

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Нижегородская государственная медицинская академия
Министерства здравоохранения
Российской Федерации»**

Калашников И.Н., Щербатюк Т.Г.

ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие



Нижний Новгород
2017

Авторы:

Калашников И.Н. – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биологии Нижегородской государственной медицинской академии;

Щербатюк Т.Г. – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии Нижегородской государственной медицинской академии.

Рецензенты:

- 1) Гелашвили Д.Б. – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Национального исследовательского университета.
- 2) Кравченко Г.А. – кандидат биологических наук, доцент кафедры молекулярной биологии и иммунологии Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Национального исследовательского университета.

Учебное пособие содержит информацию об основных разделах биоэкологии и наиболее важных концепциях современной экологии, таких как факториальная и популяционная экология, экология сообществ и экологические стратегии выживания, концепция экологической ниши и адаптивные экотипы человека. В нём также рассматриваются аспекты этногеномики, персонифицированной медицины, здоровья населения, устойчивого развития и экологического кризиса.

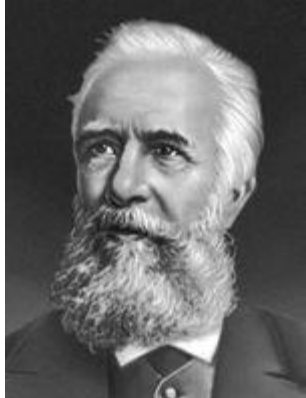
Учебное пособие по основам медицинской экологии и экологии человека может быть использовано студентами биологических факультетов университетов. Данное пособие подготовлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и предназначено для обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам специалитета "Лечебное дело", "Педиатрия", "Медико-профилактическое дело", "Стоматология".

СОДЕРЖАНИЕ

1. Экология как фундаментальная наука.....	4
2. Факториальная экология.....	7
2.1 Среда обитания и экологические факторы.....	7
2.2 Основные закономерности влияния на организм факторов среды.....	8
3. Концепция экологической ниши.....	12
4. Популяционная экология.....	15
4.1 Межвидовые биотические связи в биоценозах.....	15
4.2 Экологические стратегии выживания.....	17
5. Экосистема и биогеоценоз. Биосфера.....	21
6. Экология человека.....	30
6.1 Природа адаптивности и адаптивные экотипы человека.....	30
6.2 Этногеномика и персонализированная медицина.....	35
6.3 Здоровье человека и факторы риска.....	38
7. Экологический кризис.....	41
8. Концепция устойчивого развития.....	46
8.1. Исторический экскурс.....	47
8.2 Сценарии перехода к устойчивому развитию.....	54
Тестовые задания.....	55
Рекомендуемая литература.....	59

1. Экология как фундаментальная наука

Термин «экология» (от греч. «ойкос» — дом, жилище, обиталище) предложил в 1866 г. Эрнст Геккель в капитальном двух томном труде «Всеобщая морфология организмов» для обозначения «общей науки об отношениях организмов с окружающей средой», куда мы относим в широком смысле все «условия существования».

	<p>Эрнст Геккель (Ernst Haeckel) – немецкий биолог, профессор Йенского университета. Один из первых германских зоологов, поддержавших теорию Ч. Дарвина. Геккель разработал теорию гастрюлы, совместно с Ф. Мюллером сформулировал биогенетический закон, построил первое филогенетическое древо животного царства. Ввёл термин «экология», предложил термины «онтогенез» и «филогенез». Он одним из первых описал и вплотную подошел к важным теоретическим обобщениям – экологической нише и консорции, ввел понятие «бентос».</p>
<p>(1834 – 1919)</p>	

Согласно предложенной Геккелем иерархической классификации биологических наук, экология входила в состав физиологии и даже именовалась «физиологией взаимоотношений». Надо сказать, что сам термин «физиология» во времена Геккеля понимался не так, как сейчас: под «физиологией» подразумевали прежде всего изучение динамических характеристик организма и вообще его жизнедеятельности в самом широком смысле слова.

Как более или менее оформленная наука экология стала складываться только в начале XX в., но основы той экологии, с которой мы сталкиваемся сейчас, заложены уже позднее — в 20—40-х гг. Именно в это время экология становится целостной, «осознающей себя» наукой, имеющей собственные объекты и методы исследования, а также собственный концептуальный аппарат.

