны высокой степени дестабилизации окружающей среды, занимающие около 20 млн. км<sup>2</sup> площади суши, для которых сохранность естественных биосистем составляет меньше 10% (88).

Первая – *европейская зона*, включающая всю Европу за исключением северной части Русской равнины, в которой сохранность естественных биосистем составляет 4%.

Вторая зона – *азиатская*. Это древние земледельческие районы Южной и Юго-Восточной Азии, включая Китай. Естественные биосистемы сохранились здесь только в пустынях и на Тибетском плато.

Третья – *американская зона*, где естественные биосистемы составляют менее 10% площади, образована территориями США, южной части Канады и частично Мексики.

В европейскую и американскую зоны входят основные развитые страны, на долю которых приходится 2/3 промышленных отходов всего мира.

Вместе с тем на земном шаре сохраняются и центры стабилизации биосферы. В Северном полушарии – это территории России: Север, часть Западной Сибири, Восточная Сибирь и Дальний Восток, всего 65% площади Федерации, на которых сохранились естественные биосистемы в ненарушенном или почти ненарушенном состоянии. Сюда же относятся 45% территории Канады, значительные части Южной Америки (бассейн р. Амазонка) и Австралия.

Нужно отметить, что в России с одной стороны больше, чем где бы то ни было, территорий, практически не затронутых хозяйственной деятельностью. С другой стороны, 15% территории России, находящиеся в экологически неудовлетворительном состоянии, – это больше, чем вся Западная и Центральная Европа вместе взятые. Наши удельные показатели воздействия на окружающую среду в расчете на душу населения и единицу валового национального продукта принадлежат к самым неблагоприятным (88).

Негативное воздействие антропогенной деятельности на окружающую среду достигло таких масштабов, когда процессы самоочищения не справляются, и возобновимые природные ресурсы превращаются в невозобновимые ввиду высокого уровня их загрязнения и истощения. Это касается гидросферы, атмосферы, почв, биосферы.

Таким образом, современная экономическая система, оказавшаяся разрушителем окружающей среды и истощителем природных ресурсов, не решила глобальных социальных задач: в мире наблюдается рост абсолютного числа бедных, громадная и все увеличивающаяся разница в уровне жизни бедных и богатых как стран, так и людей, увеличение безработицы, рост преступности; при увеличении продолжительности жизни растет число

заболеваний, появляются новые болезни, вновь возникают казалось бы искорененные заболевания и расширяется их ареал и т.д. Таким образом, на Земле развивается как экологический, так и социальный кризис. Отсюда следует, что человеку необходимо разработать комплекс мер, снимающих антагонистические противоречия в системе “человек – окружающая среда”.

## Глава 5. Общая экология

В предыдущих главах проведено обоснование объекта и предмета экологии и определено её место в общей проблеме регламентации человеческой деятельности. Проведён анализ понятия “окружающей среды” и обоснована её структура и функции в обеспечении эволюции человеческого общества на принципах устойчивого развития. Кратко дана характеристика общих закономерностей развития компонентов окружающей человека среды, а также их регулирующих и обеспечивающих функций. Кроме того в главе 3 дано также краткое описание глобальных процессов, протекающих в основных компонентах окружающей человека среды, знания о которых необходимо учитывать при планировании любой деятельности человека и прежде всего хозяйственной. В четвёртой главе приведена характеристика антропогенного воздействия на окружающую человека среду и последствий, которые возникают в результате произведённого воздействия. Таким образом, проведённая в предыдущих главах систематизация и структурирование знаний, которые, по мнению автора, составляют содержание общей экологии, позволяет перейти к определению базовых принципов общей экологии и обоснованию её структуры как науки.

### *5.1. Основные принципы общей экологии*

В качестве оснований любой науки выступают важнейшие положения, которые находят отражения во всех теоретических построениях данной науки и обуславливают её методологию.

Логическими элементами оснований науки являются: принципы (законы), понятия, теории и идеи. Применительно к экологии, учитывая её интегральный, обобщающий характер, проблема выделения оснований науки крайне за-



труднена. Это обусловлено тем, что в качестве ее оснований должны войти многие принципы других наук: биологии, географии, физики, химии, геологии, общей теории систем, экономики, обществоведения, социологии, психологии и др. Кроме того, должны быть выделены ее собственные основания (см. работы Б.Коммонера, 1974 г., Н.Ф. Реймерса, 1994). Процесс формирования оснований экологии как науки займет значительное время и может быть успешно завершен только в том случае, если:

- в первую очередь будет определен объект и предмет экологии, а также сформулировано и принято определение экологии как науки. Причем оно должно быть признано не только в научном мире, но и войти в нормативные, правовые документы и в лексику специалистов, занимающихся прикладными проблемами экологии;
- наряду с выделением оснований экологии будет сформирована её логическая структура, выделены ее научные направления с определением их отношений;
- будут выделены ее методы и определена методология.

На сегодняшний день, как уже отмечалось в главе 1.3, самой основательной работой в данной области является монография Н.Ф.Реймерса “Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы” (102). Однако ввиду того, что им не было сформулировано определение экологии как науки, не были определены ее объект и предмет, предложенные Н.Ф. Реймерсом структурные построения, далеко не однозначны (см. главу 5.2) и содержат в себе логические противоречия, что, впрочем, признает и сам автор. Количество принципов, рассматриваемых в качестве теоретических основ экологии, значительно колеблется у различных авторов. Ю.Одум (89) выделяет 66 основных экологических принципов, И.И. Дедю в “Экологический энциклопедический словарь” Кишинев, 1989 г., приводит 50 научных законов. Т.А. Акимова и В.В.Хаскин (1) описывают 4 закона Б.Коммонера, а в другой работе приводят 4 принципа, которые должны лечь в основу экологического развития.

Н.Ф. Реймерс (102) насчитал более 250 законов, теоретических положений, рассматривающихся различными авторами как теоретические основы экологии. По-видимому, во многом указанные авторы правы, но логическое их обобщение и структурирование должно начинаться с определения экологии как науки и затем выделяться ограниченное количество принципов, которые составляют теоретическую основу экологии как науки. В дальнейшем постепенно аксиоматика расширяется, по мере становления структуры экологии, через отношения ее научных направлений.

Попытаемся с использованием результатов обзоров вышеуказанных авторов, а главное на основе обоснованного в главе 1.3 понятия об общей экологии, ее объекте и предмете, выделить основные принципы, которые являются, прежде всего, основой общей экологии как науки. Важность определения указанных принципов обусловлена тем, что опыт научной и хозяйственной деятельности показывает, что наиболее дорогостоящими являются ошибки, допускаемые на стадии проектирования. Таким образом, несмотря на сложность и многогранность поставленной задачи, сейчас целесообразно организовать широкое обсуждение основных принципов, которые будут служить фундаментом при созидании экологии как науки в целом. Только этот путь позволит структурировать накопившиеся научные знания, обобщить и систематизировать эмпирические данные в области отношения человека с окружающей его средой. Самое же главное заключается в том, что такой анализ позволит разработать последовательность действия человечества на пути практической реализации экологической парадигмы, которой, как уже всем становится ясно, нет альтернативы.

При анализе теоретического базиса науки П.В.Копнин выделяет два рода оснований (47):

- находящиеся за ее пределами;
- входящие в саму систему науки.

Поскольку экология является интегрирующей наукой о гармонизации взаимоотношений человечества с окружающей

его средой, то естественно, что многие теоретические положения фундаментальных наук и наук об окружающем мире и человеческом обществе должны войти теоретический базис экологии. Основательный анализ данной проблемы проведен Н.Ф.Реймерсом (102), однако поскольку им не был определен объект экологии как науки, то и приведенные принципы правильнее рассматривать как своеобразный обзор теоретических положений, используемых в экологии и составляющих ее научных направлениях (см. главу 1).

Учитывая, что автор обосновал понятие экологии на современном этапе эволюции человеческого общества, как науку о регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду, встает необходимость и формирование соответствующих основополагающих принципов, которые будут способствовать практической реализации обоснованного подхода, т.е. его внедрение в ежедневную деятельность человека.

В обобщенном виде принципы, являющиеся, по мнению автора, теоретической базой общей экологии приведены в таблице 5.1.

### *Основные принципы общей экологии*

**Таблица 5.1**

| Принцип<br>(закон)           | Определение                                                                                                                             | Следствия                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Принцип устойчивого развития | Удовлетворение потребностей сегодняшнего поколения людей не должно подрывать возможность удовлетворения потребностей будущих поколений. | <u>Первое:</u> Существующая сегодня экономическая модель хозяйствования не соответствует принципу устойчивого развития<br><br><u>Второе:</u> Человечеству необходимо разработать новую модель экономического развития, согласованную с фундаментальными процессами эволюции окружающей его среды |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закон необходимости формирования экологического мировоззрения у населения планеты | Гармонизация антропогенного воздействия на окружающую среду возможна лишь на основе формирования экологического мировоззрения как составляющего элемента общечеловеческой культуры у подавляющего числа землян | <u>Первое:</u> научное сообщество должно выработать общепланетарную экологическую идеологию.<br><u>Второе:</u> органы управления различных государств должны выработать механизмы формирования экологического мировоззрения у населения своих стран                                                                                                                                                                                          |
| Закон необходимости регламентации воздействия человека на окружающую среду        | Воздействие человека на природные и антропогенные компоненты окружающей среды должно согласовываться с фундаментальными закономерностями эволюции человеческого общества и компонентов окружающей среды        | <u>Первое:</u> регламентация взаимодействия человека с окружающей средой базируется на знаниях закономерностей развития компонентов окружающей среды и человеческого общества.<br><u>Второе:</u> экономическая деятельность человечества должна осуществляться с соблюдением экологической парадигмы (экологизация экономики).                                                                                                               |
| Системной организации материального мира (УрманцевЮ.А.)                           | Любой объект есть объект система и любой объект система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода.                                                                                      | <u>Первое:</u> экологическое мировоззрение входит как составной элемент в общепланетарную идеологию устойчивого развития, направленную на обеспечение сохранения благоприятной окружающей среды, как для сегодняшних, так и для будущих поколений людей.<br><u>Второе:</u> система формирования экологического мировоззрения должна реализовываться на всех уровнях организации человеческого общества – от индивидуума до общепланетарного. |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Развития системы за счет окружающей среды<br>(Реймерс Н.Ф.)     | Любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды.                                                                                                                                                         | Неустранимость возмущающих антропогенных воздействий на окружающую среду                                                                                                                                                                                             |
| Внутреннего динамического равновесия<br>(Реймерс Н.Ф.)          | Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии связаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные изменения, сохраняющие общую сумму качеств систем. | <u>Первое:</u> любое изменение в системе или их совокупности неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, направленных в сторону нейтрализации произведенного изменения;<br><u>Второе:</u> изменение свойств системы при внешних воздействиях не линейно. |
| Физико-химического единства живого вещества<br>(Вернадский В.И) | Все живое вещество Земли физико-химически едино                                                                                                                                                                                                                                                    | Оценку антропогенного воздействия необходимо производить по всей цепочке последствий произведенного воздействия                                                                                                                                                      |
| Принцип саморегуляции (Коммонер Б)                              | Природа путем много-миллиардных проб и ошибок выработала механизмы саморегуляции, которые поддерживают ее устойчивость как системы.                                                                                                                                                                | Оптимизация в системе “человек – окружающая среда” должна базироваться на <u>знаниях</u> закономерностей развития окружающей человека среды и самого человеческого общества.                                                                                         |
| Принцип увеличения идеальности<br>(Лейбниц Г.В.)                | Гармоничность отношений между частями системы историко-эволюционно возрастает                                                                                                                                                                                                                      | Человечество как ведущая геологическая сила и обладающее интеллектом обязано разработать комплекс действий по снятию противоречий в системе “человек – окружающая среда”                                                                                             |

Базовым принципом, определяющим стратегическую цель согласования антропогенной деятельности с фундаментальными закономерностями эволюции окружающего человека мира, является **принцип устойчивого развития**. Понятие об устойчивом развитии заложено Декларацией Рио-де-Жанейро в 1992 г., на которой был принят программный документ “Повестка на XXI век”. Однако устоявшегося на сегодня обобщенного определения “устойчивого развития” нет, несмотря на частое упоминание данного термина в научной литературе и правительственных документах. Исходя из его смыслового значения, в самом общем виде принцип устойчивого развития можно сформулировать в следующем виде: *Удовлетворение потребностей сегодняшнего поколения людей не должно подрывать возможность удовлетворения потребностей будущих поколений.*

Близкое к приведенному определению, понятие “устойчивое развитие” сейчас широко используется в качестве базового во многих странах мира и межправительственных организациях, включая ЮНЕП (комиссия по окружающей среде ООН).

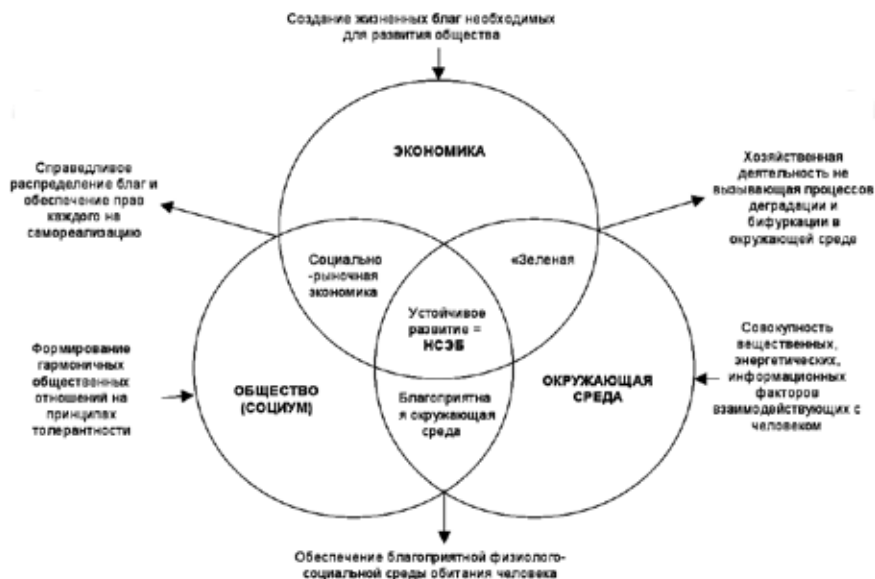
Переход к устойчивому развитию предполагает учет экологического фактора в системе основных социально-экономических показателей развития мировой экономики. Как справедливо отмечает Бобылев С.Н. и др. (38), традиционные макропоказатели (ВВП, ВВП, национальный доход и пр.) не отражают экологическую ситуацию, а за их формальным ростом может скрываться экологическая деградация. Сегодня разработкой критериев и индикаторов устойчивого развития занимаются ведущие международные организации: ООН, Всемирный Банк, ОЭСР, Европейское сообщество и др. В частности, Статистическим отделом ООН предложена система интегрированных экологических и экономических национальных счетов (a System for Integrated Environmental and Economic Accounting), направленная на учет экологического фактора в национальных статистиках. Следует также отметить систему индикаторов устойчивого развития, пред-

ложенную Комиссией ООН по устойчивому развитию. Заслуживает внимания разработанный и рассчитанный Всемирным Банком для стран мира показатель “истинных сбережений” (genuine savings). Интересен европейский опыт реализации проектов GARPI, GARPII и TEPИ, осуществленных при поддержке Европейской Комиссии. Во многих развитых странах правительственными и неправительственными группами подготовлены системы индикаторов устойчивого развития. Количество предлагаемых показателей меняется от нескольких десятков до нескольких сотен. Достоинства и недостатки различных подходов детально проанализированы коллективом авторов под руководством Бобылева С.Н. в работе “Индикаторы устойчивого развития России” (38).

Концепция устойчивого развития появилась в результате объединения трех составляющих: экономической, социальной и экологической. Важно отметить, что вырабатываемые показатели устойчивого развития основываются на анализе сложившейся экономической системы хозяйствования. По мнению известного американского экономиста-эколога Г. Дали, пока мерой человеческого благосостояния остаются традиционные макропоказатели, “на пути перемен существуют огромные препятствия. Рынок видит только эффективность, он не приспособлен чувствовать справедливость или устойчивость” (38). В результате этого, принимаемые показатели, на мой взгляд, лишь косметически улучшают существующую экономической модель и не способны изменить критическую ситуацию в системе “человек – окружающая среда” в лучшую сторону.

Подтверждением сказанного является устойчивый тренд ухудшения параметров качества окружающей среды в общепланетарном масштабе. Это означает, что предпринимаемых действий не только недостаточно, но и то, что необходим поиск новых базовых постулатов, определяющих стратегию действий человека в области гармонизации взаимоотношений с окружающей его средой. На основе указанных постулатов должна быть выработана новая модель хозяйственной деятельности человека.

В связи с этим представляется, что для выработки таких действий необходимо провести детальный анализ отношений в системе: **общество – экономика – окружающая среда**. Воспользуемся для этих целей схемой приведённой на рис. 5.1.



**Рис.5.1. Схема взаимодействия объектов устойчивого развития**

(НСЭБ – национальная система экологической безопасности)

Благополучие человечества в широком смысле слова должно базироваться на гармоничном взаимодействии трёх объектов: *человечество – экономика – окружающая среда*. При этом экономика и общество являются производными от человека, а окружающая среда является производной эволюции окружающего человека мира, испытывает в последние 50-60 лет значительные изменения в результате человеческой деятельности. Важно отметить, что эти изменения зачастую являются истощительными для природных ресурсов и губительными для биосферы. Масштабы указанных изменений в последнее столетие приобрели общепланетарный характер (см. главу 4).



*Экономика* в общем виде представляет собой хозяйственную деятельность общества, а также совокупность отношений, складывающихся в системе производства, распределения, обмена и потребления. Целью экономической деятельности является создание жизненных благ, необходимых для развития общества.

*Общество*, представляющее собой совокупность исторически сложившихся всех видов взаимодействия и форм объединения людей, призвано сформулировать неконфликтные, гармоничные общественные отношения на принципах толерантности. При этом автор понимает толерантность не как безропотную терпимость к убеждениям и образу жизни других людей, а как следование, что называется общечеловеческим ценностям, которое требует определённых усилий и самоограничений от каждого члена человеческого общества. Не последнюю роль в указанной системе самоограничений должно играть и отношение к окружающей среде.

*Окружающая среда*, как было показано во второй главе, представляет собой совокупность вещественных, энергетических и информационных факторов прямо или опосредованно взаимодействующих с человеком. Структура и функции окружающей среды детально проанализированы нами во второй главе данной монографии. Здесь отметим, что применительно к обсуждаемой проблеме для нас важны следующие функции окружающей среды:

- среда обитания человека (как в прочем и живого в целом);
- источник разнообразных, необходимых для человека ресурсов;
- приёмник отходов жизнедеятельности человеческого общества;
- поддержание необходимых для существования живого параметров состояния компонентов окружающей среды (см. регулирующие функции окружающей среды в гл. 2.3.).

Взаимодействие экономической деятельности с окружающей средой привело к необходимости создания “зелёной эко-

номики”, которая должна исключить процессы деградации и бифуркации в окружающей среде (см. рис. 5.1). При этом теория зеленой экономики базируется на 3 аксиомах:

- невозможно бесконечно расширять сферу влияния в ограниченном пространстве;
- невозможно требовать удовлетворения бесконечно растущих потребностей в условиях ограниченности ресурсов;
- все на поверхности Земли является взаимосвязанным.

С другой стороны социум накладывает своё влияние на развитие экономики. Всё большее количество стран переходит к социально-рыночной экономике, которая стремится к справедливому распределению благ и созданию условий для самореализации каждого члена социума. Модель социально-рыночной экономики исходит из требования, что ни государство, ни частный бизнес не вправе иметь полный контроль над экономикой, а должны служить интересам общества. Роль государства заключается в развитии чувства взаимной ответственности всех участников на рынке и в корректировке несправедливых тенденций в конкуренции, торговле и распределении доходов. В России социальная ответственность предпринимателей нашла отражение в Социальной хартии Российского бизнеса, принятой в новой редакции РСПП в 2007 г. Важным моментом в реализации социальной ответственности является принятие в 2010 году международного стандарта ИСО 26 000 “Руководство по социальной ответственности”. В ИСО 26000 даётся четкое определение и понимание социальной ответственности, а также того что должны делать организации, чтобы действовать в социально ответственной манере.

Область взаимодействия общества и окружающей среды (см. рис 5.1.) включает в себе требования к обеспечению благоприятной окружающей среды. Перечень требований к качеству окружающей среды достаточно обширен и разнообразен, включает в себя санитарно-гигиенические, токсикологические, рекреационные, эстетические, градостроительные, социальные и другие нормативы. Их назначение – обеспечение комфортной

физиолого-социальной среды обитания человека, как необходимое условие прогрессивного развития общества.

И наконец, область совмещения на рис. 5.1. объёмов понятий экономики, социума и окружающей среды отражает устойчивое развитие. Для того, чтобы понятие устойчивого развития не ограничивалось пустыми декларациями, необходимо разработать механизмы его реализации. Переход к устойчивому развитию делает необходимым включение экологических ограничений в систему основных социально-экономических показателей. Как уже отмечалось выше, это можно достигнуть через разработку и учет на глобальном и национальном уровнях индикаторов устойчивого развития. Они должны включаться в международные, национальные программы устойчивого развития, планы и программы развития экономики, программы экологического образования, планы действий по охране окружающей среды. В конечном итоге необходимо получить интегральный показатель устойчивого развития. При этом Бобылев С.Н. справедливо отмечает, что основным вопросом при агрегировании информации в индексы устойчивого развития является определение весов исходных показателей без излишней субъективности и без утраты их значимости. Чем выше уровень агрегирования информации, тем сложнее взвешивать несравнимые величины. Сложно объединять различные регионы, имеющие различные приоритеты и несопоставимые проблемы (38).

Анализируемая проблема, на мой взгляд, должна решаться на принципиально иных методологических подходах. Дело в том, что все разрабатываемые показатели устойчивого развития в той или иной мере базируются на анализе экономической деятельности. Даже в том случае, если в показатели включаются характеристики состояния окружающей среды и природных ресурсов, оценка производится применительно к их влиянию, прежде всего, на экономическую систему. В этом случае мы оцениваем последствия, а не причину негативных процессов, возникающих в окружающей среде.