Экология относится к числу фундаментальных подразделений биологии, исследующей фундаментальные свойства жизни надорганизменного уровня организации. Иными словами, экология изучает совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и

образующих с окружающей средой обитания некое единство (систему), в пределах которого осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества.

Основной *объект исследования* в экологии – это экосистема в целом, как устойчивый комплекс популяций растений, животных и микроорганизмов и населенной ими территории или акватории, включая прилегающий слой атмосферы, а также (в случае наземных или донных экосистем) подстилающий почву грунт и грунтовые воды, если они активно взаимодействуют с почвой, водной массой или с организмами (Федоров, Гильманов, 1980).

Таким образом, можно дать следующее определение экологии: **экология – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания.**

В современной экологии можно выделить *два основных подхода*: экосистемный и популяционный. В первом случае основной упор делается на изучение естественных совокупностей организмов (как правило, относящихся к разным трофическим уровням) и неживых компонентов среды, находящихся в тесной взаимосвязи. Эти совокупности (экосистемы) имеют довольно условные границы, определяемые прежде всего круговоротом основных биогенных элементов, рассматриваемым в определенном пространственно-временном масштабе. В пределах экосистемного подхода можно различать структурное направление, уделяющее основное внимание изучению строения экосистем, и функциональное, делающее упор на изучении происходящих в экосистемах процессов.

Популяционный подход концентрирует основное внимание на изучении популяций — совокупностей особей одного вида, обитающих на определенной территории. Наиболее часто возникающие в рамках популяционного подхода вопросы связаны с выявлением факторов,

ограничивающих распространение тех или иных популяций и рост их численности.

Экология как наука решает следующие *задачи*:

- 1) изучает закономерности взаимодействия организмов со средой их обитания;
- 2) изучает формирование, структуру и функционирование надорганизменных биологических систем (популяции, сообщества);
- 3) исследует законы и принципы взаимодействия надорганизменных биологических систем (популяции, сообщества) с окружающей средой.

Решение задач, стоящих перед экологией, позволит достичь поставленных перед ней целей. *Цели экологии* можно сформулировать следующим образом:

- 1) разработка оптимальных путей взаимодействия общества и природы с учетом законов существования природы;
- 2) прогнозирование последствий воздействия общества на природу с целью предотвращения негативных результатов.

Для решения задач, стоящих перед экологией, она использует следующие методы:

- полевые наблюдения;
- лабораторные эксперименты;
- моделирование.

Экология занимается несколькими уровнями организации жизни: отдельными особями (индивидуумами), популяциями (состоящими из особей одного вида) и сообществами (состоящими из более или менее обширного набора популяций).

В соответствии с вышесказанным, в составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

- *аутэкология (факториальная экология)* – изучает особенности реагирования и взаимодействия видов живых организмов с факторами окружающей среды;
- *демэкология (популяционная экология)* – анализирует структуру и динамику популяций отдельных видов;
- *синэкология (экология сообществ)* – исследует состав и структуру сообществ и экосистем, а также прохождение через сообщества энергии, биогенных элементов и других веществ.

Некоторые авторы (К. Troll, В.Б. Сочава) выделяют еще один раздел экологии – *геоэкологию*. Геоэкология изучает состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и антропогенно преобразованных экосистем высокого уровня организации (от биогеоценоза и выше) (Трофимов В.Т., Зиллинг Д.Г.).

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение экологии как науки. Что является объектом её изучения?
2. Назовите и охарактеризуйте основные подходы и разделы экологии.
3. Сформулируйте цели и задачи экологии на современном этапе развития.
4. Методы экологической науки.

2. Факториальная экология

2.1 Среда обитания и экологические факторы

Среда обитания организма – это совокупность абиотических и биотических условий его жизни. Свойства среды постоянно меняются, и любое существо, чтобы выжить, приспосабливается к этим изменениям.

Воздействие среды воспринимается организмами посредством факторов среды, называемых экологическими.

Экологический фактор – это любой нерасчлняемый далее элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы хотя бы на любой стадии онтогенеза и вызывать у него специфическую приспособительную реакцию.

Выделяют следующие экологические факторы:

1) *Биотические факторы* – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания. Например, хищники регулируют численность своих жертв, животные-опылители влияют на цветковые растения и т. д.

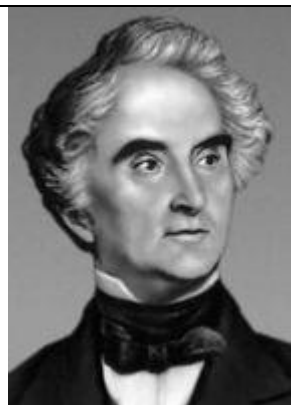
2) *Абиотические факторы* – компоненты и явления неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы. Основными абиотическими факторами среды являются: температура, свет, вода, соленость, газовый состав воздуха, магнитное поле земли, почва.

3) *Антропогенные факторы* – деятельность человека, приводящая либо к прямому воздействию на живые организмы, либо к изменению условий их обитания. Так, продукты некоторых промышленных технологий и радиоактивные вещества способны не только изменить состав и режим атмосферы, гидросферы, литосферы и всей биосферы, но и уничтожить их.

2.2 Основные закономерности влияния на организм факторов среды

Существование и успех любого организма или любой группы организмов зависит от комплекса определенных условий. Любое условие, приближающееся к пределу толерантности (выносливости) или превышающее его, называется лимитирующим фактором. При стационарном состоянии лимитирующим будет то жизненно важное вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму. Эта концепция известна как «Закон минимума» Либиха. Идея о том, что *выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его*

экологических потребностей, впервые была ясно показана в 1840 г. Ю. Либихом.

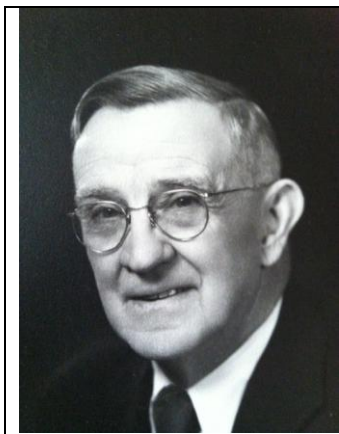


(1803 – 1873)

Юстус Либих (Justus Liebig) – немецкий профессор органической химии. Обосновал теорию минерального питания растений и создал научные основы повышения плодородия почвы. Исследовал роль углекислого газа и связанного азота в физиологии растений. Являясь одним из основоположников агрохимии, вплотную подошел к проблемам экологии. Автор «закона минимума» – одного из основополагающих в факториальной экологии.

Он был первым, кто начал изучение влияния разнообразных факторов на рост растений, установив, что урожай культур часто лимитируется не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, такими, например, как двуокись углерода и вода (поскольку эти вещества обычно присутствуют в среде в изобилии), а теми, которые требуются в ничтожнейших количествах (например, цинк), но которых в почве очень мало. Вывод Либиха о том, что *«рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве»*, стал известен как либиховский «закон минимума».

Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, на что указывал Либих, но и избыток таких, например, факторов, как тепло, свет и вода. Следовательно, организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом; диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть *пределами толерантности*. Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом ввел В. Шелфорд (Shelford, 1913), сформулировавший закон толерантности, который гласит, что *«Лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору»*.



(1877 – 1968)

Виктор Шелфорд (Victor Shelford) – американский эколог, гидробиолог, профессор зоологии Иллинойского университета, основатель и первый президент Экологического общества Америки. Основные труды посвящены биоценологии, теории и терминологии этой науки, методике полевого и лабораторного исследования. Изучал взаимодействие организмов в сообществах, влияние климата на сообщества и сукцессии. Ввёл в биогеографию понятие "биом", обозначающего природную зону со специфическим растительным и животным населением (тундра, бореальные и тропические леса, степь, пустыня).

Чтобы выразить относительную степень толерантности, в экологии существует ряд терминов:

Оптимум – максимально благоприятная область действия экологического фактора, в которой вид имеет наибольшую степень стойкости к изменениям окружающей среды.

Эврибионты – виды, обладающие широкой экологической валентностью (степенью приспособленности) к условиям среды. Многие наземные обитатели умеренных широт способны выдерживать большие сезонные колебания температуры.