# Классификация факторов экологической опасности

Таблица 5.2.

| Тип                                                           | Класс                      |                           | Вид                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| П<br>Р<br>И<br>Р<br>О<br>Д<br>Н<br>Ы<br>Е                     | Космические                |                           | Солнечная активность, космические излучения<br>Воздействие космических тел (планеты, звезды, кометы, метеориты и т.п.)<br>Этногенез                             |
|                                                               | З<br>Е<br>М<br>Н<br>Ы<br>Е | Геологические             | Строение геологической среды<br>Свойства горных пород<br>Эволюция земной коры<br>Геомагнитные инверсии                                                          |
|                                                               |                            | Ландшафтно-географические | ландшафтный<br>гидрологический                                                                                                                                  |
|                                                               |                            | Климатические             | Аномальные осадки<br>Аномальные по скорости движения воздушные массы (ураганы, смерчи, штиль)<br>Экстремальные температуры                                      |
|                                                               |                            | Деструктивные             | Химический.<br>Физический<br>Механический<br>Биологический                                                                                                      |
|                                                               | Непредвиденные             |                           | Могут быть любого вида                                                                                                                                          |
| А<br>Н<br>Т<br>Р<br>О<br>П<br>О<br>Г<br>Е<br>Н<br>Н<br>Ы<br>Е | Экономические              |                           | Производственный<br>Ресурсный<br>Энергетический<br>Демографический                                                                                              |
|                                                               | Политические               |                           | Недостатки или отсутствие экологической политики<br>Политические кризисы<br>Конфликты (включая с применением оружия )<br>Терроризм, экстремизм<br>Сепаратизм    |
|                                                               | Социальные                 |                           | Социально-экономический<br>Социально-бытовой<br>Информационный<br>Научно-исследовательский<br>Религиозный<br>Морально-этический<br>Экологическая безграмотность |
|                                                               | Правовые                   |                           | Незрелость экологического права<br>Неполнота экологического права<br>Правовой нигилизм                                                                          |
|                                                               | Непредвиденные             |                           | Могут быть любого вида                                                                                                                                          |

Представляется, что решение данной проблемы нужно начинать с оценки факторов экологической опасности, проявляющихся на оцениваемой территории. Под ними, автор понимает любой процесс или явление, приводящие к изменению параметров состояния компонентов окружающей среды за границы установленных нормативов.

Классификация факторов экологической опасности, разработанная автором, приведена в таблице 5.2. Их детальная характеристика дана в целом ряде, ранее вышедших работ автора (120,127, 133, 134).

Важно отметить, что набор факторов экологической опасности будет отличаться как по различным территориям, так и по таксономическим уровням, проводимой оценки (от предприятия до общепланетарного). Несомненно, что и показатели устойчивого развития также должны отличаться с учётом особенностей оцениваемой территории. В связи с этим представляются малоперспективными попытки создать ограниченный набор универсальных показателей, которые будут характеризовать устойчивое развитие.

Кроме того для реализации мероприятий по устойчивому развитию должен существовать постоянно действующий механизм, поскольку данная проблема не может быть решена в рамках отдельной кампании. Таким механизмом, на мой взгляд, должна являться **общепланетарная система экологической безопасности**, в рамках которой решается общая задача обеспечения экологически безопасного развития человеческого общества.

Методологические подходы к созданию **национальной** системы экологической безопасности, её структуры и характеристика функций, изложены в целом ряде, ранее вышедших работ автора (120,127, 129-130, 133-134, 137).

Автором под *системой экологической безопасности* понимается механизм, обеспечивающий допустимое негативное воздействие природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека.

На каждом уровне организации система экологической безопасности функционально состоит из трех стандартных модулей, логи-

чески дополняющих друг друга и только в своем единстве составляющих саму систему, это: комплексная экологическая оценка территории, экологический мониторинг и управленческие решения (экологическая политика).

Краткая характеристика функций элементов системы экологической безопасности в общем виде приведена в таблице 5.3.

**Таблица 5.3.**  
**Функции элементов системы экологической безопасности**

| <b>Элемент системы экологической безопасности</b>  | <b>Функции элемента системы экологической безопасности</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Комплексная экологическая оценка территории</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение и оценка комплекса факторов экологической опасности, проявляющихся на данной территории;</li> <li>• Районирование территории по устойчивости к проявлению факторов экологической опасности;</li> <li>• Составление и ведение кадастра объектов воздействия на окружающую среду;</li> <li>• Идентификация и оценка экологических рисков;</li> <li>• Составление и ведение кадастра природных ресурсов;</li> <li>• Составление и ведение кадастра “загрязненных” территорий;</li> <li>• Выбор индикаторов устойчивого развития.</li> </ul> |
| <b>Экологический мониторинг</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нормирование воздействий на окружающую среду;</li> <li>• Контроль источников воздействия на окружающую среду;</li> <li>• Контроль качества компонентов окружающей среды;</li> <li>• Мониторинг экологических рисков;</li> <li>• Мониторинг индикаторов устойчивого развития.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Управленческие решения</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Формирование экологической политики;</li> <li>• Анализ и корректировка индикаторов устойчивого развития;</li> <li>• Управление экологическими рисками:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предупреждение проявления антропогенных факторов экологической опасности;</li> <li>- Минимизация последствий проявления природных факторов экологической опасности;</li> </ul> </li> <li>• Разработка и совершенствование природоохранного законодательства и методов формирования экологического мировоззрения</li> </ul>             |

В системе экологической безопасности выделяются следующие уровни организации: предприятие, муниципальное образование, субъект федерации, межгосударственный, общепланетарный. Детально характеристика каждого модуля и выполняемых ими функций дана в вышеуказанных работах автора.

При этом важно отметить, что на сегодняшний день основной проблемой создания общепланетарной, а ещё в большей степени национальной систем экологической безопасности является *интернализация и институционализация*.

Остановимся на анализе данного утверждения более детально. *Интернализация представляет собой процесс перехода знания из субъективного в объективное для общества*. После этого оно может быть передано следующим поколениям. Именно такая цель должна решаться применительно к экологическим знаниям, поскольку человечество столкнулось с совершенно новой глобальной проблемой, инициированной им самим. Без всестороннего анализа и систематизации знаний, которыми должно овладеть подавляющее число землян, не может быть преодолен экологический кризис.

Как же обстоит сегодня дело с экологическими знаниями? На мой взгляд, они остаются уделом обсуждения крайне узкого круга специалистов. Разработка и принятие природоохранных документов, деклараций, конвенций как на общепланетарном уровне (документы ООН, ЮНЕП и др.), так и национальном уровнях является продуктом деятельности всё того же узкого круга специалистов. Применительно к России принятие обязательств в области устойчивого развития, экологического образования, противодействия коррупции и т.д. не означает проведения практической работы по их претворению в повседневную жизнь. Экологическое образование на сегодня не входит в национальный стандарт образования, а относится к дополнительному образованию. Даже принятие законодательных нормативных документов в России подавляющим числом населения воспринимается не как насущная необходимость, а как очередная попытка власти изобрести

способ своего обогащения. Достаточно детально данная проблема проанализирована мною в монографии “Российская демократия как фактор экологической опасности” (136). Вывод из сказанного может быть только один: *в создавшихся условиях интернализация экологических знаний невозможна.*

В связи с этим возникает необходимость реализации **институционального подхода** к решению данной проблемы. Смысл институционального подхода состоит в том, чтобы не ограничиваться анализом экономических категорий и процессов в чистом виде, а включить в анализ институты и учитывать внеэкономические факторы. Применительно к анализируемой проблеме это экологические факторы. При этом понятие институционализации включает в себя два аспекта:

- “*институты*” – устойчивые объединения людей, созданные для обеспечения эволюции общества на основе принципов устойчивого развития;
- “*институции*” – закрепление принципов устойчивого развития в виде законов, нормативных документов, организаций, учреждений.

Таким образом, для успешной реализации принципа устойчивого развития необходимо провести большую работу по интернализации экологических знаний, чтобы они стали составляющей мировоззрения современного человека и определяли его образ поведения. В свою очередь это повлечёт за собой институционализацию: создание устойчивых экологических общественных и профессиональных объединений людей и принятие правовых и других нормативных документов, закрепляющих принцип устойчивого развития.

Продолжим анализ категориального базиса экологии. Исходя из вышепроведённого анализа, а также с учетом проведенного в главе 1 обоснования понятия экологии как науки в качестве оснований первого рода, по моему мнению, должны выступать два закона: *закон о необходимости формирования экологического мировоззрения у населения нашей планеты Земля* и *закон о необходимости регламентации челове-*



ской деятельности. На основе указанных законов должна созидаться система тотальной регламентации любой человеческой деятельности по отношению к окружающей среде, которая будет базироваться на осознании необходимости такой регламентации подавляющим числом населения Земли.

**Закон необходимости формирования экологического мировоззрения** у населения планеты формулируется мною следующим образом: *гармонизация антропогенного воздействия на окружающую среду возможна лишь на основе формирования экологического мировоззрения как составляющего элемента общечеловеческой культуры у подавляющего числа землян.*

Аргументацию о необходимости введения данного закона возникала у автора и раньше (123, 124, 128, 131), однако не на уровне всеобщего закона, а в качестве составляющего элемента внутри других теоретических положений. Анализ состояния окружающей среды и морали в области отношения к окружающей среде привели автора к мысли о необходимости обязательного введения в общечеловеческую культуру и культуру отношения к окружающей среде.

К глубокому сожалению, важность формирования экологического мировоззрения землян как элемента общечеловеческой культуры в настоящее время не осознана в полной мере, как в научном сообществе, так и органами государственного управления. Учитывая, что тенденции ухудшения качества окружающей среды не способны изменить и усилия мирового сообщества, несмотря на принятые программы и декларации в Стокгольме (1972 год), в Рио-де-Жанейро (1992 год), Йоханесбургская декларация (2002 год). Подтверждением сказанного является 20 пункт итогового документа конференции “РИО+20”. В котором в частности констатируется: *“Мы признаем, что с 1992 года прогресс, достигнутый на отдельных направлениях, был незначительным и что пришлось столкнуться с трудностями в интеграции трех составляющих устойчивого развития, которые еще более обострились в связи с финансовым, экономическим, продовольственным и энергетическим кризисами, которые поставили под угрозу*

*достижение всеми странами, особенно развивающимися, целей в области устойчивого развития” (10, с. 5).*

Одна из причин этого, а может быть и главная, заключается в том, что мировоззренческая сторона при анализе данной проблемы отстает от констатаций об устойчивости тенденции ухудшения параметров качества компонентов окружающей среды. Наверное, это свойственно для человеческого общества – некоторая инерционность мышления, заключающаяся в том, что от установления факта до принятия каких-либо действий происходит определенное время. Однако нам необходимо понять, что превращение человека, по словам В.И. Вернадского, в ведущую геологическую силу, требует от него и выработки определенных поведенческих норм, позволяющих гармонизировать отношение в системе “человек – окружающая среда”, чтобы избежать катастрофических последствий разрушения последней.

Кроме того, существует значительное различие по осознанию остроты проблемы населением отдельных стран. Промышленно развитые страны, население которых относит себя к “золотому миллиарду” сегодня питает иллюзии, что данная проблема если их и касается, то не так остро как население развивающихся стран. Приходится констатировать, что материальное благосостояние, к сожалению, не сопровождается ростом культуры, увеличением роли моральных и этических постулатов в мотивации поступков людей, а также выбираемых ими политических лидеров. Примером является бесцеремонное поведение самого могущественного на сегодняшний день в экономическом отношении государства – США при решении югославского, афганского, иракского, ливийского, сирийского и других менее громких кризисов.

Конечно, данная проблема анализируется в том или ином виде в работах Моисеева Н.Н. (58,59, 62,63), Реймерса Н.Ф. (102), Ясвина В.А. (144), Глазычева С.Н., А. Монегетти (54), Тихопалав В.Ю. Тихоплав Т.С. (110) и др., однако вряд ли сегодня можно утверждать, что в России или в любом другом государстве данная идея уже овладела массами. Многие уче-

ные, и не только экологи, сегодня обеспокоены в целом состоянием морали в человеческом обществе. Приведем мнения некоторых авторитетных ученых по данной проблеме.

Н.Н. Моисеев, анализируя недостатки современной промышленной цивилизации, пишет: *“Подтверждение этой мысли я вижу в падении общей культуры Запада, в узости и снижении гуманитарной образованности (выделено мною – А.Ш.) “образованных людей”, в отсутствии интереса к высокому искусству, к тому прекрасному, что создано человечеством и отвечает стремлениям к добру, человеколюбию, сопереживанию.... Эта евро-американская культура и тенденции ее развития – квинтэссенция духовной деградации, свойственная той цивилизации, которая утвердила капитализм в его современной форме”*. (63, с. 21).

В одной из серии интересных работ физиков Тихоплава В.Ю и Тихоплав Т.С., популяризирующих теорию торсионных полей, Тонкого мира, а в конечном счете обосновывающих Божественную природу происхождения нашего мира, пишут: *“Основной причиной, поставившей человечество на грань глобальной экологической катастрофы, является бездуховность нашей цивилизации”* (110, с. 19).

Они же цитируют выступление представителя общественного движения Т.Романовой на состоявшихся в 1998 году в Москве Первых общественных слушаниях по Декларации прав Земли, которая сказала следующее: *“Главное сегодня – это осознание всем человеческим сообществом, каждым человеком, того, что наша бездуховная цивилизация направлена на удовлетворение безмерно растущих, в основном избыточных, потребностей тела физического, что человечество утратило цель своего развития и движения. Необходимо, чтобы целью каждого человека и общества стало преобразование и духовное совершенствование во имя перехода человечества на новый виток эволюционного развития – от человека разумного к человеку духовному (выделено мною – А.Ш.)”* (110, с. 20).

Очень лаконично и метко выразился по обсуждаемой проблеме профессор И.Н. Яницкий: *“Основы безуспешно решаем-*

*мой до сих пор экологической проблемы заложены в нашей нравственности” (цитирую по 110, с. 20 – А.Ш).*

Нужно отметить, что проблемы нравственности всегда волновали передовые круги интеллигенции. В стихотворении “Наш век” прекрасный русский поэт Ф.И Тютчев в середине 19 века так характеризовал его время:

*Не плоть, а дух растлился в наши дни,  
И человек отчаянно тоскует.  
Он к свету рвётся из ночной тени  
И, свет обретши, ропщет и бунтует.*

*Безверием палим и иссушен  
Невыносимое он днесь выносит...  
И сознаёт свою погибель он,  
И жаждет веры,... но о ней не просит.*

*Не скажет ввек с молитвой и слезой  
Как ни скорбит перед закрытой дверью:  
“Впусти меня! Я верю, Боже мой!  
Приди на помощь моему неверью!”*

*10 июня 1851*

Сегодня приходится констатировать, что за прошедшие полтора века ситуация не только не улучшилась, а значительно ухудшилась. Во-первых, человечество сегодня оказывает огромное воздействие на окружающую среду, ни в коей мере не сравнимое, не только с XIX веком, но и началом XX века. Во вторых, оно связано информационной сферой, распространяющей информацию не в течение месяцев, дней, а в реальном времени, качество которой, с этической точки зрения, не выдерживает никакой критики.

Корреспонденты газеты “Комсомольская правда” провели такой эксперимент: в течение суток просмотрели телевизионные программы ведущих российских каналов и насчитали 785 случаев насилия над психикой человека, к которым от-

носились сцены убийств, ненормативная лексика, демонстрация половых актов, драки и грубость (данные приведены в передаче В. Познера “Времена” от 2 февраля 2003 года). Как мне представляется, такая статистика не требует никаких комментариев.

Приведу лишь две цитаты по данному поводу. Доктор философии, психологии, теологии и социологии, академик нескольких международных и национальных академий, основоположник онтопсихологии Антонио Менегетти пишет: *“Сегодня все коммуникационные системы направлены на распространение банальной, изоморфной культуры, но то, что одинаково, суть ничто. Одного человека отличает от других, в первую очередь, неповторимая уникальность его личности”* (54, с. 7).

Еще более категорично пишет по данной проблеме Н.Н. Моисеев: “Люди должны знать о тех катаклизмах, которые рождаются их деятельностью и которые уже видны на горизонте. И знать, что времени осталось немного: если все будет развиваться по ныне действующему сценарию, то “прелести”, порожденные самим человеком, увидят люди, родившиеся на пороге третьего тысячелетия. Это не далекое будущее, это – завтрашний день. Но средства массовой информации, без которых эти проблемы решены быть не могут, вряд ли станут отказываться от пошлых фильмов, воспитывающих людей в потребительском духе. Они будут и дальше потакать людским слабостям, что куда выгоднее и легче, чем рассказывать о доброте, взаимопомощи, а тем более – предоставить эфирное время для лекций по экологии.

*Современный либерализм способствует работе ассенизаторов, очищающих города от отходов, но не разрешает заниматься ассенизационной деятельностью в куда более опасной сфере загрязнения – в сфере информации, и особенно в сфере идеологии и нравственности. Даже религия перестает служить исходным идеалам и постепенно превращается в инструмент политики, как и в Средние века. (выделено мною – А.Ш.)”* (63, с. 21)

В.А.Ясвин в своей прекрасной работе “Психология отношения к природе” пишет: *“Психология экологического сознания начала формироваться в начале 90-х годов. Философской основой ее развития стало укрепившееся к этому времени понимание того, что прогрессирующий экологический кризис невозможно преодолеть без изменения господствующего типа массового сознания, являющегося его “психологической базой”* (144, с. 23).

Мне представляется, что научному сообществу необходимо сегодня осознать или, если хотите, согласиться с тем, что наряду с косной (неорганической) материей и живой материей, существует и духовная материя. Именно она должна стать основой исключения (ликвидации) негативных процессов, рожденных человеком как в неорганическом, живом, так и в духовном мирах. Никому из представителей живого мира, кроме человека, это не под силу. При этом гармонизировать свое отношение с окружающей средой человек вынужден с позиций антропоцентризма – с целью сохранить биосферу в том канале эволюции, в котором человек является ее гармоничной составляющей, а не источником процессов деградации, гибели, бифуркации.

Говоря о духовной материи (если хотите Душе), я не настаиваю ни на атеистической, ни на религиозной трактовке данного понятия. Мне кажется, духовность должна стать той основой, которая объединит человечество в сложнейшем в интеллектуальном, экономическом, правовом и моральном смыслах процессе согласования человеческой деятельности с фундаментальными процессами эволюции человеческого общества и окружающего мира. И заниматься указанным процессом согласования мы обречены каждое мгновение своего существования. И этот процесс бесконечен, по крайней мере, до тех пор, пока существует Homo sapiens.

Поэтому с точки зрения конечной цели не важно, понимаете ли вы под духовной материей Душу, как религиозный человек, или сознание, которое воспитывает общество у своих членов, исходя из материалистического понимания про-

исхождения нашего мира. Главное понять, что без осознания экологических проблем как элемента мировоззрения современного человека не может быть успешно разрешен кризис в системе “человек – окружающая среда”.

Учитывая то, что данный закон является фундаментом всего процесса согласования человеческой деятельности с закономерностями эволюции человеческого общества, позволю себе отступление, посвященное анализу проблем, которые возникают при внедрении его положений в практическую жизнь.

Прежде всего, приходится констатировать, что подавляющее число россиян не осознает того, что параметры антропогенного воздействия на окружающую среду сегодня достигли таких масштабов, что без принципиального изменения отношения человека к окружающей среде невозможно предотвратить нарастание экологического кризиса. Человек должен осознать, что он является органической составляющей того, что называют окружающей средой и во многом он сам моделирует ее. Однако при этом явно не до конца осознается масштабность понятия “окружающая среда”. Чаще всего это ассоциируется с бытовым пониманием ее, таких как квартира, дом, чистый воздух, вода, благоустроенная территория и т.д. На самом деле параметры антропогенного воздействия на окружающую среду имеют общепланетарные масштабы. Еще раз подчеркну эмпирическое обобщение В.И. Вернадского о том, что на современном этапе эволюции человек превратился в ведущую геологическую силу.

При этом нужно отметить, что правовые основания для реализации программ по формированию экологического мировоззрения в принципе заложены в федеральном законе “Об охране окружающей среды”, глава XIII которого называется “Основы формирования экологической культуры”. В частности в статье 71 декларируется всеобщность и комплексность экологического образования, она гласит: “В целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды устанавливается система

всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя дошкольное и общее образование, среднее, профессиональное и высшее профессиональное образование, послевузовское профессиональное образование, профессиональную переподготовку и повышение квалификации специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма”.

Таким образом, необходимость всеобщего экологического образования установлена законодательно. Применительно преподавания экологических знаний в образовательных учреждениях в ст. 72 п.1. сказано: *“В дошкольных общеобразовательных учреждениях, общеобразовательных учреждениях и образовательных учреждениях дополнительного образования независимо от их профиля и организационно-правовых форм (выделено мною – А.Ш.) осуществляется преподавание основ экологических знаний”*.

Более того, в статье 74 Закона определена и необходимость всеобщего экологического просвещения населения, в котором должны принимать участие все уровни государственной власти РФ и органы местного самоуправления, средства массовой информации, образовательные учреждения и т.д.

Возникает вопрос, достаточно ли выхода закона, для того, чтобы экологическое образование в России успешно реализовывалось? Конечно же, нет. Законодательная база является необходимым, но недостаточным условием. Имеется ли у нас достаточное количество квалифицированных преподавателей? Разработаны ли учебники и методические пособия? Сформулирована ли, в конечном счете, идеология экологического образования? Выделены государством соответствующие материальные и финансовые ресурсы? Определен ли порядок популяризации экологических знаний средствами массовой информации? Разработаны ли научные основы экологии, отвечающие современному этапу эволюции человеческого общества?



По-видимому, на все поставленные вопросы ответ будет отрицательным. И дело не в том, что ничего не делается. В том или ином виде деятельность по всем вышеуказанным проблемам осуществляется. Но всего этого явно недостаточно. Уровень организации экологического образования ни в коей мере не отвечает остроте существующей проблемы – выработке, а главное реализации принципов гармонизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

По мнению автора, экологическое образование, а правильнее концепция формирования экологического мировоззрения у граждан России должно являться одним из важнейших элементов национальной системы экологической безопасности. Однако государственная политика в области экологического образования и просвещения на федеральном уровне сегодня отсутствует. И это несмотря на то, что ООН объявило 2005-2015 годы декадой по образованию в целях устойчивого развития (29).

Нужно отметить, что экологическое образование в своё время активно внедрялось в целом ряде регионов, к примеру в Астраханской, Ульяновской, Ярославской, Самарской областях, Хабаровском крае, Ярославской области и др. В Ульяновской области принят Закон “Об экологическом образовании в Ульяновской области. Реализуется масса проектов на уровнях субъектов федерации, на общероссийском и международных уровнях. Однако, в целом, приходится констатировать, что не только федеральный центр, но и международное сообщество отстает от понимания важности экологического образования.

Как уже отмечалось, разработка теоретических основ экологии как науки также отстает от требований времени. В сложившейся ситуации перед Академией наук РФ и федеральным Министерством образования остро встает вопрос о систематизации теоретических основ экологии как науки, ее понятийной базы, чтобы указанные понятия вошли в учебники, правовые и нормативно-методические документы.

Закон об экологическом образовании в принципе должен

быть ориентирован не столько на овладение населением определенного объема информации по проблеме взаимоотношения человека и окружающей среды, сколько на формирование экологического мировоззрения у населения страны. Только мировоззренческий подход к проблемам отношения человека с окружающей средой позволит изменить отношение к ней государственных чиновников, законодателей, предпринимателей, граждан, т.е. всех нас, поскольку это отношение станет элементом культуры, без восприятия которой человек не может считаться цивилизованным на современном этапе эволюции человеческого общества.

На основе вышесказанного постараемся сформулировать первоочередные задачи, требующие решения на пути формирования экологического мировоззрения у населения России:

1. Принять национальную концепцию по формированию экологического мировоззрения у населения страны и утвердить ее на законодательном уровне, чтобы никакие перемены в составе правительства, его структуры и т.д. не помешали ее реализации.
2. Включить экологию на федеральном уровне в базовое образование в общеобразовательных школах и высших учебных заведениях.
3. Разработать национальную программу по подготовке и переподготовке преподавателей по экологии с привлечением ведущих ученых экологов.
4. Гарантированно выделить материальные и технические средства для реализации вышеуказанной концепции, учитывая важность проблемы, средства должны быть выделены отдельной строкой в бюджетах различных уровней.
5. Принять национальную программу по обеспечению образовательных учреждений учебниками и методическими пособиями.
6. Принять национальную программу по формированию экологического мировоззрения у населения страны с помощью средств массовой информации.