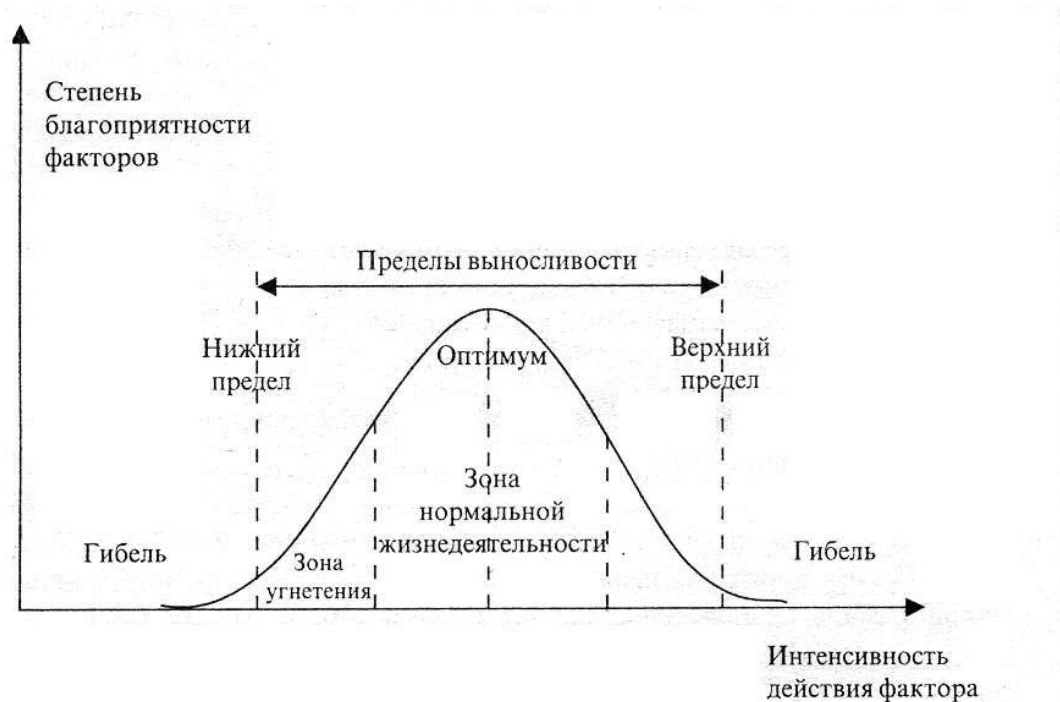
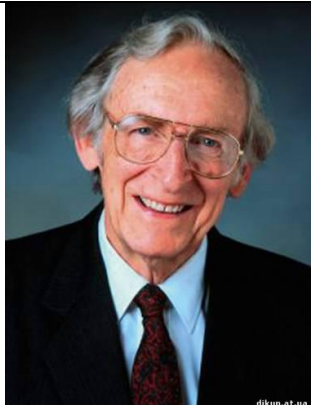


Рис. 1. Графическое изображение закона В. Шелфорда

Стенобионты – виды, обладающие широкой экологической валентностью (степенью приспособленности) к условиям среды.

Ю. Одум отмечает, что организмы не являются лишь рабами физических условий среды; они приспосабливаются сами и изменяют условия среды так, чтобы ослабить лимитирующее влияние температуры, света, влажности и других физических факторов.

	<p>Юджин Одум (Eugene Odum) – американский биолог, один из основоположников современной экологии. Основатель экосистемного подхода в экологии. Автор классического труда «Экология», который многократно (на момент подготовки данного пособия – четырежды) переиздавался. Именно благодаря Одуму экология перешла от исследований на уровне организмов к изучению высшего уровня существования живого – уровня экосистемы. Первым в мире вывел экологию на качественно новую ступень развития – синэкологию, что стимулировало исследования энергетических процессов. Благодаря такому подходу экология начала интенсивно завоевывать место в системе других наук.</p>
<p>(1913 – 2002)</p>	

Виды с широким географическим распространением почти всегда образуют адаптированные к местным условиям популяции, называемые *экотипами*. Их оптимумы и диапазоны толерантности соответствуют местным условиям.

В экологии существует еще несколько основных закономерностей, касающихся экологических факторов:

- *Закон (эффект) компенсации факторов (Рюбель, 1930)*. Отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован каким-либо другим близким (аналогичным) фактором.
- *Закон незаменимости фундаментальных факторов (Вильямс, 1949)*. Полное отсутствие в окружающей среде фундаментальных экологических (физиологических) факторов (света, воды, CO₂, O₂, питательных веществ) не может быть заменено (компенсировано) другими факторами.

- *Закон совокупного действия факторов (Митчерлих-Тинеман-Бауле, 1911)* Величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже и лимитирующего, но от всей совокупности экологических факторов одновременно.
- *Правило взаимодействия факторов.* Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору могут смещаться в зависимости от того, в сочетании с какими другими факторами осуществляется воздействие.