7. Включить в образовательный процесс учащихся обязательное участие в реальных природоохранных проектах. Формы могут быть самые разнообразные: экологические бригады, исследовательская работа, благоустройство территории города, поселка и т.д., экологические лагеря, журналистская работа и т.д. и т.п. Главное, чтобы дети стали активными участниками реальных дел по оптимизации взаимоотношений человека с окружающей его средой.

При этом нужно иметь в виду, что основной упор должен быть сделан на работу в общеобразовательных школах, причем обязательно с элементами творчества и практического участия в различных природоохранных мероприятиях. Как показывает опыт работы Координационного совета экологического общества учащихся Московской области, наиболее эффективным является участие учащихся в исследовательской работе, сочетающей в себе элементы получения новых знаний и навыков исследовательской работы. Важнейшим элементом организации исследовательской работы учащихся являются методические материалы. К глубокому сожалению, целенаправленной программы по разработке и изданию подобных материалов у Министерства образования РФ нет. Такие материалы выпускаются ограниченными тиражами на уровне субъектов федерации и отдельных муниципальных образований. Однако это не решает главной задачи – широкое распространение лучших методических материалов среди всех учителей России, занимающихся экологическим образованием. Кроме того, выпускаемые методические материалы по своему уровню не всегда соответствуют современным требованиям, не по содержательной части, а по форме подачи материалов.

При этом нужно отметить, что чаще всего педагоги, освоив одну-две методики, повторяют ее из года в год, поскольку происходит смена учащихся. Однако такой подход сужает проблему и не способствует расширению исследовательских навыков у учащихся. Такая ситуация обусловлена с одной

стороны тем, что экологическое образование до сегодняшнего дня относится к дополнительному, с другой стороны – отсутствием должной квалификации учителей и с третьей стороны – мизерностью заработной платы у этих учителей.

Более комплексный, исследовательский подход демонстрируют экологические общества, работающие при научных организациях. В качестве примера можно привести исследовательскую работу, проводимую членами научного экологического общества “ЭОС” из г.Бронницы, ведущие свои исследования под руководством специалистов научно-производственной фирмы “Экология и охрана среды” (НПФ “ЭОС”). Методика и результаты их исследований “Биоиндикаторы и методы биоиндикации загрязнения среды” опубликованы в журнале “Экологический вестник России” в № 11 за 2002 год. Ребятами проведен целый комплекс исследовательских работ по биомониторингу, результаты которых использовались администрацией города при разработке и реализации природоохранных программ. При таком подходе учащиеся не только лучше усваивают теоретический материал, но и приобретают навыки исследовательской работы, а самое главное, видят практические результаты от проведенной ими работы.

Подводя итог обоснованию данного закона, отметим, что он имеет два основных следствия:

*Первое:* научное сообщество обязано выработать общепланетарную экологическую идеологию. Именно общепланетарную. В процесс регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду должно быть вовлечено все человечество, поскольку разрешить экологический кризис усилием отдельных стран в принципе невозможно. Мы все должны усвоить следующую аксиому – окружающая среда понятие не делимое, она принадлежит всему человечеству.

*Второе:* органы управления различных государств должны выработать механизмы формирования экологического мировоззрения у населения своих стран с учетом особенностей их исторического развития, культуры, существующей общественно-экономической формации, государствен-

ного устройства, национальных особенностей, специфики природно-ресурсного потенциала и уровня развития экономики.

Однако это не означает, что мы должны дожидаться, когда созреет общественное мнение в других странах, Россия, учитывая ее научный потенциал, имеет шанс показать пример другим государствам.

**Закон необходимой регламентации воздействия человека на окружающую среду – воздействие человека на природные и антропогенные компоненты окружающей среды должно согласовываться с фундаментальными закономерностями эволюции человеческого общества и компонентов окружающей среды.**

Данный закон следует из того понятия общей экологии, которое было обосновано автором в главе 1.4. и в принципе является эмпирическим обобщением, охватывающим все сферы человеческой деятельности. Для этого достаточно ограничиться только перечислением уже существующих служб, занимающихся регламентацией различных сфер человеческой деятельности: Росприроднадзор, Ростехнадзор, Роспотребнадзор, пожарная инспекция, службы безопасности дорожного движения, водные инспекции, рыбоохрана, лесная служба, службы радиационной безопасности, органы строительно-архитектурного надзора и т.д. и т.п. Как уже отмечалось, человек регламентирован в своей деятельности от строительства хижины до создания космических летательных аппаратов. Может быть, только в своих творческих фантазиях эти ограничения расширяются, но и то не беспредельно, поскольку и они регламентируются нормами этики и морали.

К глубокому сожалению, на сегодняшнем историческом этапе развития России приходится констатировать, что нормы морали и этики вряд ли являются регламентирующими понятиями в образе поведения подавляющего числа россиян. Данную проблему автор детально анализировал в монографии “Российская демократия как фактор экологической опасности”, поэтому отправляю заинтересованного читателя к указанной работе (136).

Необходимость согласования человеческой деятельности с закономерностями эволюции окружающего мира обусловлено следующими причинами:

1. По масштабам воздействия на компоненты окружающей среды человечество на современном этапе своей эволюции превратилось в основную геологическую силу;
2. Воздействие человека на окружающую среду не согласовано с фундаментальными закономерностями функционирования и развития окружающей среды и самого человеческого общества, что приводит к ее разрушению, деградации и созданию, в конечном счете, среды опасной для самого человека и биоты в целом;
3. Человек как единственный представитель живого мира, обладающий интеллектом, обязан разработать правила поведения, позволяющие сохранить эволюцию биосферы в том канале, где человек является ее органичным элементом, а не фактором ее уничтожения и себя самого.

Для того, чтобы система регламентации человеческой деятельности была эффективной, необходимо определить круг явлений, процессов, факторов которые должна охватывать система регламентации. При этом мы должны исходить из основной цели, стоящей перед общей экологией, – обеспечение благоприятной для человека окружающей среды. Это может быть достигнуто только путём *согласования антропогенного воздействия на окружающую среду с фундаментальными процессами её эволюции.*

Таким механизмом должна быть многоуровневая система экологической безопасности, создаваемая как элемент государственной безопасности, которая одновременно является элементом общепланетарной системы экологической безопасности. Методологические проблемы создания систем экологической безопасности, как уже отмечалось выше, детально анализируются в целом ряде ранее вышедших работ автора, поэтому отсылаем заинтересованного читателя к ним или на сайт ЗАО НПФ “ЭОС” ([www.npf-eos.ru](http://www.npf-eos.ru)), на котором размещены аналитические статьи автора по данной проблеме.

Из данного закона возникают два важнейших следствия.

Первое следствие – *регламентация взаимодействия человека с окружающей средой базируется на знаниях закономерностей развития компонентов окружающей среды и человеческого общества.*

Для того, чтобы выработать систему регламентации человеческой деятельности, в первую очередь, необходимо изучить закономерности эволюции окружающего человека мира и самого человеческого общества и определить, как эти закономерности влияют на проявление факторов экологической опасности (см. раздел 2.3. и главу 3). И только на основе этих знаний может быть разработана эффективная система регламентации, обеспечивающая экологическую безопасность земель.

Второе следствие – *экономическая деятельность человеческого общества должна осуществляться с соблюдением экологической парадигмы (зелёная экономика).*

Последствия воздействия человека на окружающую среду на современном этапе развития цивилизации все более влияют на экономические показатели производства. Объективно производством управляет экономический критерий оптимальности в системе “минимум затрат – максимум прибыли”, являясь универсальным рыночным механизмом. При этом понятие “минимум затрат” зачастую воспринимается как исключение определенного вида затрат в том числе и на природоохранные мероприятия. Однако это не так, поскольку закон необходимой регламентации воздействий человека на окружающую среду должен создать комплекс жестких требований по нормированию воздействий на окружающую среду, включая и платежи за природопользование. Причем сверхнормативное воздействие должно быть экономически невыгодно. Нужно создать такие условия, чтобы природопользователь стремился реализовывать природоохранные мероприятия, исключая сверхнормативное воздействие. На основе сказанного возникает важное следствие из предыдущего закона – необходимость перехода к экологизации экономики. Суть экологизации экономики заключается в переносе центра тяжести экономического анализа

с издержек, затрат и промежуточных результатов на конечные результаты деятельности, включая прогнозируемые результаты развития вообще (1, 31, 51, 142).

Главными составляющими экологизации экономики являются:

- включение регулирующих и обеспечивающих функций окружающей среды, в число экономических категорий как равноправных с другими категориями богатства и благосостояния;
- подчинение экономики производства и экономики природопользования ограничению экологического императива и принципу сбалансированного природопользования;
- отказ от затратного подхода к охране природы, охране окружающей среды, восстановительному природопользованию и включение природоохранных функций непосредственно в экономику производства;
- переход производства к зелёной и социально ответственной экономике;
- эколого-экономическая ориентация структуры потребностей и стандартов благосостояния общества.

Из сказанного следует, что одной из основных задач экологии является разработка и совершенствование природоохранного непротиворечивого законодательства, охватывающего весь комплекс взаимоотношений человечества с окружающей природной и антропогенной средой, а также формирование экологического мировоззрения через систему воспитания и образования. Причем последнее является определяющим, поскольку без осознания подавляющим числом населения Земли необходимости регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду мы будем не способны снять кризис в системе “человек – окружающая среда”. Убежденность в сказанном и анализ исторического опыта эволюции человеческого общества позволило автору сформулировать закон о необходимой регламентации человеческой деятельности.

Продолжим анализ категориального базиса общей экологии. В качестве оснований первого рода, по моему мнению,



также должны рассматриваться системная организация материального мира и закон сохранения.

**Системная организация материального мира** является основанием всего естественнонаучного знания. Как уже отмечалось, согласно закону системности, *любой объект есть объект-система, и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода*. Объект-система (ОС) представляет собой композицию или единство, построенное по отношению к множеству  $R_{oc}$  и ограничивающим эти отношения условиям  $Z$  множества  $Z_{oc}$ . При этом в каждом объекте системы выделяются (112):

- составляющие их первичные элементы;
- отношения единства, представляющие собой связи между элементами, скрепляющие их в единое целое (эмерджентные или системообразующие свойства);
- условия, ограничивающие отношения единства, или так называемые законы композиции;
- неизбежную принадлежность каждого объекта – системы хотя бы одной системе объектов одного и того же рода.

Таким образом, объект-система представляет собой композицию, или единство из первичных элементов, построенное по отношению (в частном случае – взаимодействиям) и ограничивающим эти отношения условиям. Множество объектов систем, обладающих общими родовыми признаками, образуют систему объектов данного рода, называемую  $R$  – системой. Для нее имеется два своеобразных предела по содержанию составляющих элементов. Верхний предел соответствует наивысшей форме общности – абстрактной системе, охватывающей в виде составляющих ее элементов все остальные понятия. Нижнему пределу соответствует нуль-система, которая не содержит ни одного элемента данного рода. Таким образом образуется системный ряд: нуль-система (0) исследуемая объект-система (i) система объектов – систем данного рода (R) абстрактная система (A).

Из вышесформулированного принципа системности возникают два важных следствия. Первое: формирование эколо-

*гического мировоззрения должно войти как составной элемент в общепланетарную идеологию устойчивого развития, направленную на обеспечение сохранения благоприятной окружающей среды, как для сегодняшних, так и для будущих поколений людей.*

В связи с этим в разрабатываемых мировым сообществом и национальных документах, касающихся проблем устойчивого развития, должны найти отражение и принципы формирования экологического мировоззрения. При этом формирование таких принципов должно происходить на условиях консенсуса. Ни в коей мере не должно использоваться насилие, как это сейчас демонстрируют США и союзники при решении проблем терроризма, нераспространения оружия массового уничтожения, ликвидации не демократических или недостаточно демократических, по их мнению, режимов. Это тупиковый путь. Нельзя привить образ поведения силой. Только через осознание важности гармонизации антропогенного воздействия на окружающую среду может быть решена проблема выработки общепланетарного экологического мировоззрения.

Второе: *система формирования экологического мировоззрения должна реализовываться на всех уровнях организации человеческого общества – от индивидуума до общепланетарного.*

Формирование экологического мировоззрения должно сопровождать человека на протяжении всей его жизни. Начинаться оно должно с детских лет и затем через систему образования, воспитания и просвещения сопровождать человека в период его жизни в различных социальных группах, будь то группа в детском садике, учебный класс в школе или коллектив предприятия, научной, коммерческой организаций. Реализация такого подхода возможна лишь в том случае, если проблемой формирования экологического мировоззрения будут заниматься на общегосударственном уровне. Опыт практической деятельности по формированию экологического мировоззрения в различных странах с учетом их культу-

ры, традиций, уровня социально-экономического развития, государственного управления и будет составлять устойчивую основу общепланетарной экологической культуры.

**Закон сохранения** применительно к экологии Н.Ф. Реймерс сформулировал как **закон развития системы за счет окружающей ее среды** – *любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды* (102). Отсюда следует, что закономерности развития окружающей среды проявляются и в развитии самой системы. В свою очередь, система также оказывает влияние на окружающую среду, что является актуальным в связи с планетарными масштабами воздействия человека на окружающую среду.

Биотические системы характеризуются высокой степенью замкнутости, т.е. безотходностью. Расчеты на примере углерода показывают, что ежегодно из круговорота выпадает не более 0.01% (1). В тоже время воздействие человека на окружающую среду разомкнуто в вещественном, энергетическом и информационном отношениях. В окружающую среду поступают вещества в количествах, превышающих возможности их вовлечения в природные круговороты. Кроме того, в окружающую среду поступает огромная масса веществ, созданных человеком или в сочетаниях, которые не встречались в природе в ходе ее эволюции. Поэтому в связи с особенностями антропогенного воздействия на окружающую среду из закона сохранения возникает важное следствие о неустранимости возмущающих антропогенных воздействий на окружающую среду. Именно поэтому человек должен еще на стадии планирования своей деятельности проводить анализ и прогноз возможных последствий своей деятельности и разрабатывать соответствующие мероприятия по согласованию возмущающих воздействий с закономерностями эволюции окружающего мира. Законы “Об охране окружающей среды”, “Об отходах производства и потребления”, “Об экологической экспертизе”, требования обязательной разработки разделов “Оценка воздействия на окружающую среду” и “Мероприятия по охране окружающей среды” в предпроектных и про-

ектных материалах как раз и преследуют такую цель. Наиболее перспективным и эффективным будет практическое введение международного стандарта ГОСТ Р ИСО 14040-99 – “Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла”, который предусматривает оценку возможных воздействий на окружающую среду на протяжении всего жизненного цикла продукции от приобретения сырья до производства, эксплуатации и утилизации. К глубокому сожалению, к практическому применению указанного стандарта в России еще не приступали, несмотря на то, что стандарт принят Госстандартом России в 1999 году.

**Принцип (закон) внутреннего динамического равновесия** (Реймерс Н. Ф., 1990 г.) – *вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии связаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные изменения, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархии.*

Из чего следует, что при изучении связей в системе “человечество – окружающая среда” важно не только установить параметры воздействия на окружающую среду (к примеру интенсивность и объемы выбросов загрязняющих веществ), еще более важным является проследить “жизнь” этого воздействия в различных компонентах окружающей среды. С этой целью выявляются сочетания, обладающие эффектом суммации, рождающие новые воздействия (зачастую более опасные) и разрабатываются интегральные показатели экологического состояния территорий (суммарные показатели загрязнения, биологическое разнообразие, предельная техноёмкость территории и т. д.).

Важные для процесса гармонизации отношений в системе “человечество -окружающая среда” следствия из данного закона приведены Т.А.Акимовой и В.В.Хаскиным, которые разделяет и автор (1).

Первое следствие: *любое изменение в системе или их совокупности неизбежно приводит к развитию природных цеп-*

*ных реакций, направленных в сторону нейтрализации произведенного изменения или необратимого формирования новых взаимосвязей и новых систем в случае, если воздействие превышает природные границы структурно-функциональной целостности системы.*

В связи с этим для системы “человек – окружающая среда” важно, чтобы рождаемые антропогенным воздействием реакции по нейтрализации произведенного воздействия не приводили к разрушению структурно-функциональной целостности любых компонентов окружающей среды и в первую очередь биосферы.

Второе следствие: *изменение свойств системы при внешних воздействиях нелинейно, поскольку слабые воздействия могут вызвать сильные изменения, как в отдельных параметрах, так и в системе в целом.*

В связи с данным следствием является необходимым изучение, выявление и прогнозирование таких воздействий, которые по вызываемым изменениям в компонентах окружающей среды обладают аддитивными, мультипликативными, кумулятивными и синергетическим эффектами. Представляется, что указанные явления должны быть обязательным предметом изучения при комплексной экологической оценке территорий и создании новых технологий, веществ и продукции.

**Принцип (закон) физико-химического единства живого вещества (В.И.Вернадского)** – *все живое вещество Земли физико-химически едино.* Из данного закона следует, что негативное воздействие на одну из частей живого вещества не может быть безразличным к другой его части. Это в свою очередь означает, что, проводя анализ последствий антропогенного воздействия на биосферу, нельзя ограничиваться локальной оценкой (непосредственно на площади воздействия), а необходимо проследить всю цепочку последствий произведенного воздействия, как по компонентам окружающей среды, так и по их иерархии. Особенно это важно учитывать при разработке природоохранительного законодательства, когда закон о регламентации воздействий

на отдельные компоненты окружающей среды (растительный и животный миры, гидросфера, почвы и т.д.) не учитывает последствий, которые возникают в других компонентах окружающей среды и тем более влияние последствий на биоту. Данный закон имеет отношение только к биосфере, тем не менее является одним из основных для экологии, поскольку основной ее задачей является *сохранение в качестве органичного составляющего элемента биосферы человека*. Из данного закона возникает важное следствие – *оценку антропогенного воздействия на окружающую среду необходимо производить по всей цепочке последствий произведенного воздействия*.

Данное следствие также подчеркивает необходимость внедрения в практику управления антропогенным воздействием на окружающую среду стандарта ИСО Р 14040 “Оценка жизненного цикла”.

**Принцип увеличения степени идеальности** (Г. В. Лейбница) – *гармоничность отношений, между частями системы историко-эволюционно возрастает* (102). Из приведенной формулировки следует, что человечество, превращаясь в ведущую геологическую силу (по В. И. Вернадскому), неминуемо должно прийти к выработке принципов гармонизации своих отношений с окружающей природной средой. Однако важно акцентировать внимание на то, что все это не произойдет само собой. Способность человека к анализу и прогнозу должна неизбежно привести человечество к выработке комплекса действий, направленных на снятие противоречий в системе “человечество – окружающая среда”. Именно это составляет основу экосферы, как элемента ноосферы – сферы разума (см раздел 1.4.). Из данного закона сформулируем следствие, которое вытекает непосредственно из обоснованного автором понимания экологии как науки на современном этапе эволюции человеческого общества, – *человечество как ведущая геологическая сила, обладающая уникальным свойством – интеллектом, обязано разработать комплекс действий по гармонизации отношений в системе “человек – окружающая среда”*.

В качестве теоретических основ собственно общей экологии является также **принцип саморегуляции**, который эмпирически обоснован Б.Коммонером и в афористичной форме звучит так: **природа знает лучше**. Обосновывая данный принцип, Б.Коммонер пришел к выводу, что современная цивилизация подошла к своему уровню некомпетентности, поскольку неразумное воздействие человека на компоненты окружающей среды сплошь и рядом приводит к их деградации, разрушению, загрязнению.

Принцип саморегуляции можно сформулировать следующим образом: *природа путем многомиллиардных проб и ошибок выработала механизмы саморегуляции, которые поддерживают ее устойчивость как системы.*

Человек своей деятельностью нарушает установившийся баланс в природе, и зачастую эти нарушения имеют катастрофические последствия не только для природных компонентов окружающей среды, но и для антропогенных. Из принципа саморегуляции возникает очень важное следствие: *оптимизация в системе “человек – окружающая среда” должна базироваться на знаниях фундаментальных закономерностей развития окружающей человека среды и самого человеческого общества.* Именно это, по мнению автора, и является сутью экологии как науки.

Вышеизложенные принципы являются, по мнению авторов, основными положениями, на которых должна формироваться общая экология как наука. Несомненно, что дальнейший анализ и разработка теоретических основ экологии уточнит содержание вышеохарактеризованных принципов и позволит добавить новые.

## **5.2. Структура общей экологии.**

Структура общей экологии определяется взаимоотношением составляющих ее научных направлений. При этом, конечно же, нужно базироваться на понятиях об объекте и предмете экологии как науки. Прежде всего, необходимо провести оценку со-

стояния проблемы путём обзора существующих подходов к данной проблеме в научной и образовательной литературе.

### ***5.2.1. Анализ существующих подходов к определению структуры общей экологии***

Доминирующий сегодня биологический подход к экологии находит свое отражение и при определении структуры экологии. Однако, как показывает анализ, даже на основе биологического подхода отсутствует однозначное понимание структуры экологии, а зачастую непонятны даже и основания классификации при выделении отдельных научных направлений. Для иллюстрации сказанного приведу несколько примеров описания структуры экологии различными авторами.

Денисов В.В. и др. в работе “Экология” выделяют в структуре экологии четыре основных раздела (27, с. 23):

- Аутэкология или факториальная экология (учение об экологических факторах);
- Экология популяций или демэкология;
- Экология сообществ и экосистем или биогеоценология;
- Основы учения о биосфере или экология биосферы.

Таким образом, указанные авторы в качестве оснований выделения научных направлений экологии используют уровни организации живого. При этом непонятна позиция авторов, когда они аутэкологию рассматривают как синоним факториальной экологии, поскольку факторы окружающей среды оказывают влияние на живое не только на организменном уровне, но и на других уровнях организации живого.

Чердымова З.И. и др. (Приволжская ГСГА) выделяют в общей экологии:

- Аутэкология – экология организмов;
- Демэкология – экология популяций;
- Синэкология – экология сообществ;
- Биогеоценология – экология экосистем;



- Соцэкология – изучает связи между человеком и его средой.

Налицо чисто биоцентрический подход к выделению элементов общей экологии. Однако важно отметить, что человек выделен из биосферы, а его взаимоотношение с окружающей изучается в рамках отдельного научного направления – соцэкологии (авторами принято именно такое сокращенное наименование, вместо более широко применяемого, социальная экология). Кроме того непонятно, почему отсутствует научное направление, изучающее биосферу в целом.

Близкие подходы к определению структуры экологии используют Горелов А.А. (22), Петров К.М. (94).

Чернова Н.М. и др. (117, с.4) разделяют экологию на: **общую экологию, социальную экологию и охрану природы.**

*Общая экология* включает в себя изучение живого – от организменного до биосферного уровней.

*Социальная экология* рассматривает человека как биосоциальный тип, в отличие от других представителей живого мира и на основе этого изучаются его взаимоотношение с окружающей средой.

*Охрана природы* определяется авторами как “система научно обоснованных международных, государственных и общественных мер, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, на защиту природной среды от загрязнения и разрушения в интересах существующих и будущих поколений людей” (117, с. 194).

Таким образом, охрана природы рассматривается с ресурсных позиций как система мер, позволяющих сохранить источники удовлетворения потребностей человечества в природных ресурсах. Такой подход к экологии явно выходит за рамки чисто биологического подхода, хотя она определяется авторами как “*наука о связях живых организмов с окружающей средой*” (там же, с. 3).

Зверев А.Т. и Зверева Е.Г. (35) выделяют в экологии:

- Биоэкологию – “*это часть биологии, изучающая жизненные отношения организмов – их особей и сообществ – между собой и окружающей их средой*”;

- Прикладную экологию – *“это наука о хозяйствовании на пользу человека и не в ущерб природе. Она служит правильному, рациональному использованию ресурсов природы и среды жизни: устанавливает допустимые нормы, научным путем ищет формы управления экосистемами, способы “экологизации” хозяйства – примирения и сближения его с природой”*;
- Экологию человека – *“наука о сосуществовании человека и природы и о взаимоотношениях между людьми в различных условиях жизни”*;
- Социальную экологию – *“наука, изучающая закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, практические проблемы ее охраны”*.

Таким образом, проблемам взаимоотношения человека с окружающей средой посвящены три из четырех, выделяемых авторами научных направлений. Кроме того, в качестве отдельных разделов авторами выделяются “Охрана животных и растений” и “Природные и антропогенные экологические катастрофы”. При этом не понятна мотивация авторов при выделении в структуре экологии научных направлений “экология человека” и “социальная экология”, объект и предмет которых в значительной мере совпадают. Тем не менее, отметим главный, на наш взгляд, момент – в качестве объекта составляющих общую экологию элементов рассматриваются *проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой*.

Продолжим анализ. Воронков Н.А. в своей работе “Основы общей экологии” выделяет в структуре общей экологии следующие разделы (17, с. 10):

- Экология организмов, или аутэкология, изучающая взаимодействия между отдельными организмами и факторами среды или средами жизни;
- Популяционная экология, или демэкология, изучающая взаимоотношения между организмами одного вида (в пределах популяции) и средой обитания.
- Учение об экосистемах (биогеоценозах), или синэкология, изучающая взаимоотношения организмов разных

видов (в пределах биоценозов) и среды их обитания как единого целого;

- Учение о биосфере (глобальная экосистема), изучающая роль живых организмов (живого вещества) и продуктов их жизнедеятельности в создании земной оболочки (атмосферы, гидросферы, литосферы), ее функционировании;
- Факториальная экология, учение о факторах среды и закономерностях их действия на организмы.

При этом, говоря об общей экологии, Н.А. Воронков в скобках подчеркивает – “биологической”, рассматривая, таким образом, термины “общая экология” и “биологическая экология” как синонимы. Симптоматично выделение как отдельного научного направления “факториальной экологии”, которое говорит о том, что проблемы влияния компонентов окружающей среды на живое должны изучаться отдельно. Однако, приведенное автором определение факториальной экологии близко по содержанию к выделяемому им же разделу экологии – экология организмов.

Еще более широко понимает экологию Алексеев С.В. (3, с.11), который выделяет в ней следующие научные направления:

- Классическая экология – изучает взаимодействие биологических систем с окружающей средой;
- Глобальная экология – раскрывает единство и целостность биосферы как глобальной экосистемы;
- Социальная экология – рассматривает взаимосвязи и взаимозависимости в системе “общество – окружающая среда”;
- Геоэкология – изучает геосистемы разного уровня организации и их антропогенные изменения;
- Экология человека – изучает природную сущность человека, среду его обитания, экологические факторы здоровья;
- Прикладная экология – изучает взаимосвязи агроэкосистем, экосистем города, техносферы с окружающей средой;
- Экологический мониторинг – это система наблюдения, оценки, анализа и прогноза состояния окружающей среды.

Однако при дальнейшем изложении автор как бы забывает о приведенной им классификации, поскольку во втором разделе учебника “Основные научные направления современной экологии” дается описание лишь глобальной экологии и социальной экологии. При этом не понятна мотивация автора при выделении “классической” и “глобальной” экологии, поскольку объектом той и другой науки является живое, но на различных уровнях организации. Совершенно не обосновано выделение экологического мониторинга как равно уровневго элемента в структуре экологии, поскольку мониторинг как система регулярных наблюдений и прогноза обязана присутствовать в каждом из выделенных авторами элементов.

Совершенно другой подход к структуре современной экологии демонстрируют Т.А. Акимова и В.В. Хаскин (1). Ими выделяются следующие научные направления (разделы) в экологии:

- Общая экология, которая состоит из теоретической экологии, математической экологии, моделирования экологических систем и процессов и экспериментальной экологии;
- Биоэкология, включающая в себя экологию систематических групп организмов, экологию естественных биосистем, эволюционную экологию и учение о биосфере;
- Геоэкология, которая изучает взаимоотношение организмов и среды обитания с точки зрения их географической принадлежности. Она включает в себя: экологию сред (воздушной, наземной (суши), почвенной и др.), экологию природно-климатических зон, климатологию, экологию регионов, стран, континентов;
- Экология человека, включающая в себя биоэкологию человека, социальную экологию и экологию человечества *(по тексту социальная экология выделяется как равно уровневая с другими научными направлениями, однако на рис. 1.2. на стр. 21 социальная экология включена как элемент научного направления “экология человека” – А.Ш.)*;
- Прикладная экология, включающая в себя инженерную экологию, сельскохозяйственную экологию, биоресурс-

ную и промысловую экологию, коммунальную экологию и медицинскую экологию. В общем виде прикладная экология определяется как “большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношений между человеческим обществом и природой (*однако это уже было включено в “экологию человека” см. выше – А.Ш.*).

Кроме того на схеме, характеризующей структуру экологии, выделяются еще “приложения экологии к практике охраны природы и окружающей человека среды” и “экологическая экономика природопользования”, которые почему-то не нашли места при текстовом описании структуры экологии.

Николайкин Н.И. и др. в объёмной работе “Экология” констатируют: *“Современная экология – это фундаментальная наука о природе, являющаяся комплексной и объединяющая знание основ нескольких классических естественных наук: биологии, геологии, географии, климатологии, ландшафтоведения (я бы добавил в перечень гидрогеологию, геофизику, гидродинамику, почвоведение, обществоведение и социологию – А.Ш.) и др.”* (69, с. 25). Вряд ли приведённое определение экологии позволит нам определить её объект и предмет, без которых невозможно выстроить здание современной экологии как науки.

Далее в структуре экологии авторы выделяют три основные ветви:

Первая – **общая экология** или биоэкология, в которой в свою очередь выделяются: аутэкологию; демэкологию; синэкологию; экосистемную экологию и биосферную экологию. Таким образом элементы общей экологии выделяются по уровням организации живого.

Вторая – **геоэкология** – изучение геосфер, их динамики и взаимодействия;

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

При таком варианте структурирования экологии как науки не просматривается объект и предмет, объединяющий три выделенных ветви в одно целое. Не понятны основания для выделения экосистемной экологии и биосферной экологии, поскольку в главе 7 биосферу авторы рассматривают как глобальную экосистему. Прикладная экология по сути вмещает в себя всю совокупность проблем взаимоотношения человека с окружающей средой. По моему мнению, именно это и является объектом изучения общей экологии.

Анализ приведенных выше описаний структуры экологии показывает, что авторы опираются на базовое определение экологии как науки о взаимоотношении живого с окружающей средой и в рамках биологического подхода выделение научных направлений вполне логично и обосновано. Однако, понимая, что сегодня экология это нечто большее, чем просто взаимоотношение живых организмов с окружающей средой, авторы выделяют еще несколько научных направлений, основания классификации для выделения которых различны и не имеют достаточной аргументации, что с точки зрения требований логики недопустимо. К сожалению, это является типичным недостатком при обосновании структуры экологии как науки.

Для подтверждения сказанного на рисунке 5.2 приведена структура современной экологии, которую предложил Н.Ф.Реймерс (102). В качестве научных направлений, составляющих экологию на первом уровне, выделяются: общая экология, динамическая экология, аналитическая экология, теоретическая экология, прикладная экология, экология микрокосмов, экология человека, биоэкология, экология воздействий. Найти основания, послужившие выделению вышеприведенных научных направлений в экологии, крайне затруднительны, а автором классификации они просто не приводятся. В целом Н.Ф. Реймерсом, как видно из приведённой схемы, выделяется более 50 научных направлений различного уровня, которые составляют структуру экологии как науки.

Рис 5.2. Структура современной экологии (по Н.Ф. Реймерсу, 1994)

Предложенные структуры современной экологии Т.А. Акимовой, В.В. Хаскиным, С.В. Алексеевым, Н.А. Воронковым и Н.Ф. Реймерсом, по моему мнению, отражают тенденцию в понимании того, что экология вышла за рамки биологического подхода. При этом *доминирует центробежный процесс*, когда в экологию механически включаются практически все существующие в сфере человеческого знания научные направления, т.е. идет как бы специализация по отдельным отраслям знаний или видам человеческой деятельности. И этот процесс вполне закономерен, поскольку отражает озабоченность человечества состоянием окружающей среды. Однако, во-первых, он не должен дойти до абсурда, когда у каждого человека будет своя экология, что в принципе мы сегодня и имеем. Во-вторых, выделяя новые научные направления в экологии, мы должны сохранять родовое понятие экологии как науки, а не просто механически включать ту или отрасль знания в предмет экологии. Указанный процесс должен сопровождаться переосмыслением (возможно правильнее экологизацией) научных основ отраслей знания, включаемых в качестве элементов в общее здание экологии как науки. К глубокому сожалению, этого сегодня нет. Причина заключается в том, что существует инерционность в мышлении, когда доминирующий многие годы биологический подход довлеет над каждым из нас. Как следствие, затрудняется восприятие научным сообществом других принципиальных подходов к определению экологии как науки, поскольку это требует существенного пересмотра научного багажа каждым специалистом в области экологии, изменений в природоохранительном законодательстве, в нормативно-методических документах и массовом сознании. Конечно, этот процесс очень сложен. *Однако мы обречены пройти его, поскольку без принятия нового родового понятия “экология”, отражающего ее место на современном этапе эволюции человеческого общества, не возникнут центростремительные процессы, которые позволят провести интеграцию знаний в данной области и выработать теоретические основы экологии как науки.*



### **5.2.2. Структура общей экологии на современном этапе эволюции человечества.**

На основе обоснованного в главе 1.4. определения экологии как науки о регламентации человеческой деятельности по отношению к окружающей среде и выделенных типов антропогенного воздействия на окружающую среду попытаемся обосновать структуру общей экологии. С этой целью, как представляется, необходимо выделить основные направления знаний, которые необходимо интегрировать в новую научную дисциплину, которая именуется **общая экология**. При этом под интеграцией имеется в виду не механическое объединение накопленных знаний, а их синтез, который должен привести к разработке научных основ тотальной регламентации антропогенных воздействий на окружающую среду. Таким образом, указанный процесс должен сопровождаться генерацией нового знания, направленного на гармонизацию взаимоотношений в системе (человек – окружающая среда”, на всех уровнях её организации.

Прежде всего, в общей экологии должно быть научное направление, которое на основе изучения влияния компонентов окружающей среды на развитие живого, включая и человека, определяет *оптимальные параметры качества компонентов окружающей их среды, которые обеспечивают эволюцию живого в том канале, где человек является органичной составляющей*.

Установленные параметры качества компонентов окружающей среды служат основой научного направления, которое должно заниматься разработкой *научных основ тотальной регламентации человеческой деятельности по отношению к окружающей его среде*. В рамках данного научного направления разрабатывают научные основы регламентации антропогенного воздействия как на окружающую среду в целом, так и на отдельные её компоненты. Причем нужно иметь в виду, что воздействия на окружающую среду осуществляются как при нормальном функционировании объектов техносферы, так и в результате нарушений в их функционировании, возникающих в связи с процессами эволюции

окружающей среды и человеческого общества. Причем указанные нарушения проявляются в виде залповых, аварийных и катастрофических воздействий на окружающую среду.

Многообразная человеческая деятельность сопровождается одинаковыми специфическими видами воздействий на компоненты окружающей среды, типизацией и регламентацией их воздействия на окружающую среду также *должно заниматься отдельное научное направление.*

Кроме того, в общей экологии должно быть научное направление, которое изучает проблему развития произведённых воздействий в результате проявления природных и антропогенных факторов экологической опасности в окружающей среде. Указанное научное направление не должно ограничиваться констатацией суммарного антропогенного воздействия на окружающую среду. Основной целью данного научного направления является *оценка “жизни”, произведенных воздействий на окружающую среду* и выработка, на основе этого, системы ограничений антропогенного воздействия на неё. Поэтому в его задачу входит изучение произведённых воздействий в пространственно-временных координатах для создания прогнозных моделей оценки последствий произведенных воздействий на окружающую среду и самого человека.

Данные, полученные вышеперечисленными научными направлениями, останутся мертвым грузом, если в структуре общей экологии будет отсутствовать научное направление, в задачу которого входит создание *механизма реализации* вышеперечисленных направлений регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду.

На основе вышеприведенных замечаний автором предлагается следующая структура общей экологии (в графическом виде приведена на рис. 5.3.):

- **Средология** – наука об оптимальных параметрах качества окружающей среды с точки зрения обеспечения эволюции живого, включая человека;
- **Прикладная экология** – наука о регламентации типовых видов антропогенного воздействия на окружающую среду;

- **Эволюционная экология** – наука о закономерностях развития антропогенного воздействия на отдельные компоненты или окружающую среду в целом в пространственно-временных координатах;
- **Охрана окружающей среды** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду любого вида человеческой деятельности по отношению к объекту оценки;
- **Экологическая культура** – наука о формировании экологического мировоззрения у населения России.

Перейдем к обоснованию определений и анализу состава отдельных научных направлений, входящего в общую экологию.

**Средология** – представляет собой науку об определении оптимальных параметров качества окружающей среды с точки зрения обеспечения эволюции живого, включая человека.

В предыдущих работах для обозначения данного научного направления мною использовался термин “экология компонентов окружающей среды”, исходя из логики определения экологии как науки и структуры окружающей среды. Некоторые авторы предлагают для наименования близкого по объему и содержанию научного направления другие термины: “натурология”, “факториальная экология”, “средология” и другие более сложные словосочетания (1, 17, 61, 104). По мнению автора, термин “средология” наиболее точно отражает содержание данного научного направления.

Необходимо подчеркнуть, что человек при этом рассматривается не только как биологический вид, но и как единственный представитель живого мира, обладающего способностью к абстрактному мышлению и сознательному созиданию искусственной среды обитания. Важно подчеркнуть, что проблема определения оптимальных параметров качества окружающей среды должна рассматриваться не с позиций антропоцентризма, а с позиций биоцентризма, поскольку только сохранение биоразнообразия и исключение процессов деградации биосферы в общепланетарном масштабе обеспечит выживание человека как биологического вида.

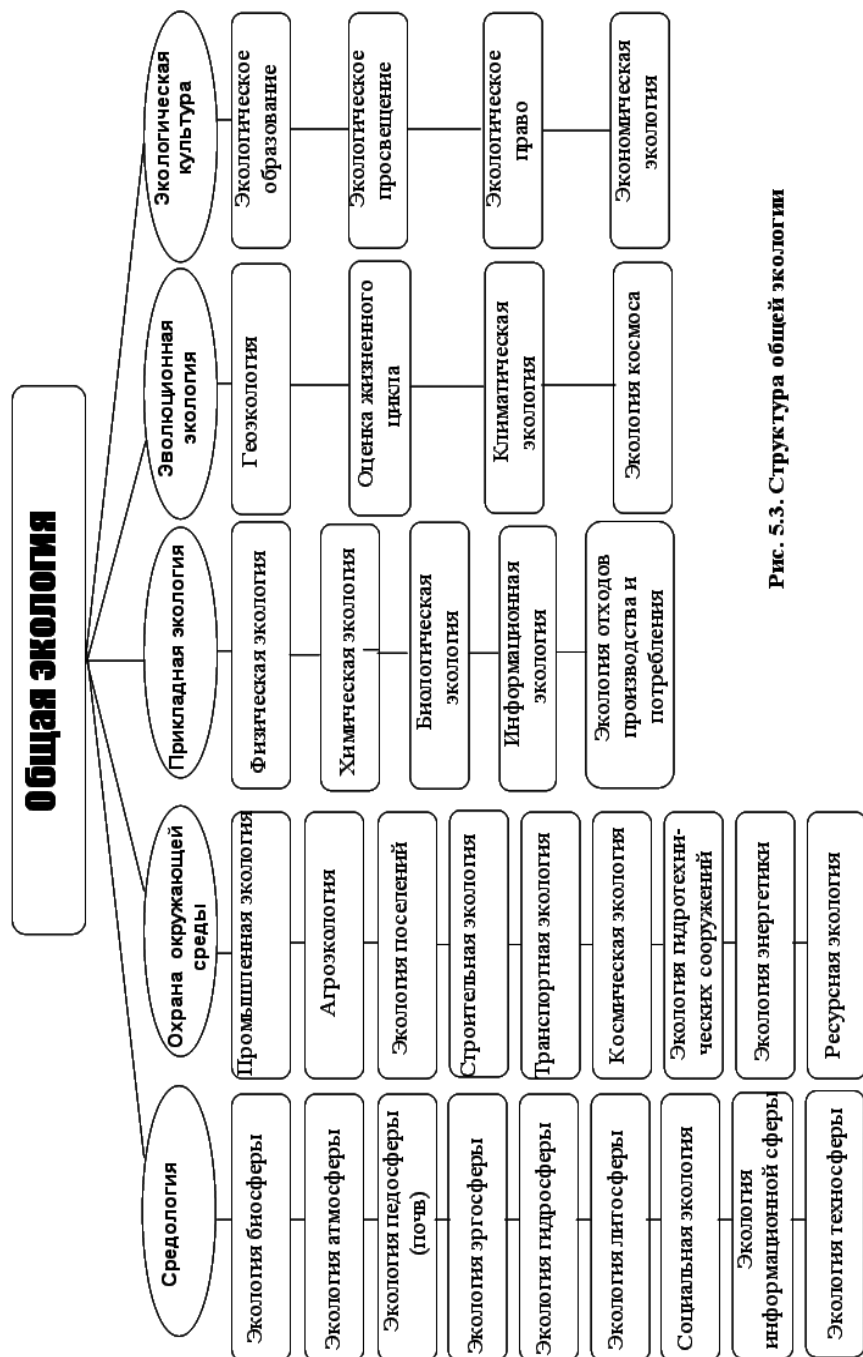


Рис. 5.3. Структура общей экологии

Сложность определения оптимальных параметров качества окружающей среды для обеспечения эволюции биосферы в том канале, в котором человек является её гармоничной составляющей, обусловлена: во-первых – резко возрастающими масштабами и видами антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды, во-вторых недостаточной изученностью процессов развития произведённых антропогенных воздействий в пространственно-временных координатах.

При этом важно подчеркнуть, что человечество с каждым годом генерирует всё новые виды воздействия на окружающую среду, с которыми живое не встречалось в процессе своей эволюции. Кроме того, градиент изменения параметров качества компонентов окружающей среды настолько высок, что живое не успевает адаптироваться к ним. Всё это приводит к нарастанию процессов деградации в биосфере.

При этом важно подчеркнуть, что, говоря о средологии, как науке, изучающей оптимальные параметры состояния компонентов окружающей среды, нужно иметь в виду, что указанные параметры для живого вещества биосферы определяются потребностями обеспечения его эволюции. В связи с этим такие параметры более или менее устойчивы и определяются требованиями обеспечения эволюции биоценозов на конкретной территории, включая и человека как биологического вида. Требования же человека как элемента социума к качеству окружающей среды во многом зависят и от того, какую функцию она выполняет на данной конкретной территории. Ведь требования к зонам рекреации одни, промышленным – другие, селитебным – третьи и т.д. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рабочих зон выше, чем в селитебных зонах, требования к качеству воды зависят от вида хозяйственного использования и т.д.

Понятие об окружающей среде и ее структура проанализированы в главе 2, поэтому выделение научных направлений, входящих в качестве составных элементов в средологию, производится на основе выделенных в окружающей среде элементов.

Выделяя соответствующие научные направления, нужно иметь в виду, что регламентация параметров качества компонентов окружающей среды имеет как бы два аспекта, первый – обоснование качественных и количественных характеристик, которые допустимы с точки зрения воздействия на живое и человека, второй – система контроля и обеспечения заданных параметров качества компонентов окружающей среды.

С учетом высказанных замечаний в качестве научных направлений в средологии выделяются:

- Экология биосферы.
- Экология атмосферы.
- Экология гидросферы.
- Экология эргосферы.
- Экология почв (педосферы).
- Экология литосферы.
- Социальная экология.
- Экология информационной сферы.
- Экология техносферы.

*Экология биосферы* представляет собой науку о регламентации параметров качества окружающей среды, обеспечивающих устойчивость биологических систем различного уровня. В рамках экологии биосферы в полной мере реализуется традиционный биологический подход к экологии. С учетом системной организации живого вещества выделяются и научные направления в биоэкологии: экология организмов, популяций, биогеоценозов и до экологии биосферы, как верхнего уровня организации живого на планете Земля. Считаю необходимым подчеркнуть, что, во-первых, говоря об обосновании параметров качества компонентов окружающей среды по отношению к биоте, в нее *включается и человек как биологический вид*, т.е. научное направление “экология человека” является элементом экологии биосферы. Во вторых, оптимальные параметры качества окружающей среды определяются не с позиций биопродуктивности отдельных видов живого, а с позиций сохранения биологического разнообразия, как основополагающего условия устойчивости биосферы.

Кроме этого необходимо сделать следующее замечание. Учитывая эволюционные процессы в биосфере и резко возрастающее антропогенное воздействие на все компоненты окружающей среды, определение оптимальных параметров качества компонентов окружающей среды является постоянной проблемой на весь срок существования человеческого общества.

*Экология атмосферы* – наука о регламентации качества атмосферного воздуха. Сохранение существующего на сегодня состава атмосферного воздуха является одним из важнейших условий стабильности развития биосферы, включая человека. Антропогенное воздействие приводит к изменению качества атмосферы не только в пределах крупных промышленных и селитебных агломераций, но и в общепланетарном масштабе. Конвенция о парниковых газах является тому подтверждением. Во многих городских агломерациях качество атмосферного воздуха не отвечает санитарным требованиям, превышения допустимых концентраций загрязняющих веществ регулярно превышает в десятки и даже в сотни раз (21). Таким образом, данное научное направление является крайне актуальным и это относится не только к России, проблема обеспечения качества атмосферного воздуха существует во всех крупных городских и промышленных агломерациях мира.

*Экология гидросферы* – наука о регламентации качества поверхностных, грунтовых и подземных вод, а также вод морей и океанов. Важность развития данного научного направления определяется ролью, которую выполняет вода в жизни человека и биосферы. Для большинства живого правильным будет утверждение: нет воды – нет жизни. Кроме жизнеобеспечения человека вода выполняет еще целый ряд функций: гигиеническую, являясь основным гигиеническим средством для человека, коммунальную (отопление, транспортировка стоков), производственную (использование в технологических процессах), транспортную, энергетическую (производство энергии на гидроэлектростанциях во многих странах является основ-

ным источником энергообеспечения), рекреационную, эстетическую и др. Вода как природный ресурс относится к возобновляемым ресурсам. Однако антропогенное воздействие зачастую превышает самоочистительную способность воды, в связи с чем, она превращается в невозобновимый ресурс. Обеспечение населения качественной питьевой водой является проблемой для многих городских агломераций и даже регионов земного шара. По оценкам ЮНЕП на сегодня недостаток в качественной питьевой воде испытывает более 2 млрд человек (24, 26). Таким образом, важность развития данного научного направления очевидна.