Эффект взаимодействия факторов среды формирует «*комплексные градиенты*», под которыми подразумеваются группы экологических факторов, изменяющихся сопряжённо. Уиттекер (1980) писал, что экологических факторов, которые бы не объединялись в комплексные градиенты, нет.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое среда обитания? Понятие об экологических факторах.
2. Как называют совокупность факторов неорганической среды? Дайте характеристику этих факторов.
3. Как называют совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других?
4. Как называются экологические факторы, ограничивающие развитие организма? Законы минимума Ю. Либиха и толерантности В. Шелфорда.
5. Что понимается под диапазоном толерантности организма?
6. В чем сущность совокупного и изолированного действия экологических факторов? Закон В. Вильямса.

3. Концепция экологической ниши.

Данная концепция возникла, как попытка дать всестороннее описание роли вида в сообществе, определяя все связи между популяциями, сообществом и данной экосистемой. В таком понимании ниша связывает между собой концепции популяции и сообщества, описывая, каким образом

экологические объекты приспособляются друг к другу, образуя устойчивое функционирующее целое и позволяя понять, каким образом даже весьма различные сообщества могут походить друг на друга в самых существенных чертах своей организации.

Очевидно, что каждый из видов имеет свое собственное время пребывания и свое место в сообществе, отличающие его от других видов. В пределах каждого местообитания можно описать позицию вида в пространстве, времени и функциональные связи с природным сообществом, занимающим это местообитание. Позиция вида в сообществе в зависимости от других видов является его *экологической нишей*.

Таким образом, ниша – это термин, употребляемый для обозначения специализации популяции вида внутри сообщества.

Таблица 1

Основные модели экологической ниши

Модель экологической ниши	Автор	Трактовка
Пространственная ниша	Джозеф Гринелл (Joseph Grinnell), 1917	Гринелл понимал нишу как самую мелкую единицу распространения вида, как микроместообитание.
Трофическая ниша	Чарльз Элтон (Charles Elton), 1927	Элтон развивал представления Дарвина об образе жизни вида и его роли в сообществе. Здесь уже важен способ питания
Многомерная ниша	Джордж Хатчинсон (George Hutchinson), 1957	Хатчинсон считал, что ниша может быть определена некоторым числом переменных условий среды в пределах сообщества, к которым виды должны быть приспособлены. Эти переменные включают как биологические показатели, так и небιологические. Переменные служат осями, заключающими в себе абстрактное многомерное пространство, которое мы можем называть пространством ниши.

Экологическую нишу некоторые авторы (Пианка, 1981) определяют как *общую сумму адаптации организменной единицы* или как все разнообразные пути приспособления данной организменной единицы к определенной среде. Как и в случае термина «среда», мы можем говорить о нише особи, популяции или вида. Различие между окружающей средой и нишей организма состоит в том, что последняя отражает способность организма осваивать свою среду и подразумевает пути её фактического использования.

Большой вклад в развитие и уточнение концепции экологической ниши внес отечественный ученый Г.Ф. Гаузе. Представление о том, что два вида не могут длительно сосуществовать в одной нише, известно как *принцип конкурентного исключения Гаузе (1934)*. Он формулируется следующим образом: *«Два вида не могут существовать в одной и той же экологической нише, если их экологические потребности совпадают»*.



(1910 – 1986)

Георгий Францевич Гаузе – советский микробиолог, эколог, эволюционист, академик АМН СССР. Автор фундаментального экологического принципа конкурентного исключения. Лауреат Сталинской премии 1946 года за открытие антибиотика грамицидина С. Гаузе один из трех крупных отечественных биологов (кроме К. Бэра и И.И. Мечникова), кому удалось не только сменить научное направление, но и достичь в нём больших успехов.

Применяя этот принцип к сообществам, можно сделать следующие выводы: 1) Если два вида занимают одну и ту же экологическую нишу в одном стабильном сообществе, то один из них будет вымирать. 2) Нет двух видов в стабильном сообществе, которые являются прямыми конкурентами, ограниченными одним и тем же ресурсом. 3) Сообщество – это система взаимодействующих, дифференцированных по нишам видовых популяций, которые имеют тенденцию дополнять друг друга в большей мере, чем прямо конкурировать за использование пространства сообщества, времени, ресурсов и возможных типов взаимодействий.