*Экология эргосферы* – наука о регламентации параметров качества физических полей. Влияние физических полей на биосферу также является элементом окружающей среды. Человечество тратит огромные средства для защиты людей от их воздействий. Негативное воздействие радиации, электромагнитных полей, солнечной радиации, шума, вибрации на человека достаточно хорошо изучено. На основе накопленных знаний определены допустимые уровни воздействия многих физических полей на человека. Возможно, что изучение физических полей носит антропоцентричный характер, из-за чего недостаточно изучается воздействие физических полей на других представителей живого мира. Кроме того, как представляется автору, исследования негативного воздействия физических полей сосредоточенно в основном на организменном уровне, а на других уровнях организации живого вещества такие исследования явно недостаточны.

*Экология почв (педосферы)* представляет собой науку о регламентации качества почв. Поскольку земледелие, как основной источник удовлетворения потребностей человека в продуктах питания, имеет длительную историю, соответственно накопленный опыт позволил выработать и требования к качеству почв. По оценкам ученых, на сегодняшний день человеком используется около 50 млн. км<sup>2</sup> земель (сельхозугодия, пастбища, территории городов и техногенные ландшафты), что составляет около 1/3 всей площади суши.



Показателей, характеризующих качество почв, на сегодня очень много, это: содержание питательных веществ, гранулометрический состав, содержание гумуса и микроэлементов, геохимические характеристики, показатели содержания поровых вод, мощность почвенного слоя, почвенный профиль и т.д. Существуют и комплексные показатели, характеризующие устойчивость почв к ветровой и склоновой эрозиям, засолению, накоплению тяжелых металлов, агротехнические нормы, нормативы выпаса и др.

Несмотря на то, что человечество выработало большое количество показателей к качеству почв, это не спасает их от деградации, а зачастую и от полного уничтожения. Ежегодно, по оценкам специалистов, в мире теряется от 7 до 8 млн. га плодородных земель, а продуктивность остающихся в хозяйственном использовании земель падает (53). Более подробно данная проблема охарактеризована в разделе 2.2.

*Экология литосферы* – наука о регламентации параметров качества литосферы. Представляется, что регламентация параметров качества литосферы в основном рассматривается с позиций оценки устойчивости объектов техносферы, для которых литосфера выступает в роли фундамента. В остальном ее влияние должно рассматриваться как фактор, в той или иной мере лимитирующий развитие живого. С учетом данного замечания в качестве основных параметров качества литосферы выступают инженерно-геологические свойства, определяющие безопасность функционирования объектов техносферы. К таким факторам относятся физико-механические свойства горных пород, современные геологические процессы (плывуны, оползни, карсты, суффозия), фильтрационные свойства, антропогенные геологические процессы, гидродинамические характеристики и т.п.

*Социальная экология* – наука о регламентации качества окружающей среды с позиций комфортности обитания человека. В качестве показателей комфортности среды обитания выступает множество показателей: комфортность и обеспеченность коммунальными услугами, уровень культурного,

транспортного, медицинского обслуживания, качество зон рекреации, архитектурно-ландшафтное обустройство селитебных агломераций, включая и эстетическую составляющую, качество и обеспеченность продуктами питания, доступность и качество профессионального образования, возможность организовать досуг, обеспеченность спортивными сооружениями и т.д. Из приведенного перечисления следует, что параметры комфортности среды обитания зависят от экономического развития государства, природно-климатических условий, культурных и религиозных традиций народов, уровня образования населения. Не все параметры комфортности среды обитания могут получить количественную оценку, часть из них по определению имеют качественный характер (эстетические показатели, рекреационное, культурное значение и т.д.).

*Экология информационной сферы* представляет собой науку о регламентации в области обращения человеческого общества с информацией, относящейся к состоянию окружающей среды и к антропогенному воздействию на окружающую среду.

По своей сути, это наука о ноосфере – сфере разума (в понимании В.И. Вернадского). Это одна из самых сложных сфер человеческой деятельности с точки зрения регламентации, поскольку регламентация зачастую трактуется как цензура и принудительное ограничение. Получение человеком информации при обучении на сегодня неплохо проработано в человеческом обществе через систему образования. В других аспектах, по моему мнению, главным, конечно, должна являться саморегламентация человека на основе его мировоззрения. Отсюда следует очень важный вывод, что человеческое общество должно выработать совокупность общечеловеческих ценностей, которые прививаются человеку с рождения, и нарушение которых противоречило бы общепринятым человеческим нормам этики и морали. Несомненно, что указанные ограничения будут нести в себе оттенки традиций, истории, культуры и религии народов. С другой стороны с развитием человеческого общества будут меняться и ограничения на обращение с информацией. Однако это не означает отмену так

называемых общечеловеческих ценностей (добра и зла, любви, ненависти, не укради, порядочности и т.д.), которые будут существовать до тех пор, пока существует человеческое общество. По сути дела перед человечеством стоит проблема создания общечеловеческой идеологии (если хотите в некотором смысле религии), которая позволит объединить всех людей на нашей планете. И вряд ли кто из нас проиграет, если в ней будет доминировать гармонизация отношений человека с окружающим его средой.

*Экология техносферы* наука об устойчивости объектов техносферы от влияния факторов окружающей среды.

Человечество создало огромное количество объектов, структурно-функционально целостность которых поддерживается только благодаря вещественному, энергетическому и информационному обеспечению человеком. Данные объекты оказывают огромное воздействие на окружающую среду, но в свою очередь также испытывают воздействие на себе окружающей среды. Вся совокупность ограничений и требований, которым должны отвечать объекты техносферы, с точки зрения устойчивости от воздействий окружающей среды и является объектом изучения данного научного направления.

Нормативы качества компонентов окружающей среды обоснованные в рамках, составляющего общую экологию научного направления “средология”, служат базой для следующего ее составного элемента – *охраны окружающей среды*.

**Охрана окружающей среды** представляет собой науку о регламентации воздействий на окружающую среду любых видов человеческой деятельности по отношению к объекту оценки.

В качестве объекта оценки чаще всего подразумевается человек, что привело к тому, что анализируемый элемент общей экологии определяется просто как “охрана окружающей среды”. Несомненно, что использование термина в таком виде противоречит нормам русского языка, поскольку не определён объект, вокруг которого оценивается окружающая среда. В рамках данного научного направления в качестве объекта

оценки может рассматриваться любой компонент окружающей среды или их определённая совокупность на любом уровне их организации.

При этом нужно подчеркнуть, что любой вид человеческой деятельности прямо или опосредованно, оказывает влияние практически на все компоненты окружающей среды. Поэтому в задачу охраны окружающей среды входит не только установление и контроль нормативов воздействия на окружающую среду, но и проведение грамотной комплексной оценки видов воздействия и их эволюции (жизни) в окружающей среде. Данное утверждение полностью соответствует принципам внутреннего динамического равновесия и физико-химического единства живого вещества (см. гл. 5.1.).

Процедура регламентации антропогенного воздействия на сегодня в принципе неплохо проработана в законодательном и нормативно-методическом планах. Она включает в себя нормирование антропогенного воздействия на окружающую среду, платежи за загрязнение окружающей среды, оценку ущерба от аварийных и залповых воздействий на окружающую среду. Начинают развиваться экологическое страхование, экологическая сертификация и экологический аудит.

В самом общем виде в охране окружающей среды предлагается выделить следующие научные направления:

- Промышленная экология;
- Агроэкология;
- Строительная экология;
- Транспортная экология;
- Ресурсная экология;
- Экология поселений;
- Космическая экология;
- Экология гидротехнических сооружений;
- Экология энергетики.

Отмечу, что выделенный перечень элементов не является исчерпывающим. Несомненно, что могут и должны дополнительно выделяться более узко специализированные сферы че-

ловеческой деятельности, которые также требуют разработки своей системы ограничений. Дадим краткую характеристику выделенных выше научных направлений.

*Промышленная экология* представляет собой науку о регламентации воздействий на окружающую среду промышленных предприятий.

В рамках данного научного направления решаются проблемы регламентации воздействий промышленных предприятий на все компоненты окружающей среды. При этом правомерно выделение научных направлений внутри промышленной экологии на основе детализации отраслей промышленности. С учетом высказанного замечания могут быть выделены: экология машиностроения, экология черной и цветной металлургии, экология приборостроения, самолетостроения, автомобилестроения, экология нефтяной и газовой промышленности и т.д. и т.п.

*Агроэкология* – наука о регламентации воздействий на окружающую среду сельскохозяйственной деятельности человека. В рамках данного научного направления разрабатывается широкий спектр нормативов воздействия на окружающую среду, включающих в себя: механическое воздействие на почвы, внесение минеральных и органических удобрений, применение пестицидов и гербицидов, севооборот, нормы выпаса скота, требования к строительству и эксплуатации животноводческих комплексов, силосных ям, навозохранилищ, токов, станций обслуживания техники и т.д.

*Строительная экология* – наука о регламентации воздействий на окружающую среду при строительстве. В рамках данного научного направления разрабатывается комплекс требований при ведении строительных работ, начиная от инженерно-геологических изысканий, монтажа и до пуска объекта строительства в эксплуатацию. Более того нормативными документами предусмотрено при проектировании разрабатывать комплекс мероприятий по минимизации воздействия на окружающую среду как на стадии строительства, так и при функционировании (см. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. №87 25).

*Транспортная экология* – наука о регламентации воздействия на окружающую среду транспортного комплекса. В качестве составляющих ее элементов можно выделить научные направления по традиционно классифицируемым видам транспорта: экология водного транспорта, экология железнодорожного транспорта, экология автомобильного транспорта и экология авиационного транспорта.

В рамках данного научного направления вырабатываются нормативы воздействия на окружающую среду не только транспортных средств, но и всей инфраструктуры, обеспечивающих их функционирование: транспортных путей, средств навигации, предприятий ремонта и технического обслуживания, вокзалы и складские комплексы.

*Экология поселений* – наука о регламентации воздействия на окружающую среду селитебных агломераций различного уровня от отдельных домов до крупных мегаполисов. В состав поселений входят: дома, дороги, объекты социальной сферы, котельные, очистные сооружения, системы водоснабжения и канализации, системы сбора и перемещения твердых бытовых отходов, бани, прачечные. Воздействие поселений на окружающую среду огромно и разнопланово, поэтому проблема выработки комплекса нормативов его воздействия на окружающую среду еще далека от совершенства. Именно эту задачу необходимо решать в рамках данного научного направления. С учетом того, что размеры поселений во многом определяют специфику и масштабы воздействий на окружающую среду в рамках экологии поселений целесообразно выделять экологию хуторов, поселков, городов и мегаполисов.

*Экология гидротехнических сооружений* разрабатывает нормативы воздействий на окружающую среду при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений. Строительство гидротехнических сооружений кардинально изменяет ландшафт и биоценозы, режимы питания водных объектов, водный сток, нарушает эволюционно сложившиеся пути миграции ихтиофауны, изменяется воздействие на геологическую среду. В рамках данного научного направления

разрабатываются мероприятия и обосновываются режимы эксплуатации гидротехнических сооружений, снижающих их негативное воздействие на окружающую среду.

*Экология энергетики* определяет правила регламентации воздействия на окружающую среду объектов энергетики. В зависимости от источника энергии выделяются экология гидроэнергетики, экология атомной энергетики, экология угольной энергетики и т.д. Воздействие объектов энергетики на окружающую среду огромно. Электростанции, использующие в качестве топлива уголь, мазут, выбрасывают сотни тысяч тонн загрязняющих веществ в атмосферный воздух от первого до третьего класса токсичности. При использовании угля образуются миллионы тонн золы и шлаков. Эксплуатация атомных станций сопровождается образованием радиоактивных отходов, необходимостью решать проблемы утилизации отработанного оборудования. Работа всех тепловых электростанций сопровождается термальным загрязнением окружающей среды.

Работа гидроэлектростанций нарушает сложившийся естественный водный баланс, изменяет ландшафт, для искусственных водоемов типично проявление эвтрофикации, нарушаются пути миграции рыбы, сброс воды через турбины приводит к гибели ихтиофауны.

Таким образом, энергетический комплекс оказывает огромное и разнообразное воздействие на окружающую среду, что требует разработки регламентирующих условий, минимизирующих воздействие на окружающую среду.

*Космическая экология* – научное направление по регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду при освоении космического пространства. Полигон по запуску космических аппаратов представляет собой крупное предприятие со всем необходимым инженерным обеспечением, которое оказывает воздействие на окружающую среду. Запуск ракет сопровождается выбросом высокотоксичных веществ в атмосферный воздух. При авариях несгоревшее ракетное топливо, являющееся высокотоксичным веществом

загрязняет огромные площади. Несгоревшие части ракет также достигают земной поверхности и также являются источником загрязнения окружающей среды. Наряду с этим происходит и загрязнение прилегающего к Земле космического пространства отходами в виде старых космических аппаратов и их фрагментов, что представляет уже определенную опасность при выводе новых ракет на космическую орбиту. Отслужившие свой срок космические аппараты представляют опасность и при сходе с орбит, поскольку их фрагменты могут достигать земной поверхности.

*Ресурсная экология* – научное направление, разрабатывающее принципы регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду при потреблении ресурсов. В зависимости от вида ресурсов в рамках данного научного направления выделяются экология минерального сырья, экология биоресурсов, экология нефти, экология природного газа, экология водных ресурсов и т.д. Даже из приведенного перечня элементов, составляющих ресурсную экологию, ясно, какое важное значение она должна играть при оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

По каждому из приведенных научных направлений, составляющих структуру ресурсной экологии, можно написать отдельную монографию, настолько масштабно и разносторонне воздействие на окружающую среду любой ресурсодобывающей отрасли.

Однако необходимо выделить главное – *без выработки объективных механизмов денежной оценки всех видов ресурсов не может быть разработан эффективный механизм управления воздействием на окружающую среду деятельности по их изъятию*. Основой такой оценки является научное направление – *экономика природопользования*, которое достаточно интенсивно разрабатывается в последние годы (31, 51, 142). Однако, как представляется автору, еще рано утверждать, что ее научные основы полностью разработаны и вошли в практику хозяйственной деятельности человека. Прежде всего это обусловлено тем, что при оценке ресурсов



доминирует рыночный подход, при котором никоим образом не учитывается их роль в обеспечивающих функциях окружающей среды (см. раздел 2.3.).

Приведенные выше научные направления, определяющие принципы регламентации воздействия на окружающую среду различных видов хозяйственной деятельности человека, могут быть дополнены, как за счет более детальной классификации внутри уже выделенных видов, так и путем дополнения новых на уровне научных направлений, являющихся составными элементами охраны окружающей среды. При этом главное – оставаться в рамках принятых оснований классификации.

Кроме определения суммарного воздействия на окружающую среду при различных видах деятельности человека, сегодня существуют научные направления, которые изучают влияние на окружающую среду, и, прежде всего, на живое и человека конкретных видов воздействия: физических полей, химических веществ, шума и вибрации, радиационного и электромагнитных полей и т.д. Поскольку при этом изучается воздействие определенного фактора на окружающую среду, а также на живое и человека, данное научное направление также входит в общую экологию. Предлагается использовать для обозначения данного научного направления термин *“прикладная экология”*.

В этом случае **прикладная экология** представляет собой науку о регламентации типовых видов антропогенного воздействия на окружающую среду.

Необходимо сделать несколько комментариев к сформулированному определению прикладной экологии.

Во-первых, для того, чтобы выделить научные направления, составляющие прикладную экологию, необходимо провести классификацию видов воздействия. В самом общем виде воздействия имеют вещественный, энергетический и информационный характер. Поэтому должны быть выделены воздействия всех трех перечисленных типов.

Во-вторых, традиционно влияние отдельных видов воздействия изучается относительно живого и человека. Однако

этим их воздействие не ограничивается, к примеру, физические поля оказывают воздействие не только на биоту, но и на здания и сооружения, на средства связи, геологическую среду, вызывают возмущения в самих физических полях и т.д. Это относится и к другим видам воздействий.

В третьих, влияние отдельных видов воздействия традиционно изучается в рамках прикладных наук применительно к отдельным компонентам окружающей среды, что определяется их специализацией. Таким образом, перед прикладной экологией стоит задача оценки влияния типовых видов воздействий на различные компоненты окружающей среды.

С учетом высказанных замечаний в прикладной экологии выделяются следующие направления, определяющие ее структуру:

- физическая экология;
- химическая экология;
- биологическая экология;
- информационная экология;
- экология отходов производства и потребления.

*Физическая экология* – наука о регламентации воздействий на окружающую среду физических воздействий.

Прежде всего, имеется в виду регламентация воздействия на окружающую среду физических полей. В зависимости от вида поля выделяются научные направления, составляющие физическую экологию. На основе этого можно выделить: радиационную экологию, акустическую экологию, электромагнитную экологию и т.д.

Кроме физических полей могут быть и другие виды физических воздействий. К примеру, механическое воздействие, которое проявляется при вспашке сельхозугодий, при различных видах ударов (ведение строительных и монтажных работ, реализации различных технологических процессов), явления абразии, ветровой эрозии и т.д.

*Химическая экология* – наука о регламентации воздействия на окружающую среду химических веществ. В рамках химической экологии также выделяются составляющие ее элементы,

по видам химических веществ или групп веществ, объединенных по схожести воздействия, атомным весам и т.д. К примеру, это может быть экология ядохимикатов, экология лакокрасочных материалов, экология асбестосодержащих материалов, экология тяжелых металлов и т.д.

*Биологическая экология* представляет собой науку о регламентации воздействия живого на окружающую среду. Не только окружающая среда воздействует на живое, но и живое активно воздействует и изменяет окружающую среду. В работах В.И. Вернадского дана яркая характеристика мощности и масштабности потока биогенного вещества в общепланетарном масштабе (13, 14). Живое вещество реагирует на сверхнормативное воздействие на окружающую среду путем снижения биологического разнообразия, мутации и генного дрейфа, что приводит к возникновению новых видов вирусов, увеличению патогенности среды обитания человека и, тем самым, оказывает новое воздействие на живое.

Серьезную опасность представляют также опыты, производимые человеком в генной инженерии и попытка клонирования, как отдельных органов, так и в целом представителей мира живого, включая и человека.

Кроме того, представители живого мира в свою очередь также могут приводить к разрушению объектов техносферы, к нарушению регламентов технологических процессов в различных объектах техносферы, и тем самым к сверхнормативному воздействию на окружающую среду, включая биоту.

*Информационная экология* – наука о регламентации обращения с информацией, способной привести к сверхнормативному воздействию на окружающую среду.

Данное научное направление прикладной экологии является очень важным, поскольку сама система экологической безопасности в значительной мере представляет собой действия с информацией.

В рамках данного научного направления разрабатываются не только правила распространения экологической информации, но и правила ее сбора, обработки и анализа.

Конечной целью данного научного направления является получение населением нашего государства объективной информации о состоянии окружающей среды и прогнозах его изменения. Важным является создание условий общедоступности экологической информации. Это позволит снизить возможность дезинформации, используемой для достижения политических, экономических или психологических целей отдельными лицами, политическими партиями или другими объединениями.

*Экология отходов производства и потребления* – наука о правилах сбора, хранения, утилизации и размещения отходов производства и потребления.

В рамках данного научного направления разрабатывается, по сути, вещественная эмиссия антропогенной деятельности на окружающую среду. Важность разработки научных основ обращения с отходами трудно переоценить. Во-первых, из всего объема вещества, вовлекаемого в хозяйственный оборот, 98% отправляется в отходы. Во-вторых, по меткому замечанию одного из ученых, все, что создается человеком, – отходы. Имеется в виду ограниченность срока службы любого творения человека.

Кроме того, неправильное обращение с отходами представляет угрозу качеству окружающей среды. При этом отходы представляют опасность для почв, поверхностных, грунтовых и подземных вод, для биосферы, в определенной степени для литосферы (усиление процессов карстообразования, суффозии и т.д). В год только твердых бытовых отходов (ТБО) образуется примерно 1 м<sup>3</sup> на одного человека. Для многих мегаполисов ТБО представляет огромную экологическую проблему. Не исключением является и московский регион (г.Москва и Московская область), где проживает около 18 млн. человек. Это означает, что ежегодно необходимо собрать, вывезти и утилизировать 18 млн. м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов.

В рамках данного научного направления должны разрабатываться не только правила их сбора, хранения и утилизации, но и технология их переработки с позиций оценки жизненно-

го цикла. Это означает кардинальное изменение отношений в системе “производитель продукции – отходы”. На основе данного принципа производитель товаров и услуг должен разрабатывать и технологии безопасной утилизации, образующихся в результате его деятельности отходов.

Перейдем к анализу следующего научного направления, составляющего элемента общей экологии, – **эволюционная экология**, которая представляет собой науку о закономерностях развития антропогенного воздействия на отдельные компоненты или окружающую среду в целом в пространственно-временных координатах.

Целью эволюционной экологии является регламентация антропогенного воздействия на окружающую среду на основе прогнозирования последствий антропогенного воздействия. Для достижения указанной цели необходимо разработать интегральные оценки антропогенных воздействий на окружающую среду и прогнозные модели их “жизни” в окружающей среде. Основными законами эволюционной экологии, с учетом приведенного определения, являются: закон развития системы за счет окружающей среды, внутреннего динамического равновесия и физико-химического единства живого вещества (см. раздел 5.1.).

С учетом сказанного в эволюционной экологии выделяются следующие научные направления: *оценка жизненного цикла, геоэкология, климатическая экология, космическая экология, экономическая экология.*

*Оценка жизненного цикла* – научное направление о регламентации антропогенного воздействия на основе изучения эволюции произведенного антропогенного воздействия на отдельные компоненты и их совокупности, связанные вещественным, энергетическим и информационным взаимодействием.

Базовым законом для данного научного направления является закон внутреннего динамического равновесия. В рамках данного научного направления изучаются закономерности распространения произведенного антропогенного воздей-

ствия и закономерности его изменений в пространственно временных координатах. Совершенно очевидно, что разработка эволюционных моделей последствий антропогенного воздействия должно базироваться на познании фундаментальных законов эволюции окружающей среды и ее неоднородности. При этом возникает крайне сложная задача оценки жизненного цикла отдельных видов антропогенного воздействия и их взаимного влияния. Сложность заключается в том, что элементы неоднородности окружающей среды будут изменяться в зависимости от вида антропогенного воздействия, т.е. закономерности распространения различных видов произведенного антропогенного воздействия в окружающей среде будут различаться.

Особое внимание должно уделяться возникновению в процессе эволюции произведенного антропогенного воздействия эффектов суммации и образованию новых воздействий. Причем новые воздействия могут, как усиливать произведенное антропогенное воздействие, так и нейтрализовать его. Выявление таких закономерностей очень важно с точки зрения выработки мер по регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду. По своей сути в рамках данного научного направления разрабатываются эволюционные модели “жизни” произведенных антропогенных воздействий в окружающей среде и его результаты должны использоваться при проектировании любых объектов техносферы. Именно такой подход развивается в рамках международного стандарта ИСО 14040, который принят и Госстандартом России (ГОСТ Р ИСО 14 040 – 99). Более того, автор, чтобы не создавать новых терминов, взял название анализируемого научного направления из вышеуказанного стандарта, дополнив содержание и расширив его объем.

*Геоэкология* представляет собой науку о регламентации антропогенного воздействия на географическую оболочку – ландшафты, представляющие собой результат взаимодействий верхней части литосферы, рельефа, климата, биоты и человеческого общества. Нужно отметить, что понятие – ге-

оэкология не имеет на сегодня устоявшегося объёма и содержания. Вместе с тем предложенное мною определение геоэкологии близко к его трактовке К. Троллем, впервые введшим данное понятие в 1968 г. и рассматривающего его как синоним ландшафтной экологии. Кроме того оно согласуется с базовым определением экологии как науки.

В рамках данного научного направления разрабатываются интегральные показатели, регламентирующие антропогенное воздействие на различные таксономические уровни ландшафтов. В качестве интегральных показателей предельно допустимого воздействия на окружающую среду выступают показатели предельной техноёмкости территорий (1). Необходимо обратить внимание на то, что показатели предельной техноёмкости зависят как от свойств компонентов окружающей среды на конкретной территории, так и от видов антропогенного воздействия. Поэтому геоэкология является основой при разработке генеральных планов социально-экономического развития территорий. Причем под термином “территория” понимаются различные природные и административно – государственные таксономические уровни. Это обусловлено тем, что последствия антропогенного воздействия на окружающую среду зависят от природных особенностей строения геосфер, слагающих данную территорию. В качестве элементов могут выделяться типы ландшафтов (катены), геохимические провинции, географо-климатические зоны, биотопы и т.д.

Система управления антропогенным воздействием реализуется в рамках органов административного и государственного управления. Это важно учитывать при разработке программ по оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

*Климатическая экология* представляет собой научное направление по регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду на основе изучения влияния климатических процессов на распространение его последствий на окружающую среду в пространственно-временных координатах, а

также влияние антропогенного воздействия на климат Земли. Основными законами данного научного направления являются закон развития системы за счет окружающей среды и физико-химического единства живого вещества.

Климатические зоны во многом определяют закономерности распространения антропогенного воздействия на окружающую среду, поскольку это зависит от силы и направления ветров, обилия и видов осадков, температуры, состава и свойств почв и т.д.

Кроме того, по мнению многих ученых, антропогенное воздействие приводит к изменению климата, что также должно изучаться, и на основе этого должны разрабатываться прогностические модели. Именно этим и определяется важность разработки данного научного направления.

*Экология космоса* изучает регламентацию антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом влияния эволюции окружающего Землю космического пространства. Прежде всего, это влияние Солнца и ближайших планет, комет и т.д., а также гравитации, магнитного поля. В основном эта регламентация касается выработки определенных требований к объектам техносферы, обеспечивающих их устойчивость от воздействия космических факторов экологической опасности.

**Экологическая культура** представляет собой науку о формировании экологического мировоззрения у населения нашей планеты. Базовым законом для данного научного направления является закон о необходимости формирования экологического мировоззрения у населения нашей планеты, обоснование которого дается в разделе 1.4. Экологическое мировоззрение должно стать основой саморегламентации каждого человека по отношению к окружающей среде. Причем саморегламентация имеется в виду не столько в бытовом отношении (не загрязняй), а именно в мировоззренческом понимании, когда человек регламентирует свое поведение к окружающей среде в быту, при своей профессиональной деятельности и путем соблюдения норм правоохранительного законодательства при любом виде деятельности.



В рамках данного научного направления вырабатываются мотивационные механизмы поведения человека по отношению к окружающей среде. В качестве мотивов поведения человека могут выступать: знания, мораль, нормы права и экономические санкции. В задачу экологической культуры входит органическое включение всех перечисленных мотивов для формирования экологического мировоззрения у населения нашей страны.

В качестве составляющих элементов экологической культуры выделяются: *экологическое образование, экологическое просвещение, экологическое право и экономическая экология.*

*Экологическое образование* представляет собой научное направление по профессиональной подготовке специалистов в области экологии и управленцев различных сфер деятельности, начиная от государственных чиновников и заканчивая руководителями коммерческих структур.

В соответствии с 71 статьей закона “Об охране окружающей среды” включает в себя “дошкольное и общее образование, среднее, профессиональное и высшее профессиональное образование, послевузовское профессиональное образование, профессиональную переподготовку и повышение квалификации специалистов, а также распространение экологических знаний ...”. В законе также констатируется, что экологическое образование должно иметь всеобщий и комплексный характер, что, несомненно, правильно и более того только реализация такого подхода может дать мировоззренческий результат.

*Экологическое просвещение* представляет собой научное направление по распространению экологических знаний среди всего населения страны.

В статье 74 п.1 вышеуказанного закона констатируется: “В целях формирования экологической культуры в обществе, воспитания бережного отношения к природе, рационального использования природных ресурсов осуществляется экологическое просвещение посредством распространения экологических знаний об экологической безопасности, информации

о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов”.

При этом в законе определяется, что экологическое просвещение осуществляется органами государственной власти, органами местного самоуправления, общественными объединениями, средствами массовой информации и т.д. Однако нужно иметь в виду, что без целенаправленного участия в этом процессе государства экологическое просвещение будет малоэффективным.

С методологической точки зрения, педагогам и ученым предстоит большая работа по переводу, адаптации экологических знаний для различных возрастных, социальных, национальных групп населения России. Указанная задача, как было показано в разделе 1.2., затрудняется еще и тем, что научное сообщество еще не разработало общепризнаваемых подходов к экологии как науке.

*Экологическое право* представляет собой совокупность законодательных норм, регламентирующих отношения человека и общества с окружающей средой.

В Российской Федерации принято около 50 природоохранных законов. В целом установлены правоотношения практически не только по каждому компоненту, но и для окружающей среды в целом. Базовым законом является закон “Об охране окружающей среды”. Несмотря на недостатки по структурированию природоохранительного законодательства и существующие противоречия между отдельными законами, правовое поле взаимоотношений человека и общества с окружающей средой в целом создано. На сегодня основная проблема – это эффективное правоприменение существующих норм природоохранительного законодательства, для того, чтобы экологическое право действительно стало элементом экологической культуры каждого гражданина нашего государства. Детальный же анализ данной проблемы проведен автором в монографии “Российская демократия как фактор экологической опасности”, вышедшей из печати в 2008 году (136).

*Экономическая экология* – наука об экономических механизмах регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду.

Экономическая экология должна включать в себя не только платежи за произведенное антропогенное воздействие на окружающую среду, возмещение ущерба за залповые и аварийные воздействия и штрафные санкции за нарушение природоохранительного законодательства, но и оценку экономических последствий всех негативных процессов в окружающей среде, вызванных произведенным антропогенным воздействием. Нужно отметить, что на сегодня в России практически отсутствуют юридически правильно оформленные методики расчета ущерба, нанесенного окружающей среде, за исключением нескольких ведомственных и региональных методик.

Проведённый автором анализ используемых методик оценки ущерба позволил сделать следующие выводы (138):

1. Нормативные документы по оценке экологического ущерба разрабатывались на различных понятийных базах и без чёткого определения структуры окружающей среды, что приводит к их полной несовместимости;
2. Определение экологического ущерба рассматривается применительно к отдельным компонентам окружающей среды, понятия которых неоднозначны;
3. Нормативные документы по оценке экологического ущерба не охватывают всю совокупность компонентов окружающей среды;
4. Ведомственные методики разработаны более детально и иногда методически более грамотно (ввиду узкого спектра рассматриваемых воздействий), однако не имеют необходимого юридического статуса, и поэтому могут применяться только в рамках ведомств и для экспертных оценок;
5. Разработка нормативных документов по оценке экологических ущербов велась применительно к регулируемым государством экономическим отношениям, что не позволяет их применять в полном объеме в условиях, создаваемых в России рыночных отношений.

Анализ современного состояния методологии оценки ущерба от нарушений природоохранного законодательства достаточно основательно проведён Медведевой О.Е. (55) и Рюминой Е.В. (103). Позиция вышеуказанных экологов-экономистов во многом согласуется с выше приведёнными выводами.

В частности Рюмина Е.В., по результатам проведённого ею анализа констатирует следующее: *“В отношении ущерба от экологических нарушений сложилась парадоксальная ситуация, подтверждающая наш тезис о недостаточности в настоящее время теоретических основ экономики природопользования: разработано множество методов количественной оценки ущерба, но нет чёткого определения самой его сущности* (выделено мною – А.Ш.)”. Такая ситуация заставляет априори усомниться в адекватности предлагаемых методов расчёта ущерба, так как, не имея точного представления об объекте исследования, невозможно приписать ему количественную определённость” (103).

Представляется, что в основе экономической экологии должна лежать концепция общей экономической ценности (стоимости) природы, разработанная специалистами Всемирного банка, под руководством Д. Диксона. Самое главное, что разработанная концепция апробировалась на практике в различных регионах мира (31). В данной концепции выделяется потребительная стоимость используемых в экономике природных ресурсов и услуг, а также и стоимость не использования, т.е. стоимость существования природы самой по себе. При этом предлагаются экономические подходы по оценке стоимости эстетических, этических и других аспектов сохранения природы и воздействия на окружающую среду.

В перспективе перед экологами экономистами встанет серьёзная задача по стоимостной оценке вреда нанесённого обеспечивающим и регулирующим функциям окружающей среды в результате проявления того или иного фактора экологической опасности (см. раздел 2.1.). С оценкой обеспечивающих функций, по-видимому, больших проблем не возникнет, поскольку они уже интегрированы в рынок через экономическую систему.

Оценка регулирующих функций окружающей среды потребует дополнительных исследований для выработки методов оценки экологических ущербов от нарушения указанных функций при проявлении того или иного фактора экологической опасности или их совокупности. При этом оценка ущерба должна учитывать нанесённый вред окружающей среде, как от первичных, так и производных экологических рисков по всем компонентам окружающей среде и их иерархиям. Несомненно, что разработка таких методик оценки ущерба потребует значительных усилий научного сообщества и прежде всего экологов-экономистов. Внедрение указанных методологических подходов к оценке экологических ущербов и в практику природоохранной деятельности будет означать создание экосистемы, обладающей своими системообразующими свойствами. Получаемые при таком подходе оценки экологического ущерба в денежных единицах (рублях, долларах, евро и т.д.) не эквивалентны денежным единицам, используемым в экономической системе, поскольку в оценку ущербов включены обеспечивающие и регулирующие функции окружающей среды. В этом случае правильнее говорить о “зелёных” рублях, как единице измерения ущербов экологической системе (137).

На основе опыта промышленно развитых стран и с учётом результатов проведённого анализа структура экологического ущерба должна включать в себя следующие составляющие:

- затраты на восстановление обеспечивающих и регулирующих функций окружающей среды (или её отдельных компонентов) до их первоначального состояния или затраты на их замещение;
- компенсация нарушенных обеспечивающих и регулирующих функций окружающей среды за период до их восстановления в первоначальное состояние;
- расходы на оценку экологического ущерба.

С учётом большого количества разнородных факторов экологической опасности, проявляющихся одновременно на конкретной территории, наиболее эффективными методами оцен-

ки экологических ущербов с позиций принципа комплексности оценки экологических рисков являются методы прямого счёта, к которым относятся: метод контрольных районов, аналитические методы и комбинированные методы (47).

Подводя итог характеристике структуры общей экологии, необходимо подчеркнуть ряд принципиальных отправных положений, из которых исходил автор, предлагая данную структуру общей экологии.

Прежде всего, я убежден, что проблемы с ухудшением качества окружающей среды созданы человеком, и только ему под силу изменить ситуацию путем выработки тотальной системы регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду.

Затем в структуре общей экологии как науки о регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду, должны быть следующие логически взаимосвязанные научные направления:

- обосновывающее оптимальные параметры качества компонентов окружающей среды, с точки зрения обеспечения эволюции живого, включая и человека (не только как биологического вида, но и как представителя социума, обладающего способностью к абстрактному мышлению);
- разрабатывающее ограничения воздействий на окружающую среду различных видов антропогенной деятельности, которые должны обеспечить сохранение необходимых параметров качества компонентов окружающей среды;
- разрабатывающее ограничения типовых видов воздействий различных видов человеческой деятельности на окружающую среду, обеспечивающих сохранение необходимых параметров качества компонентов окружающей среды;
- обосновывающее интегральные показатели качества окружающей среды на основе изучения эволюции различных видов антропогенного воздействия на окружающую среду;

- формирующее экологическое мировоззрение у подавляющего числа населения нашей страны, как основы практической реализации всех вышеперечисленных задач.

Для обозначения вышеуказанных научных направлений предложено использовать соответственно: *средодология, прикладная экология, эволюционная экология, охрана окружающей среды, экологическая культура.*

При этом я не настаиваю на незыблемости, предлагаемой мною терминологической базы. Несомненно, это является предметом дальнейшего анализа, уточнения и совершенствования. Более того, глубоко убежден, что создание понятийной базы общей экологии не под силу одному человеку, пусть даже самого энциклопедического образования. Эта задача должна решаться совместно всем сообществом профессионалов, именно профессионалов, а не любителей, желающих поэксплуатировать модную тему.

Главное, в чем я глубоко уверен, – это в правильности подхода к определению объекта и предмета экологии как науки и предлагаемой структуры общей экологии, а также и в том широчайшем комплексе регламентирующих правил поведения человека по отношению к окружающей среде, которые необходимо разработать и систематизировать в рамках общей экологии.

### **5.3. Методы общей экологии.**

Учитывая интегрирующий характер экологии в области знаний об управлении антропогенным воздействием на окружающую среду, в общей экологии будет использоваться широкий набор методов, которые применяются и другими науками.

Прежде всего, основным методом общей экологии и составляющих ее научных направлений является *системный подход.*

Необходимость использования данного метода определяется системной организацией окружающего человека мира, включая биосферу и само человеческое общество. Окружающая среда человека представляет собой многокомпонентную и многоуровневую систему. Как было показано в 2 главе, окружающая среда состоит из комплекса природных и антропогенных компонентов: атмосферы, гидросферы, литосферы, педосферы, эргосферы, биосферы, техносферы, информационной сферы и социосферы. Каждый из перечисленных компонентов имеет свою системную организацию. К примеру, в строении литосферы выделяются следующие уровни организации: минерал – горная порода – геологическая формация – литосфера. В строении биосферы выделяются: организм – популяция – биоценоз – биосфера. Для человеческого общества также выделяются свои уровни организации: индивидуум – социум – этнос – человечество.

Системная организация окружающего мира и человеческого общества требует системного подхода и при создании систем управления антропогенным воздействием на окружающую среду. В разработанной автором системе экологической безопасности выделяются следующие уровни организации: предприятие – муниципальное образование – субъект федерации – общегосударственный – общепланетарный.

Таким образом, системный подход должен использоваться как при изучении окружающего человека мира, так и при разработке проблеморазрешающих действий в системе “человек – окружающая среда”.

Важнейшей задачей природоохранной деятельности является обеспечение экологической безопасности населения страны. Как отмечалось в разделе 5.2., причиной негативных процессов в окружающей среде являются факторы экологической опасности, проявляющиеся в виде экологических рисков, то одними из основных в экологии должны являться методы их анализа.

Анализ экологических рисков производится последовательно в несколько этапов, на каждом из которых используется свой набор методов.



На первом этапе используются методы *идентификации экологических рисков*, целью которых является выявление экологических рисков, потенциально проявляющихся на оцениваемой территории (объекте).

На втором этапе используются методы *оценки экологических рисков*, конечной целью которых является определение количественных показателей экологических рисков, потенциально проявляющихся на оцениваемой территории (объекте).

На третьем этапе применяются методы *мониторинга экологических рисков*, целью которых является выбор методов и обоснование режима мониторинга идентифицированных экорисков и определение регламентов удовлетворения информационных запросов органов государственного и административного управления, населения, средств массовой информации и т.д.

На четвертом этапе *добавляются методы управления экологическими рисками*, целью которых является определение мероприятий, позволяющих снизить уровень риска до “приемлемой величины” и оценить эффективность принятых управленческих решений. Необходимо подчеркнуть, что анализ экологических рисков должен производиться в рамках управления системой экологической безопасности соответствующего таксономического уровня, исходя из масштабности экологического риска.

Ввиду многообразия и различной природы экологических рисков при проведении их анализа используется целый набор конкретных методов оценки, измерения, картографирования, замеров физических и химических параметров, обработки данных, моделирования и прогноза. Детально характеристика указанных методов приведена в работе Тихомирова Н.П. и др. (109), а также в работе автора “Факторы экологической опасности – экологические риски” (137).

В самом общем виде можно выделить три основных метода оценки вероятности проявления факторов экологической опасности:

- *статистический*, основанный на анализе накопленных статистических данных по проявлению факторов экологической опасности, на территориях конкретного региона в прошлом;
- *аналитический*, основанный на изучении причинно-следственных связей проявления факторов экологической опасности, позволяющий оценить вероятность их реализации как сложного явления, образованного сочетанием последовательности элементарных событий с известными вероятностями их проявления;
- *экспертный*, предполагающий оценку вероятностей проявления факторов экологической опасности путем обработки результатов опросов экспертов.

Основные методы управления экологическими рисками по своей целевой установке можно разделить на четыре группы: 1) *позволяющие избежать риска*; 2) *снижающие вероятность проявления экологического риска*; 3) *уменьшающие наносимый ущерб от проявления экологического риска*; 4) *передачи риска другим объектам* (109).

*Методы избегания риска* предполагают выработку стратегии поведения объекта, которая изменяет характер его функционирования и приводит к исключению ситуаций, в которых высока возможность проявления конкретного фактора экологической опасности. Примерами могут быть: перепрофилирование хозяйственной деятельности, смена маршрута транспортировки экологически опасного груза, перенос предприятия в зону с меньшей сейсмической активностью, изменение технологии производства и т.п.

*Методы, снижающие вероятность проявления экологического риска*, предполагают измерение условий функционирования объекта, не затрагивая его характера. В качестве примера можно привести замену технологии производства на менее опасную, повышение квалификации персонала, с целью уменьшения вероятности проявления факторов экологической опасности, модернизация природоохранного оборудования и сооружений и т.п. Из приведённого перечисле-

ния следует, что данные методы направлены на снижение вероятности проявления экологических рисков, причинно-следственно связанных с антропогенными факторами экологической опасности. Указанные методы не могут снизить вероятность проявления экологических рисков, связанных с природными факторами экологической опасности, поскольку их проявление обусловлено эволюцией окружающего человека мира.

*Методы, уменьшающие ущерб от проявления экологического риска*, предполагают усиление степени защищенности объекта. К ним следует отнести любые меры, направленные на снижение масштабов проявления факторов экологической опасности. Ввиду многообразия факторов экологической опасности, набор таких мер также многообразен от повышения устойчивости объектов техносферы (строительство дамб от наводнений, сейсмически устойчивых зданий и сооружений, использование антикоррозионного покрытия для оборудования и зданий и т.д.), до миротворческих операций по борьбе с терроризмом, сепаратизмом и различных видов экстремизма.

*Передача риска* обычно осуществляется в виде страхования собственных возможных убытков от последствий проявления факторов экологической опасности или ответственности перед третьими лицами за причиненный им ущерб.

Важную роль в общей экологии должен играть метод оценки жизненного цикла. Суть данного метода заключается в оценке последствий произведенного воздействия на окружающую среду в пространственно – временных координатах. К сожалению, в настоящее время данный метод практически не применяется. В то время, как применение данного метода является прямым следствием из базовых законов экологии – внутреннего динамического равновесия и физико – химического единства живого вещества (см. раздел 5.1.). Несомненно, что при становлении экологии как науки данный метод займет одно из ведущих мест. Подтверждением сказанного является то, что в международном стандарте серии 14 000

введен стандарт ИСО 14040, который так и называется “Оценка жизненного цикла”.

В настоящее время очень большую роль в экологии играет метод *оценки воздействия на окружающую среду* (ОВОС). Применение данного метода позволяет уже на стадии обоснования инвестиций и земельного отвода оценить возможное воздействие намечаемой антропогенной деятельности на окружающую среду и разработать необходимые корректирующие мероприятия. Как правило, оценка воздействия проводится для нескольких альтернативных вариантов и выбирается один, который является оптимальным как с позиций экономических издержек, так и с позиций негативного воздействия на окружающую среду. На стадии проектирования объектов, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. №87 “О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию”, в обязательном порядке разрабатываются мероприятия по охране окружающей среде.

Значительную роль в процессе управления антропогенным воздействием на окружающую среду играет *экологическая экспертиза*, в задачу которой входит установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям. Нужно подчеркнуть, что ранее государственной экологической подлежали не только проекты строительства, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации предприятий, но и проекты правовых актов, реализация которых может привести к негативному воздействию на окружающую среду, а также проекты целевых программ, проекты схем развития отдельных отраслей и т.д. К сожалению, внесённые поправки в федеральный закон “Об экологической экспертизе” привели к тому, что предметом экспертизы являются только объекты, размещаемые в особо охраняемых природных территориях. Считаю это грубой ошибкой законодательной власти, поскольку это привело к снижению уровня экологического контроля и не соответствует основному принципу российского природоохранно-

го законодательства – презумпции экологической опасности любого вида хозяйственной и иной деятельности.

Существенную роль в оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду в промышленно развитых странах играет *экологический аудит*. Одной из основных целей экологического аудита является оценка соответствия деятельности предприятий природоохранному законодательству, а также оценка систем управления качеством окружающей среды, которые существуют на предприятии. Требования к системам управления качеством окружающей среды зафиксированы в международных стандартах серии ИСО 14 000. В России, несмотря на то, что стандарты серии ИСО 14 000, приняты Росстандартом, экологический аудит находится в стадии становления. Кроме того нужно отметить, что до настоящего времени экологический аудит не имеет в России достаточного правового обеспечения, что, несомненно, сдерживает его развитие. К разработке проекта закона правительство возвращается с завидной регулярностью. Автору известны четыре попытки подготовки закона об экологическом аудите. В одной из них автор принимал активное участие, и готовый проект был представлен в МПР в 2006 году. Однако дальнейшая судьба данного проекта автору неизвестна. Тем не менее, в январе 2012 года МПР представил на обсуждение абсолютно новый проект закона об экологическом аудите, который имеет много недостатков, в виду того что практикующие эоаудиторы не участвовали при разработке проекта данного закона. Представляется, что при правильной организации обсуждения данного проекта вполне возможно выйти на вариант закона, который позволит существенно повысить эффективность природоохранной деятельности в России, прежде всего за счёт кардинального снижения уровня вмешательства государства в данный процесс.

В стадии становления в России находится также и экологическое страхование, представляющее собой страхование риска загрязнения окружающей среды, что создает финансовую базу для компенсации ущерба наносимого окружающей сре-

де при сверхнормативном воздействии на нее. В России уже введено в обязательном порядке экологическое страхование опасных промышленных производств. Для более широкого внедрения экологического страхования также необходимо принятие соответствующих законодательных актов.

К глубокому сожалению, в России практически не используются методы *экологической сертификации*. Попытка экологической сертификации была предпринята в Нижнем Новгороде, однако в связи с недостатком правового обеспечения она сорвалась. На федеральном уровне ведется вялая подготовка соответствующего закона, однако когда дойдет очередь до его рассмотрения в Государственной Думе неизвестно. Представляется, что должна проводиться экологическая сертификация не только выпускаемой продукции, но и технологических процессов, используемых при ее производстве. Несомненно, что в будущем данный метод будет играть большую роль в обеспечении экологической безопасности населения России.