В заключении можно отметить, что концепция ниши – абстракция, дающая нам возможность лучше представлять себе эволюционные и экологические факторы, воздействующие на биологию того или иного вида. Если известны фундаментальные ниши видов, входящих в данное сообщество, то можно делать предсказания относительно интенсивности конкуренции и её возможных исходов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологическая ниша?
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные модели экологической ниши.
3. В чём причина конкурентной борьбы за экологическую нишу и суть принципа Гаузе?
4. Значение концепции экологической ниши для экологии?

4. Популяционная экология

4.1 Межвидовые биотические связи в биоценозах

Взаимодействия популяций двух видов теоретически можно выразить в виде следующих комбинаций символов 00, --, ++, +0, -0 и +/- . Три из них ++, - - и +/-) в свою очередь обычно подразделяются, и в результате мы получаем девять основных типов взаимодействий (табл.2):

Таблица 2

Анализ взаимодействий популяций двух видов

№	Тип взаимодействия	Виды		Общий характер взаимодействия	Пример
		1	2		
1	2	3	4	5	6
1.	Нейтрализм	0	0	Ни одна популяция не влияет на другую	Дятел и крот
2.	Интерференционная конкуренция	-	-	Прямое взаимное подавление обоих видов	Морские желуди на каменистых субстратах в прибрежной зоне
3.	Эксплуатационная конкуренция	-	-	Непрямое подавление при дефиците общего ресурса	Кузнечики, конкурирующие за пищу

1	2	3	4	5	6
4.	Аменсализм	-	0	Популяция (2) подавляет популяцию (1), но сама не испытывает отрицательного воздействия	Светолюбивые растения травы в лесу
5.	Паразитизм	+	-	Популяция паразита (1) состоит из меньших по величине особей, чем популяция хозяина (2)	Малярия, африканская сонная болезнь
6.	Хищничество	+	-	Особи хищников (1) обычно крупнее, чем особи жертв (2)	Лисицы, пауки
7.	Комменсализм	+	0	Популяция (1), комменсал, получает пользу от объединения; популяции (2) это объединение безразлично	Рыбы прилипалы
8.	Протокооперация	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно	Распространение семян растений птицами
9.	Мутуализм	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно	Бактерии в рубце жвачных животных

где: 0 означает отсутствие значимых взаимодействий;

+ означает улучшение роста, выживания и другие выгоды для популяции;

- означает замедление роста и ухудшение других характеристик.

К *отрицательным* типам взаимодействия обычно относят конкуренцию, аменсализм, паразитизм и хищничество, поскольку взаимовлияние не позволяет полностью раскрыть свои возможности каждому из видов.


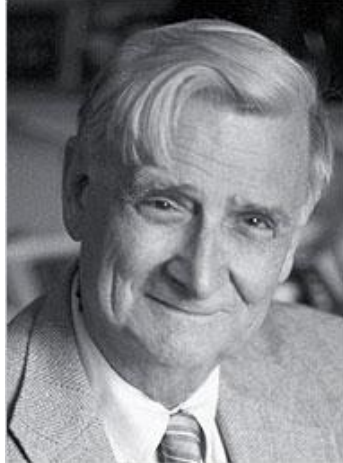
К *положительным* видам взаимодействия Ю. Одум относит комменсализм, протокооперацию и мутуализм.

Многие экологи считают, что в стабильных экосистемах отрицательные и положительные взаимодействия должны находиться в равновесии.

4.2 Экологические стратегии выживания

Экологическая стратегия выживания – это комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства.

В современной экологии большое значение имеет концепция r- и K-отбора, выдвинутая первоначально Мак-Артуром и Уилсоном (MacArthur, Wilson, 1967) и развитая Пианкой (Pianka, 1970).

 <p>(1930 – 1972)</p>	<p>Роберт МакАртур (Robert MacArthur) – американский эколог, профессор Пенсильванского и Принстонского университетов.</p> <p>Один из основоположников современной географической и эволюционной экологии. Наиболее известен благодаря созданной совместно с Э. Уилсоном равновесной теории островной биогеографии, которая изменила области биогеографии и привело к развитию современной ландшафтной экологии. Также МакАртур объединил идеи экологии, генетики и биогеографии и заложил основы математического изучения популяций, разработав прогностические модели для экосистем.</p>
 <p>(1929 – по наст. время)</p>	<p>Эдвард Уилсон (Edward Wilson) – американский эколог, профессор зоологии Гарвардского университета. Уилсон известен своими исследованиями, посвященными поведению и экологии муравьев. Основоположник теории островной биогеографии и один из основателей социобиологии, занимающейся изучением биологических основ социального поведения животных и человека.</p>
 <p>(1939 – по наст. время)</p>	<p>Эрик Пианка (Eric Pianka) – американский биолог, эколог, герпетолог, ученик Р. МакАртура. Профессор зоологии Техасского университета. Широко известен своими исследованиям ящериц Австралии. Является одним из основоположников эволюционной экологии.</p>