Вероятно, вступление России в ВТО (август 2012 г.) должно ускорить развитие экологического аудита, страхования и сертификации, поскольку это является общепринятой практикой в промышленно развитых странах и является для предприятий конкурентным преимуществом на рынке. К примеру, ЕС объявило о своем намерении допускать на рынок стран содружества только сертифицированные по ИСО 14 001 компании. В США растет число компаний, объявивших, что будут работать только с теми поставщиками, которые прошли сертификацию на соответствие международным стандартам ИСО 14001.

Нужно отметить, что на сегодня международной организацией по стандартизации разработан целый комплекс международных стандартов, которые как прямо, так и опосредованно затрагивают процессы управления качеством окружающей среды, включая и социальные аспекты данной проблемы. На сегодня разработаны следующие стандарты: ИСО 31000 Менеджмент рисков, ИСО 9000 Менеджмент качества, ИСО 26000 Социальная ответственность, ИСО 14000 Менеджмент

окружающей среды, ИСО 50001 Энергетический менеджмент. Все перечисленные стандарты приняты Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в качестве национальных стандартов (ГОСТ Р). Представляется целесообразным в данный перечень добавить стандарт по разработке систем управления охраной здоровья и безопасностью персонала OHSAS 18001. В России этому стандарту соответствует ГОСТ 12.0.230-2007 “ССБТ. Системы управления охраной труда. Общие требования” (введён в действие на территории РФ с 01.07.2009). OHSAS 18001 совместим с ISO 9000 и ISO 14000 и применим ко всем отраслям производства и услуг.

Кроме того нужно отметить, что международная финансовая корпорация (IFC), которая является одной из организаций Группы Всемирного банка и осуществляет инвестиции в частном секторе разработано 10 принципов (так называемые Принципы экватора). IFC насчитывает 182 стран-членов, которые коллегиально определяют политику Корпорации и одобряют решения об инвестициях с учётом подхода финансовых организаций к определению, оценке и управлению экологическими и социальными рисками. При этом с 2010 года эта процедура обязательна при выделении кредита более 10 млн долларов США, что означает распространение Принципов экватора при проектировании и строительстве практически всех средних и крупных предприятий. При этом два из 10 принципов содержат прямые требования в области охраны окружающей среды: *принцип 2*: Социальная и экологическая оценка и *принцип 3*: Применимые социальные и экологические стандарты.

Несомненно, что внедрение в практику управления предприятиями всех вышеперечисленных международных стандартов даст существенный природоохранный и социальный эффект, особенно в России, поскольку данная сфера государственного управления далека от совершенства (более детально см. работу автора “Российская демократия как фактор экологической опасности”, 136).

Большую роль уже в ближайшее время должны играть методы *эколого-экономической оценки*, которые в России в настоящее время лишь начинают развиваться. В основе указанных методов лежит концепция общей экономической стоимости природных ресурсов, когда они рассматриваются не только как источник удовлетворения потребностей производства, а учитывается и стоимость существования природы самой по себе (31).

Большую роль в экологии имеют разнообразные *методы моделирования*. Причем используется широкий набор методов моделирования. В первую очередь это *методы математического моделирования*, которые используются при прогнозе распространения загрязнений в атмосферном воздухе, в поверхностных и подземных водах, в почвах. Также используется математическое моделирование процессов самовосстановления и реабилитации компонентов окружающей среды, при описании анизотропии и изменчивости свойств компонентов окружающей среды в пространственно-временных координатах.

Широко используются математические *методы моделирования технологических эмиссий* для определения количественных показателей и состава эмиссий от различных видов антропогенной деятельности. По результатам такого моделирования определяются удельные показатели эмиссий в окружающую среду от различных технологических процессов.

Гораздо сложнее моделирование развития антропогенных воздействий в биосистемах различных таксономических уровней, учитывая сложность их строения. Как справедливо отмечают Акимова Т.А. и Хаскин В.В., “... *реальные объекты экологии столь сложны, что с трудом поддаются строгому математическому описанию даже при значительном упрощении задач*” (1, с. 31). Они также отмечают, что для таких систем на первое место выходят численные методы *имитационного моделирования*, основанных на использовании современной вычислительной техники.

В последнее время, в связи с появлением мощных сверхскоростных компьютеров, более широко стали использовать



ся методы *глобального моделирования*, основанных на применении проблемно – прогнозного подхода. Ярким примером такого моделирования, выполненного еще советскими учеными, является моделирование последствий массированного применения ядерного оружия в современной войне, которое по результатам моделирования привело бы человечество к так называемой “ядерной зиме”.

Определение, в рамках экологии компонентов окружающей среды, оптимальных параметров качества компонентов окружающей среды для обеспечения эволюции живого, включая человека, требует широкого применения *методов нормирования* антропогенного воздействия на окружающую среду. Нормирования базируются на использовании *метода предельно допустимых воздействий на окружающую среду*. Применительно к отдельным компонентам окружающей среды используется метод *предельно допустимых концентраций (ПДК)*. Суть его заключается в установлении количественного ограничения на содержание определенного вещества в компоненте окружающей среды (воздух, вода, почвы и т.д.) или в продуктах антропогенной эмиссии в окружающую среду. Аналогичный подход используется по регламентации физических полей, содержания поллютантов в компонентах окружающей среды.

Метод предельно допустимых воздействий используется и *при изъятии биоресурсов*, путем установления квот, лицензирования и ограничения времени изъятия биоресурсов. Это относится к лесным угодьям, промысловой дичи, ихтиофауне и другим биоресурсам.

Метод предельно допустимых воздействий используется также при определении интегральных показателей качества компонентов окружающей среды и определению предельно допустимого антропогенного воздействия на окружающую среду в целом. Применительно к регламентации антропогенного воздействия используется метод *предельной техноемкости территорий* (1, 20). На основе данного метода определяются ограничения антропогенного воздействия на окружающую среду,

до уровня, который позволяет самовосстанавливать качество окружающей среды на базе эволюционных процессов.

Для интегральной оценки состояния окружающей среды используется биомониторинг на основе *метода биоиндикации*. В основе данного метода лежит использование реакции представителей живого мира на состояние окружающей среды, которых называют биоиндикаторами. В качестве биоиндикаторов используются растения, животные, бактерии, грибы, лишайники, вирусы. Данный метод мониторинга достаточно широко используется при оценке состояния окружающей среды, поскольку он относительно дешев и дает объективную интегральную характеристику состояния окружающей среды. Главным недостатком этого метода является неопределенность причины, оказывающей негативное влияние на биоиндикаторы.

В качестве интегрального показателя состояния окружающей среды используются методы оценки уровня заболеваемости населения. В оценках доли влияния факторов окружающей среды на здоровье человека имеется существенный разброс – от 10 – 15% до 50 – 60%. На основе имеющегося опыта, считаю, что наиболее представительные данные получаются при изучении детской заболеваемости, поскольку дети не подвержены влиянию производственных факторов и минимально подвержены миграции. Проведение мониторинга заболеваемости населения предусматривается и федеральным законом “О санитарно – эпидемиологическом благополучии населения”.

Нормирование невозможно без использования методов *экологического мониторинга*, поскольку соблюдение установленных нормативов воздействия должны контролировать. Отметим, что экологический мониторинг разделяется на мониторинг качества компонентов окружающей среды и на мониторинг источников воздействия на окружающую среду (120, 132-134).

Экологический мониторинг в свою очередь обуславливает применение в экологии самых разнообразных *аналитических методов* оценки качества компонентов окружающей среды и параметров антропогенного воздействия на

окружающую среду. Можно выделить самые распространенные аналитические методы: химические анализы, фотоспектрометрический, нейтрон-активационный, акустический, атомно-абсорбционный, весовой, гамма-спектральный, колориметрический и масса других, которые могут реализовываться как в виде экспресс-методов, так и выполняемых в стационарных условиях.

Получение представительных количественных характеристик аналитическими методами во многом зависит от корректности применяемых *методов опробования*. Главными требованиями, которым должен отвечать применяемый метод опробования, – это *представительность, достоверность и воспроизводимость*. Представительность проб определяется неоднородностью строения оцениваемого компонента окружающей среды и по своей сути является погрешностью аналогии, возникающих при распространении результатов анализа проб на зону их влияния. Достоверность определяется, прежде всего, техническими погрешностями отбора и подготовки проб, а воспроизводимость – погрешностями выполнения анализов.

Существенную роль в управлении антропогенным воздействием на окружающую среду должны играть *правовые* методы. Как уже отмечалось в третьей главе, в России принято уже около 50 природоохранных законов, которые устанавливают правоотношения по регламентации воздействий на отдельные компоненты окружающей среды. К таким законам относятся: об атмосферном воздухе, о недрах, водный, лесной и земельный кодексы, о животном мире и т.д. Имеются законы, которые регламентируют отдельные виды хозяйственной деятельности, это: о безопасности гидротехнических сооружений, о промышленной безопасности опасных производственных объектов и др. Кроме того, имеются законы, которые регламентируют антропогенное воздействие в целом на окружающую среду. Прежде всего, это закон об охране окружающей среды, а также законы об экологической экспертизе, об отходах производства и потребления, о санитарно – эпидемиологическом благополучии населения. В уголовном кодексе имеются статьи за экологические

правонарушения, кодекс об административных нарушениях также содержит ряд природоохранных статей. Таким образом, правовое поле для законодательного управления антропогенным воздействием на окружающую среду создано. Однако правоприменение данных законов отстает от современных требований охраны окружающей среды (более подробно см. 132-134, 137, 138).

С 1992 года, после выхода закона “Об охране окружающей природной среды”, начали эффективно применяться экономические методы управления антропогенным воздействием на окружающую среду. В законе был определен порядок уплаты платежей за воздействие на окружающую среду и их распределения по бюджетам разных уровней. Поступающие деньги в экологические фонды служили финансовой основой выполнения природоохранных программ на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Кроме того платежи за негативное воздействие на окружающую среду расходовались строго только на природоохранные мероприятия. В настоящее время данное положение и сами экологические фонды в природоохранном законодательстве отсутствуют, что, несомненно, снижает эффективность природоохранной деятельности.

Кроме платежей за загрязнение окружающей среды в качестве экономических механизмов управления воздействием на окружающую среду, используются штрафные санкции за сверхнормативное воздействие на окружающую среду в результате аварий, вызванных проявлением природных и антропогенных факторов экологической опасности (см. главу 4). Определение ущерба, нанесенного окружающей среде, базируется на специальных методиках, которые, к сожалению, утверждены только на уровне отдельных ведомств.

Широко применяются в экологии *методы картографирования*. Набор карт, применяемых в экологии, многообразен. В него входят карты, характеризующие состояние отдельных компонентов окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почв, литосферы и т.д.), карты, отражающие пространствен-

ное взаимоотношение объектов техносферы, карты загрязненных территорий, ландшафтно-геохимические карты, карты природных ресурсов, карты поселений, прогнозные карты, характеризующих вероятное проявление различных факторов экологической опасности, карты районирования территории по устойчивости к различным видам антропогенного воздействия и т.д. Масштаб применяемых карт зависит от решаемых задач, колеблется от 1:100 – 1:1000 до 1:1000000, а при решении общепланетарных задач используются еще более мелкие масштабы.

Поскольку экология представляет собой интегрирующую науку о взаимодействии человека с окружающей средой, то ей приходится обращаться с огромными объемами различной информации. В связи с этим огромную роль в экологии должны играть методы *геоинформационных систем (ГИС)*. Технология геоинформационных систем позволяет интегрировать большой объем информации в виде электронных карт, баз данных и даже баз знаний.

Использование ГИС технологий в экологии затрудняется ведомственной разобщенностью экологической информации, несовместимостью баз данных, отсутствием формализованных экологических запросов, которые должны удовлетворять соответствующие ГИС.

При обработке экологической информации используются методы *систематизации, анализа и прогноза*. На основе указанных методов производится структурирование экологической информации, определение тенденций в изменении параметров качества как отдельных компонентов, так и в целом окружающей среды.

Сегодня реализация любого проекта немыслима без методов *инженерно-экологических изысканий*, целью которых является оценка устойчивости компонентов окружающей среды к планируемым антропогенным воздействиям. В рамках данных изысканий проводится оценка существующего состояния компонентов окружающей среды, масштабы антропогенного воздействия и прогнозные оценки возможных

негативных последствий от планируемых антропогенных воздействий. Естественно, что виды инженерно – экологических исследований определяются планируемыми видами антропогенного воздействия на окружающую среду. Поэтому инженерно – экологические изыскания являются обязательным элементом предпроектных изысканий.

Практически во всех видах экологических исследований используется метод *натурных наблюдений*. Результаты наблюдений документально оформляются в виде актов обследования или соответствующих протоколов. Методы натурных наблюдений используются при обследовании предприятий, при контроле выполнения норм природоохранительного законодательства различными природопользователями, при контроле соблюдения лицензионных условий обращения с отходами, при экологическом аудите.

Существенную роль в обеспечении экологической безопасности населения должны играть *социологические* методы. При проведении оценки воздействия на окружающую среду требуется изучение общественного мнения по поводу планируемой реализации любого объекта хозяйственной и другой деятельности. Аналогичные требования заложены и в законе об экологической экспертизе. При проведении социологических исследований используются анкетирование, опросы, проводятся конференции, сходы, общественные обсуждения в средствах массовой информации, вплоть до проведения общественной экологической экспертизы.

Исходя из закона общей экологии – о необходимости формирования экологического мировоззрения у подавляющего количества населения нашего государства, важную роль должны играть методы *формирования общественного сознания*. Нужно подчеркнуть, что для формирования экологического мировоззрения необходимо привлекать ученых, педагогов, психологов, обществоведов, культурологов, демографов, социологов, специалистов по связям с общественностью и средствам массовой информации, каждый из которых будут использовать свой набор методов. Однако данная задача не-

выполнима при отсутствии политической воли у руководства нашего государства.

В данной главе приведена краткая характеристика методов общей экологии и составляющих ее научных направлений. Естественно, их будет существенно больше, если включить методы, используемые в научных направлениях, входящих в качестве элементов в указанные научные направления. Представляется, что такую характеристику целесообразно производить при описании структуры данных научных направлений.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. -М.: "ЮНИТИ". 1998, с. 455.
2. Акимов В. А., В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике; МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с
3. Алексеев С.В. Экология. Учебник для 9 класса средней школы. -С.-Петербург: СММО ПРЕСС, 1997.
4. Алексеев С.В. Экология : Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. -СПб.: СММО Пресс, 1997. – 320 с.
5. Афанасьев В.Г. Мир живого: системность, эволюция и управление. -М.: Политиздат, 1986. – 334 с.
6. Бабаев В.К., Баранов В.М., Толстик В.А. Теория права и государства в схемах и определениях. Учебное пособие. -М.: Юность, 2000. – 256 с.
7. Баландин Р.К., Бондарев П.Г. Природа и цивилизация. -М.: Мысль, 1998.-391с.
8. Богдановский Г.А. Химическая экология. -М.: МГУ, 1994. – 237 с.
9. Боголюбов С.А. Правовые направления и проблемы экологической политики России. Бюллетень Центра экологической политики России, №3, 1998, с.23-24.
10. Будущее, которое мы хотим. Итоговый документ "РИО+20". Рио-де-Жанейро. 22.06.12.
11. Васильева М.И. Региональное законотворчество как форма реализации государственной экологической политики. Бюллетень Центра экологической политики России, №4, 1998, с.31-33.
12. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Книга 2. Научная мысль как планетное явление. -М.: Наука, 1977. – 191 с.
13. Вернадский В.И. Труды по биогеохимии и геохимии почв. -М.: Наука, 1992.
14. Вернадский В.И. Труды по геохимии. -М.: Наука, 1994.



15. Винокуров А.Ю., Виноградов В.П. Прокурорский надзор за исполнением законодательства об охране окружающей среды. -М.: МНЭПУ, 1998.
16. Водный кодекс Российской Федерации. № 163-ФЗ от 16.11.95.
17. Воронков Н.А. Основы общей экологии. Учебное пособие для студентов вузов и учителей. -М.: Агар, 1997. – С.87
18. Вронский В.А. Прикладная экология. -Ростов на Дону: Феникс, 1996. – с.505.
19. Глобальная экологическая перспектива (ГЕО-5), ЮНЕП, 2012.
20. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. -М., 1995.
21. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году”
22. Горелов А.А. Экология: учебник для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. – 400 с..
23. Голубев Г.Н. Основы геоэкологии: учебник/М. КНО-РУС, 2011. – 352 с.
24. Глобальная экологическая перспектива (ГЕО-4). ЮНЕП, 2007.
25. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. -М.: “Ин-т ДИ-ДИК”, 1997. – 640 с.
26. Доклад, ООН “Управление водными ресурсами в условиях неопределенности и риска”, 2011.
27. Денисов В.В. и др. Экология. –М.: Вузовская книга, 2002. – 728 с.
28. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию. Экос-информ. №3-4, 1994.
29. Декада ООН по образованию для устойчивого развития (2005-2015).
30. Доклад международной программы “Оценка экосистем на пороге тысячелетия” Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well being: Synthesis. Island Press, Washington, DC

31. Джон А. Диксон и др. Экономический анализ воздействий на окружающую среду -М.: ВИТА, 2000. – 272 с.
32. Закон Российской Федерации об охране окружающей среды. № 2060-1.
33. Захаров В.Б. и др. Биология: общие закономерности: Учебник для 9-11 кл. общеобразовательных учебных заведений. – М.: Школа-Пресс, 1996. – 624 с.
34. Земельный кодекс Российской Федерации. №1103-1 от 25.04.91.
35. Зверев А.Т. Историческая экология. Учебник для 5-6 классов. -М.: “Дом педагогики”, 1999.
36. Зверев В. Профанация экологии в умах и образовании. Промышленные ведомости: экспертная общероссийская газета. №5-6 (60-61), март 2003.
37. Зубаков В.А. Место человека в направленной эволюции: выбор будущего. Экология и жизнь №3, 1998, с.6-9.
38. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты). / Под ред. С.Н. Бобылева, П.А. Макеенко – М.: ЦПРП, 2001.– 220 с.
39. Казначеев В.П. Планетарный интеллект. Журнал: “Природа и человек” №3,1998.
40. Кейлоу П. Принципы эволюции. -М.: Мир, 1986.
41. Каммонер Б. Замыкающийся круг. -Л.: Гидрометеиздат, 1974.
42. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Указ Президента РФ № 440, от 01.04.96 г.
43. Концепция национальной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ 17.12.97 г., №1300.
44. Косинов Н.В., Гарбарук В.И. Материя и вещество, 2002. [http://rusnauka.narod.ru/lib/author/kosinov\\_n/11/](http://rusnauka.narod.ru/lib/author/kosinov_n/11/)
45. Кравченко А.И. Обществознание: Учеб. Пособие для студ. Средн. Проф. Учеб. Заведений. -М.: Издательский центр “Академия”, Высшая школа, 2001. – 240 с.

46. Королев А.А. и др. Медицинская экология. Курс практических занятий: Учебное пособие для студентов медицинских институтов. -М.: Русский врач, 2003. – 198 стр.
47. Копнин П.В. Гносеологические и логические основы науки. -М.: Мысль, 1974.
48. Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности. Бюллетень Центра экологической политики России, №4, 1998, с.29-30.
49. Круть И.В. Введение в общую теорию земли. -М.: Мысль, 1978. – 367 с.
50. Лесной кодекс Российской Федерации. №22-ФЗ от 29.01.97.
51. Лукьянчиков Н.Н., Потравный И.М. Экономика и организация природопользования. Учебник для вузов. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 454 с.
52. Маврищев В.В. Общая экология: Курс лекций для студентов вузов: “Новое издание”, 2007 – 299 с.
53. Максаковский В.П. Географическая картина мира. Пособие для вузов. Кн. I: Общая характеристика мира. Глобальные проблемы человечества. 2009.
54. Менегетти А. Проект “Человек”. Пер. с итал. Изд. 2-ое. – М.: ННБФ “Онтопсихология”, 2001. – с.224.
55. Медведева О.Е. Современные методы стоимостной оценки вреда окружающей среде (экологического ущерба). Доклад на Совещании Росприроднадзора РФ “Проблемы и практика расчета ущерба окружающей среде при обнаружении нарушений природоохранного законодательства”, Москва, 20 февраля 2007 г.
56. Мейен С.В. Проблема направленности эволюции. Итоги науки и техники. Зоология позвоночных. Том 7. Проблемы теории эволюции. М., 1975. С. 66-117.
57. Методические указания. Методические основы биотестирования определения гигиенической опасности отходов, поступающих в окружающую среду РД 64-085-89. М.: Минмедпром СССР. 1990.

58. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера. -М.: Молодая гвардия, 1990. – 367 с.
59. Моисеев Н.Н. Современный рационализм. -М.: Изд. МНЭПУ, 1995.
60. Моисеев Н.Н. Козэволюция природы и общества. Экология и жизнь, 1997.
61. Моисеев Н. Н. Еще раз о проблеме коэволюции. Экология и жизнь, № 2, 1998.
62. Моисеев Н.Н. Разнообразие цивилизаций и права человека. Взгляд с позиций естествознания. Экология и жизнь №2, 1999, с. 6-9.
63. Моисеев Н.Н. Универсум. Информация. Общество. – М.: Устойчивый мир, 2001. – 200 с.
64. Московская международная декларация по экологической культуре. Экосинформ №6, 1998.
65. Моткин Г.А. Основы Экологического страхования. -М.: Наука, 1996.
66. Муравых А.И. Философия экологической безопасности. -М., 1997.
67. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. -М.: Мир, 1993, – 424 с.
68. Негроров О.Н Словарь эколога. Учебное пособие. ВГУ. Воронеж. Издат. “Истоки”, 1999, 188 с.
69. Николайкин Н.И. и др. Экология: учеб. для вузов. – 4-е изд-ие, испр. и доп. –М: Дрофа, 2005. – 622 с.
70. Никольский Г.А. НИИ Физики СПбГУ. О пятом взаимодействии ([http://vd2-777.narod.ru/article10/5th\\_interaction.htm](http://vd2-777.narod.ru/article10/5th_interaction.htm)).
71. Новый энциклопедический словарь. -М.: Научное издательство БРЭ. Изд-во “Рипол Классик”. 2002. – 1456 с.
72. Олдак П.Г. Колокол тревоги: пределы бесконтрольности и судьбы цивилизации. -М.: Политиздат, 1990.
73. О государственной политике в области экологического образования и просвещения. ФЗ. 25.04.97. Материалы Государственной Думы РФ.

74. О педагогических и научных критериях определения экологического содержания общего высшего образования. Международная программа ЮНЕСКО-ЮНЕП по образованию в области окружающей среды. Серия докладов. №19 – Юнеско. 1993
75. О безопасности: Закон РФ от 05.03.92 №2446-1
76. О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития. Утверждена Указом Президента РФ 04.02.94 г., №236.
77. О принципах экологической безопасности в государствах Содружества. Рекомендательный законодательный акт. Экосинформ. №2, 1993.
78. Об охране окружающей среды. Закон РФ от 10.01.02, №7-ФЗ.
79. О недрах: Закон РФ от 21.02.92 № 2395-1 (в ред. Федерального закона от 03.03.95 №27-ФЗ)
80. О безопасности: Закон РФ от 05.03.92 №2446-1
81. О животном мире: Федеральный закон от 24.04.94 №52-ФЗ
82. Об экологической экспертизе: Федеральный закон от 23.11.95. №174-ФЗ
83. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.97 №116-ФЗ
84. О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21.07.97 №117-ФЗ
85. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.98 г. №89-ФЗ.
86. Основы Экологической политики Российской Федерации на период до 2030 года (проект).
87. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.99 г. №96-ФЗ.
88. Основные положения стратегии устойчивого развития России /Под ред. А.М. Шелехова. -М., 2002. – 161 с.
89. Одум Ю. Экология. В 2-х т./ пер. с англ. -М.: Мир, 1986.

90. Олейников Ю.В., Борзова Т.В. Экологическое взаимодействие общества с природой (философский анализ). -М.: Изд-во РГСУ, 2008. – 460 с.
91. Основы экологии. Учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений. Чернова Н.М. и др. -М.: Просвещение, 1998.
92. П.Тейяр де Шарден. Феномен человека. -М.: Прогресс, 1965.
93. Петров В.В. Экологическое право России. -М.: БЕК, 1995.
94. Петров К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы: Учебное пособие для вузов. – 3-е изд., испр. – СПб: Химиздат, 2000. – 352 с.
95. Печуркин Н.С. Энергия и жизнь. – Новосибирск: Наука. Сиб.отделение, 1988. – 190 с.
96. Писарев В.Д. Согласование интересов государства в использовании несущей емкости биосферы. Бюллетень Центра экологической политики России, 2, 1997, с.7.
97. Повестка дня на XXI век. Экос-информ. №3-4, 1994.
98. Пономарёва И.Н. и др. Общая экология: учебное пособие для студентов педагогических вузов. -М.: Мой учебник, 2005. – 462 с.
99. Природопользование. Под редакцией проф. Э.А. Арустамова. Изд.дом “Дашков и К”, 2002.- 276 с.
100. Прохоров Б.Б. Введение в экологию человека. -М.: Изд. МНЭПУ,, 1995.
101. Резанов И.А. Великие катастрофы в истории Земли. – 2-е изд., перераб., доп. -М.: Наука, 1984, 176 с., ил.
102. Реймерс Н.Ф. Экология \ теории, законы, правила, принципы и гипотезы \. – М.: Журнал “Россия молодая”, 1994 – с. 367.
103. Рюмина Е.В. Показатель ущерба как экономический инструмент сохранения окружающей среды. Труды VII Всероссийской конференции “Теория и практика экологического страхования: устойчивое развитие”. -М.: ИПР РАН, 2007. – с. 110-124.

104. Розанов С.И. Общая экология: Учебник для вузов технических направлений и специальностей. 5-е изд., стер. –Спб: Изд-ие “Лань”, 2005. – 288 с.
105. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. Т. 1. Свойства биосферы и ее внешние связи. -С.Пб.: Гидрометеоиздат, 1992.
106. Степановских А.С. Прикладная экология: Охрана окружающей среды. -М.: Юнити-Дана, 2003, – с. 751.
107. Сергин С.Я. Глобальная геологическая система и системная геотектоническая концепция сб.: “Исследование и формирование геосистем”, Туапсе, 2009.
108. Тимофеев-Ресовский Н.В. Уровни организации жизни на Земле и среда протекания эволюционных процессов. Сб. “Биосферные раздумья”. РАЕН. М. 1996.
109. Тихомиров Н.П. и др. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
110. Трофимов В. Т., Зилинг Д.Г. Экологическая геология: Учебник -М.: ЗАО “Геоинформмарк”, 2002.
111. Тейярд де Шарден. Феномен человека.- М.: Устойчивый мир, 2001. – 232 с.
112. Урманцев Ю.А. Общая теория систем и учение о биосфере. Сб. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. Т.1, С.Пб.: Гидрометеоиздат, 1992.
113. Урманцев Ю.А. Глобальная стратегия сохранения и преобразования биосферы. Сб. Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. Т.3, -С.Пб.: Гидрометеоиздат, 1992.
114. Урсул А.Д. Ноосферное образование и переход к устойчивому развитию. Сб. Региональные проблемы в стратегии устойчивого развития. -М.: Аванта+, 1999.
115. Хартия устойчивого развития европейских городов. Ольборг. Дания, 1994.
116. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность.: Учеб. пособие для студ. высш. пед. заведений. –2-и изд., перераб. -М.: Академия, 2004. – 480 с.

117. Чернова Н.М., Галушин В.М., Константинов В.М. Основы экологии. Учеб. 9 кл. общеобразоват. учреждения. -М.: Просвещение, 1998. – 200 с.
118. Чуйкова Л.Ю. Социальная экология. -Астрахань, 1996.
119. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. -М.: Мысль, 1976. – с.367.
120. Шмаль А.Г. Экологическая безопасность территорий. БНТВ. 1999. 128 с.
121. Шмаль А.Г. Концептуальные основы создания системы экологической безопасности Московской области. Материалы всероссийской научно-практической конференции мэров городов “Социальные, экономические и экологические аспекты устойчивого развития городов”. -Москва, 1999.
122. Шмаль А.Г. Экология=регламентация. Экология и жизнь №4, 1999.
123. Шмаль А.Г. Роль экологического общества учащихся в формировании экологического мировоззрения. Материалы второй конференции экологических обществ учащихся Московской области. БНТВ, 1999.
124. Шмаль А.Г. Творчество в формировании экологического мировоззрения. Тезисы регионального семинара “Экологическое мировоззрение XXI век”. -М., 1999.
125. Шмаль А.Г. Экологическая политика как основа устойчивого развития региона. Сб. докладов региональной конференции: “Устойчивое развитие Московской области – задачи на XXI век”. БНТВ. -Бронницы, 1999.
126. Шмаль А.Г. Методология создания системы экологической безопасности Московской области. МП “ИКЦ “БНТВ”, г.Бронницы, 2000 г., 42 с.
127. Шмаль А.Г. Методологические основы создания систем экологической безопасности территорий. МП “ИКЦ “БНТВ”, г.Бронницы, 2000 г., 216 с.
128. Шмаль А.Г. Экологические общества как фактор формирования экологического мировоззрения учащихся



- ся. Материалы третьей конференции экологических обществ учащихся Московской области. МП “ИКЦ “БНТВ”, г.Бронницы, 2000 г., с. 9-11.
129. Шмаль А.Г. Экологическая безопасность как элемент национальной безопасности России. Материалы Первой Всероссийской конференции: “Региональные и муниципальные проблемы экологической безопасности. МП “ИКЦ “БНТВ”, г.Бронницы, 2001 г., с. 148-153.
  130. Шмаль А.Г. Экологическая безопасность в системе государственного управления. МП “ИКЦ “БНТВ”, г.Бронницы, 2001 г., 76 с.
  131. Шмаль А.Г. Проблемы формирования экологического мировоззрения. “Экологический вестник России” №11. 2002. с. 47-48.
  132. Шмаль А.Г. Введение в общую экологию. М.: Всероссийское изд-во ЗАО “Современные тетради”. 2003. – 215 с.
  133. Шмаль А.Г. Национальная система экологической безопасности (методология создания). МП ИКЦ “БН-ТВ” 2004. г.Бронницы. 200 с.
  134. Шмаль А.Г., Шмаль Т.В. Муниципальная система экологической безопасности (настольная книга муниципального эколога). МП ИКЦ “БН-ТВ” 2005. г. Бронницы. – 424 с.
  135. Шмаль А.Г. Анализ понятия “окружающая среда”/; Научно-производственная фирма “ЭОС”, 2006. – 13 с.: Библиогр.: 11 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 23.05.06 №695 – В 2006.
  136. Шмаль А.Г. Российская демократия как фактор экологической опасности. МП ИКЦ “БН-ТВ” 2008. г. Бронницы. – 204 с.
  137. Шмаль А.Г. Факторы экологической безопасности – экологические риски. Издательство : г.Бронницы, МП “ИКЦ БНТВ, 2010. – 192 с.
  138. Шмаль А.Г. Экологические риски в системе экологической безопасности. Экологические нормы. Правила. Информация., №3, 2011, с. 11-16.

139. Экология. Под ред. Боголюбова С.А. -М.: Знание, 1997.
140. Экология: Учебное пособие/ под ред. Ю.И. Житина. – М: Академический проспект; Трикста, 2008. – 283 с.
141. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез С3- и С4-растений: механизмы и регуляция: Пер. с англ, – М.: Мир, 1986. – 590 с., ил.
142. Экономика и экология. Учебник. Под ред. Агапов Н.Н -М.: Изд-во РЭА, 2000. – 174 с.
143. Экология, охрана природы и экологическая безопасность. Уч. Пособие. Для системы повышения квалификации и переподготовки государственных служащих. Под ред В.И. Данилова-Данильяна. –М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 744 с.
144. Ясвин В.А. Психология отношения к природе. -М.: Смысл, 2000. – 456 с.
145. Jonas Jukonis. Места силы Земли.([www.geotronika.lt/straipsniai\\_ru/007.php](http://www.geotronika.lt/straipsniai_ru/007.php)).
146. Schlee D. Biochemische Wechselbeziehungen zwischen Organismen und der sie umgebenden Umwelt. GF Verlag, Jena, 1984.
147. Takashi J. Japanese Environmental pollution by chemical compounds. The environmental facing the 21st century// Jap. Envir.Assoc. Tokyo.-1987.
148. Yohn Cowell. The Environmental and the European Communities. Institute for International Research (Finland) OY. 1991.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Агроэкология** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду сельскохозяйственной деятельности человека.

**Антропогенное воздействие на окружающую среду** – изменение параметров качества компонентов окружающей среды в результате хозяйственной и иной деятельности человека.

**Антропогенный объект** – объект, который сохраняет свою структурно-функциональную целостность только благодаря вещественному, энергетическому и информационному обеспечению человеком.

**Антропогенные факторы экологической опасности** – процессы и явления, обусловленные деятельностью человека, приводящие к изменению параметров качества окружающей среды за границы установленных нормативов.

**Атмосфера** – газовая оболочка Земли, состоящая из азота (78.08%), кислорода (20.95%), аргона (0.93%), двуокиси углерода (0.3%).

**Биологическая экология** – наука о регламентации воздействия живого на окружающую среду.

**Биосфера** – это вся совокупность живых организмов (включая человека) на Земле и все пространство, заселенное ими и находящееся под их воздействием.

**Благоприятная окружающая среда** – окружающая среда, качество которой соответствует установленным нормативам на данном этапе эволюции человеческого общества.

**Вред окружающей среде** – негативное изменение качества окружающей среды или отдельных её компонентов, вызванное проявлением природных и/или антропогенных факторов экологической опасности, выраженное натуральными показателями.

**Геоэкология** – наука о регламентации антропогенного воздействия на географическую оболочку – ландшафты, представляющие собой результат взаимодействия верхней части литосферы, рельефа, климата, биоты и человеческого общества.

**Гидросфера** – водная оболочка Земли, состоящая из совокупности поверхностных водоемов (реки, озера, океан), грунтовых, подземных вод и ледников.

**Закон необходимой регламентации воздействия человека на окружающую среду** – воздействие человека на природные и антропогенные компоненты окружающей среды должно согласовываться с фундаментальными закономерностями эволюции человеческого общества и компонентов окружающей среды.

**Закон необходимости формирования экологического мировоззрения у населения планеты** – гармонизация антропогенного воздействия на окружающую среду возможна лишь на основе формирования экологического мировоззрения как составляющего элемента общечеловеческой культуры у подавляющего числа землян.

**Закон развития системы за счет окружающей ее среды** – любая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды.

**Закон системности** – любой объект есть объект – система и любой объект-система принадлежит хотя бы одной системе объектов одного и того же рода.

**Идентификация экологических рисков** – выявление причинно-следственных связей, обуславливающих возможные виды негативного воздействия на компоненты окружающей среды в результате возможного проявления факторов экологической опасности на конкретной территории и определенный промежуток времени.

**Информационная сфера** – совокупность знаний и информационные потоки, которые осознанно или на уровне подсознания генерируются или регистрируются человеческим обществом.

**Информационная экология** – наука о регламентации обращения с информацией, способной привести к сверхнормативному воздействию на окружающую среду.

**Климатическая экология** – наука о регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду на основе изу-

чения влияния климатических процессов на распространение его последствий на окружающую среду в пространственно-временных координатах, а также влияние человека на климат Земли.

**Количественная мера экологического риска** – математическое ожидание ущерба, определяемого для всего комплекса экологически опасных факторов, проявляющихся на данной территории.

**Компонент окружающей среды** – совокупность объектов, обладающих своей системной организацией и сохраняющих свою структурно-функциональную целостность на значительных (с точки зрения человека) периодах эволюции планеты Земля.

**Комплексная экологическая оценка территории** – районирование территории по устойчивости компонентов окружающей среды к проявлению факторов экологической опасности.

**Космическая экология** – наука о регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду при освоении космического пространства.

**Литосфера** – земная кора, оболочка Земли, сложенная горными породами и состоящая из гранитного и базальтового слоев.

**Мониторинг экологических рисков** – система наблюдений, анализа и прогноза идентифицированных экологических рисков, а также регламенты удовлетворения информационных запросов органов государственного и административного управления, населения, средств массовой информации.

**Нормативы качества окружающей среды** – параметры (физические, химические, биологические, социальные и др.) состояния компонентов окружающей среды, устанавливаемые человеком и обуславливающие сохранение эволюции биосферы в том канале, в котором человек является её гармоничной составляющей.

**Неблагоприятное воздействие на окружающую среду** – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия

которого приводят к негативному изменению параметров состояния окружающей среды.

**Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду** – нормативы, которые установлены для совокупного воздействия всех источников воздействия на окружающую среду и (или) отдельные компоненты в пределах конкретной территории, при соблюдении которых обеспечивает её устойчивое развитие.

**Окружающая среда** – вся совокупность вещественных, энергетических и информационных факторов непосредственно или опосредованно взаимодействующих с человеком.

**Охрана окружающей среды** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду любого вида человеческой деятельности по отношению к объекту оценки.

**Оценка жизненного цикла** – наука, изучающая эволюцию произведенного антропогенного воздействия в окружающей среде.

**Оценка экологического риска** – определение вероятности проявления экологического риска, а также структуры вреда и ущерба при его реализации.

**Педосфера (почвы)** – поверхностный слой земной коры (коры выветривания), который образуется и развивается в результате взаимодействия растительности, животных, микроорганизмов, горных пород и атмосферных осадков.

**Пренебрежимый экологический риск** – уровень экологического риска, вероятность проявления которого считается практически недопустимым событием.

**Приемлемый экологический риск** – экологический риск, величина которого оправдана с точки зрения современного уровня социально-экономического развития государства и культурно-исторического развития этноса, его населяющего.

**Предельно допустимый экологический риск** – максимальный уровень экологического риска, который определяется недопущением необратимых процессов деградации окружающей среды, независимо от интересов различных социальных групп и этносов.

**Предмет экологии как науки** – совокупность знаний о регламентации взаимодействия и совместного функционирования природных и антропогенных объектов окружающей среды.

**Прикладная экология** – наука о регламентации типовых видов антропогенного воздействия на окружающую среду.

Принцип доминирования интересов социума – никакая хозяйственная и иная деятельность, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею экологического ущерба.

**Принцип (закон) внутреннего динамического равновесия** – вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии связаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные изменения, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархии.

**Принцип комплексности оценки рисков** – при оценке территории производится выявление всей совокупности первичных и производных экологических рисков, потенциально проявляющихся на данной территории.

**Принцип максимальной эффективности при оценке экологических рисков** – в условиях ограниченности ресурсов необходимо выбирать такой комплекс методов управления, который даёт максимально возможный эффект по снижению вероятности проявления факторов экологической опасности и минимизирует вред и ущерб окружающей среде.

**Принцип саморегуляции** – природа путем многомиллиардных проб и ошибок выработала механизмы саморегуляции, которые поддерживают ее устойчивость как системы.

**Принцип увеличения степени идеальности** – гармоничность отношений, между частями системы историко – эволюционно возрастает.

**Принцип устойчивого развития** – удовлетворение потребностей сегодняшнего поколения людей не должно под-

рывать возможность удовлетворения потребностей будущих поколений.

**Принцип (закон) физико-химического единства живого вещества** – все живое вещество Земли физико – химически едино.

**Принцип экологического императива** – управление экологическими рисками должно осуществляться в рамках строгой экологической регламентации любого вида антропогенной деятельности.

**Природный объект** – объект, обеспечивающий свою структурно-функциональную целостность благодаря вещественным, энергетическим и информационным процессам обмена происходящих в ходе фундаментальных процессов эволюции планеты Земля.

**Природно-антропогенный объект** – объект, сохраняющий свою структурно-функциональную целостность частично за счет эволюционных процессов, происходящих на Земле, и частично за счет целенаправленной человеческой деятельности по сохранению этой целостности.

**Природные факторы экологической опасности** – процессы и явления, обусловленные эволюцией космоса и планеты Земля, приводящие к изменению параметров качества окружающей среды за границы установленных нормативов.

**Промышленная экология** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду промышленных предприятий.

**Ресурсная экология** – наука, разрабатывающая принципы регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду при добыче, производстве и потреблении ресурсов.

**Сверхнормативное воздействие на окружающую среду** – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которого приводят к изменению параметров состояния окружающей среды за пределы установленных нормативов качества.

**Система экологической безопасности** – совокупность мер, обеспечивающая допустимое негативное воздействие природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека.



**Социосфера** – совокупность требований человеческого общества к окружающей среде, с целью обеспечения его гармоничного развития.

**Социальная экология** – наука о регламентации качества окружающей среды с позиций комфортности обитания человека.

**Средология** – наука об оптимальных параметрах качества окружающей среды с точки зрения обеспечения эволюции живого, включая человека.

**Строительная экология** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду при строительстве.

**Техносфера** – совокупность антропогенных и природно-антропогенных систем, созданных человеком.

**Транспортная экология** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду транспортного комплекса.

**Управление экологическим риском** – совокупность мероприятий, реализуемых органами государственного и административного управления, позволяющих снизить экологический риск до приемлемого уровня и оценить эффективность принятых управленческих решений.

**Фактор экологической опасности** – любой процесс, явление, приводящие к изменению параметров качества компонентов окружающей среды за границы установленных нормативов.

**Физическая экология** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду физических (полевых) воздействий.

**Фоновый экологический риск** – экологический риск, обусловленный вероятностью проявления совокупности факторов экологической опасности на оцениваемой территории и за конкретный отрезок времени.

**Чрезмерный экологический риск** – экологический риск, величина которого превышает предельно допустимый экологический риск.

**Химическая экология** – наука о регламентации воздействия на окружающую среду химических веществ.

**Эволюционная экология** – наука о закономерностях развития антропогенного воздействия на отдельные компоненты или окружающую среду в целом в пространственно-временных координатах

**Экологическая безопасность** – допустимый уровень негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и самого человека.

**Экологическая опасность** – любое изменение параметров функционирования природных, технических или природно-технических систем, приводящее к ухудшению качества компонентов окружающей среды за границы установленных нормативов.

**Экологическая информация** – совокупность данных о состоянии параметров качества компонентов окружающей среды, параметрах источников воздействия на окружающую среду и все сведения, получаемые в результате обобщения, обработки и анализа вышеперечисленных данных.

**Экологическая культура** – наука о формировании экологического мировоззрения у населения России.

**Экологический риск** – вероятность получения определённого ущерба в результате проявления фактора экологической опасности или их совокупности по отношению к конкретному объекту оценки.

**Экологический ущерб** – стоимостное выражение вреда наносимого окружающей среде или отдельным её компонентам проявлением природных и/или антропогенных факторов экологической опасности за определённый промежуток времени по отношению к конкретному объекту оценки.

**Экономическая экология** – наука об экономических механизмах регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду.

**Экологическое образование** – наука о профессиональной подготовке специалистов в области экологии и управленцев различных сфер деятельности, начиная от государственных чиновников и заканчивая руководителями коммерческих структур.

**Экологическое мировоззрение** – совокупность взглядов, оценок, принципов, определяющих отношение человека к окружающей среде, придающих организованной, осмысленной и целенаправленной характер деятельности по согласованию развития человеческого общества с фундаментальными процессами эволюции окружающей его среды.

**Экологический мониторинг** – система регулярного контроля, анализа и прогноза параметров состояния компонентов окружающей среды и источников воздействия на окружающую среду.

**Экологическая политика** – комплекс управленческих решений, принимаемых соответствующими государственными и административными органами по оптимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду, оздоровления и восстановления среды обитания населения.

**Экологическая сфера** – объект экологии как науки, представляющий собой совокупность регламентирующих норм и правил, моральных и этических принципов, обеспечивающих организованную, осмысленную и целенаправленную деятельность по согласованию развития человеческого общества с фундаментальными процессами эволюции окружающей его среды.

**Экологическое право** – совокупность законодательных норм, регламентирующих отношения человека и общества с окружающей средой.

**Экологическое просвещение** – наука о распространении экологических знаний среди всего населения страны.

**Экология** – наука о регламентации взаимодействий человека и общества с окружающей их средой на основе разработанных правовых и моральных норм и правил.

**Экология атмосферы** – наука о регламентации антропогенного воздействия на атмосферный воздух.

**Экология биосферы** – наука о регламентации антропогенного воздействия на биосферу, обеспечивающей устойчивость развития биологических систем различного таксономического уровня.

**Экология гидросферы** – наука о регламентации антропогенного воздействия на поверхностные, грунтовые и подземные воды, а также воды морей и океанов.

**Экология гидротехнических сооружений** – наука о регламентации воздействий на окружающую среду при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений.

**Экология информационной сферы** – наука о регламентации в области обращения человеческого общества с информацией, относящейся к состоянию окружающей среды и к антропогенному воздействию на окружающую среду.

**Экология космоса** – наука о регламентации антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом влияния эволюции окружающего Землю космического пространства.

**Экология литосферы** – наука о регламентации антропогенного воздействия на литосферу.

**Экология отходов производства и потребления** – наука о правилах сбора, хранения, транспортировки, утилизации и размещения отходов производства и потребления.

**Экология поселений** – наука о регламентации воздействия на окружающую среду селитебных агломераций различного уровня от отдельных домов до крупных мегаполисов.

**Экология почв (педосферы)** – наука о регламентации антропогенного воздействия на почвы.

**Экология техносферы** – наука об устойчивости объектов техносферы от влияния факторов окружающей среды.

**Экология энергетики** – наука о регламентации воздействия на окружающую среду объектов энергетики.

**Экология эргосферы** – наука о регламентации параметров физических полей, возникающих в результате антропогенной деятельности.

**Экосистема** – совокупность природных и антропогенных систем, функционирование и взаимодействие которых регламентируется на основе установленных правовых и моральных норм и правил.

**Эргосфера** – совокупность физических полей, существующих вокруг Земли, включая космические излучения.

Научное издание

**Шмаль Анатолий Григорьевич**

**ОСНОВЫ  
ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ**

**Корректор**

**Алещенко И.И.**

**Компьютерная верстка Владимирова С.А.**

Сдано в набор 07.09.2012 г. Подписано в печать 01.10.2012 г. Формат 60х90/16. Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookAC. Печать офсетная. Заказ №409 от 10.09.2012 г. Тираж 300 экз.

**МУП “Бронницкие новости” – Телевидение”**

**140170, Московская область, г.Бронницы,**

**ул.Новобронницкая, д.46.**

**Телефоны: 8 (496) 466-99-37, 8 (496) 464-42-00**

**E-mail: bntv@mail.ru**