Буквы относятся к параметрам логистического уравнения и означают, что r-отбор благоприятствует организмам с быстрым размножением, в то

время как К-отбор – вносящим основной вклад в будущее популяции при её предельной плотности (К). Следовательно, данная концепция исходит из существовании двух противоположенных типов местообитаний: связанных с r- и К-отбором.

Под популяциями, подверженными К-отбору, подразумевают существующие либо в неизменных, либо в предсказуемых сезонных местообитаниях, подвергающихся только слабым воздействиям случайных колебаний параметров среды. Как следствие, возникают плотные популяции достаточно постоянного размера. Среди взрослых особей здесь наблюдается интенсивная конкуренция, результаты которой в значительной степени определяют их выживаемость и плодовитость. Молодь в таком густозаселенном местообитании также должна конкурировать за выживание и у неё мало шансов достичь половой зрелости. Эти местообитания в связи с интенсивной конкуренцией благоприятствуют размерам и родителей и потомства.

Следовательно, можно предполагать, что организм, сформированным К-отбором, присущи более крупный размер, отсрочка размножения, полицикличность (т.е. более растянутое во времени размножение), меньшая доля ресурсов, направляемых на размножение, и более крупное (а следовательно, и менее обильное) потомство, окруженное большей родительской заботой. В качестве примеров типичных К-стратегов можно привести слонов, тигров, человека.



Рис. 2. Слоны – типичные К-стратеги

В противоположность этому считают, что популяции, формируемые r-отбором, существуют в непредсказуемых и временных местообитаниях.

У этих популяций благоприятные периоды быстрого роста в отсутствие конкуренции (либо при изменении параметров среды в благоприятную

сторону, либо при заселении только что возникшего эфемерного, т.е. временного биотопа¹) перемежаются неблагоприятными периодами неизбежной гибели (либо при неожиданном ухудшении условий, либо при полном истощении или исчезновении эфемерного биотопа). Следовательно, смертность взрослых и молоди сильно и непредсказуемо колеблется и часто не связана с плотностью популяции, размером и состоянием отдельных организмов. Это местообитание нейтрально в отношении размера и родителей, и потомства.

Неудивительно, что для организмов, подверженных *r*-отбору, прогнозируется более мелкий размер, ускоренное созревание, более высокая доля ресурсов, направляемая на размножение, и более мелкое, (а, следовательно, и более многочисленное) потомство. Они мало расходуют на выживание, которое значительно колеблется в зависимости от непредсказуемых флуктуаций среды обитания. К *r*-стратегам относятся тли, бактерии.

Очевидно, что *r*-виды (точнее, виды, сформированные *r*-отбором) будут иметь преимущество на ранних этапах сукцессии², при заселении новых местообитаний, в молодых, не очень богатых видами сообществах, тогда как *K*-виды будут иметь преимущество в сложившихся зрелых сообществах, где для выживания любого вида определяющей является



Рис. 3. Тля – классический пример *r*-вида

система биотических отношений.

Таким образом, *r*/*K*-концепция рассматривает два противоположенных типа особей (популяций, видов), предсказывая связь организмов *r*-типа со средой, вызывающей *r*-отбор, а организмов

¹ Биотоп – участок среды с более или менее однородными условиями существования, сформировавшимся в результате воздействия биоценоза на экотоп (см. разд. 4).

² Сукцессия (от лат. *succesio* — преемственность, наследование) – постепенные необратимые изменения состава и структуры сообщества, вызываемые внутренними (автогенная сукцессия) или внешними (аллогенная сукцессия) причинами (Миркин и др, 1989)

K-типа – со средой, вызывающей *K*-отбор.

Это представление возникло (MacArthur, Wilson, 1967) на основе различий между видами, способными быстро и успешно заселять относительно «свободные» острова (*r*-виды), и видами, процветающими на густонаселенных островах (*K*-виды).

Конечно, не следует забывать, что выделение *r*- и *K*-стратегий в чистом виде есть условность. На самом деле каждый существующий на земле вид организмов испытывал и испытывает некоторую комбинацию *r*- и *K*-отбора, т. е. оставляемые отбором особи должны обладать как достаточно высокой плодовитостью, так и достаточно развитой способностью выжить при наличии конкуренции и пресса хищников. Но ясно также, что за любое эволюционное приобретение организму приходится чем-то «расплачиваться». Наличие довольно жестких ограничений, накладываемых на каждый организм его физиологическими и морфологическими особенностями, не позволяет преуспевать ему одновременно по всем направлениям. Так, например, нельзя иметь очень высокую плодовитость, продуцируя при этом потомков крупных, хорошо защищенных и снабженных большим количеством питательных веществ. Между количеством и качеством потомков приходится выбирать: эти свойства оказываются альтернативными, давая тем самым исходный материал для дивергенции в направлении *r*- или *K*-стратегии.

Концепция *r*- и *K*-отбора позволяет выявлять разные типы стратегий и ранжировать виды по величинам *r* и *K* в пределах любой группы организмов, как таксономической (например, среди семейства сложноцветных или среди отряда грызунов), так и экологической (например, в сообществе луговой растительности или среди озерного зоопланктона).

Вопросы для самоконтроля

1. В чём состоят отрицательные взаимодействия между видами?

Приведите примеры.

2. Какие межвидовые биотические взаимодействия в биоценозах являются положительными? Приведите примеры.
3. Что такое экологическая стратегия выживания и в чём заключается её суть?
4. Типы экологических стратегий выживания.

5. Экосистема и биогеоценоз. Биосфера

Термин «экосистема» ввёл в 1935 году английский эколог Артур Джордж Тенсли (1871-1955), который утверждал, что экосистема является основной природной единицей на земной поверхности, для нее характерен биотический круговорот веществ с участием продуцентов, консументов, и редуцентов.

Экосистема, по А. Тенсли, – это *«совокупность комплексов организмов с комплексом физических факторов его окружения, т. е. факторов местообитания в широком смысле»*. Для экосистем характерен разного рода обмен не только между организмами, но и между организмами и средой их обитания, иначе называемый круговоротом веществ.

Экосистема – сообщество и его среда, рассматриваемые совместно как функциональная система, образующая единое целое и характеризующаяся присущими ей потоком энергии и круговоротом вещества (Уиттекер, 1980).

С точки зрения *трофической структуры* экосистему можно разделить на два яруса: 1) верхний *автотрофный* (самостоятельно питающийся) ярус, или «зеленый пояс», включающий растения и цианобактерии (сине-зеленые водоросли), содержащие хлорофилл, где преобладают фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений и накопление сложных органических соединений, и 2) нижний *гетеротрофный* (питаемый другими) ярус, или «коричневый пояс» почв и осадков, разлагающихся веществ, корней и т. д., в котором преобладают использование, трансформация и разложение сложных соединений.

С биологической точки зрения в составе экосистемы удобно выделять следующие компоненты: 1) *неорганические вещества* (С, N, CO₂, H₂O и др.), включающиеся в круговороты; 2) *органические соединения* (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т. д.), связывающие биотическую и абиотическую части; 3) *воздушную, водную и субстратную среду*, включающую *климатический режим* и другие физические факторы; 4) *продуцентов*, автотрофных организмов, к которым относятся зеленые растения и сине-зеленые водоросли, которые могут производить пищу из простых неорганических веществ; 5) *консументов* – гетеротрофных организмов, питающихся продуцентами. Консументы первого порядка – растительоядные, консументы второго и более порядков – плотоядные; 6) *деструкторов или редуцентов* – организмов, разлагающих органические остатки до неорганического состояния. Редуценты осуществляют обратную связь в круговороте веществ. Это бактерии и грибы. Относятся либо к гетеротрофам, либо выделяются в отдельный класс организмов, осуществляющих обратную связь между органическим и неорганическим веществом.

Питаясь друг другом, живые организмы образуют *цепи питания*. Последовательность организмов, в которой каждый предыдущий организм служит пищей последующему, называется *пищевой цепью*. Каждое звено такой цепи представляет *трофический уровень*. В пищевой цепи редко бывает больше 4-5 трофических уровней.

Различают два типа пищевых цепей: *пастбищные (автотрофные)*, в которых в качестве первого звена выступают фотосинтезирующие организмы (трава – корова – человек; трава – заяц – лисица; фитопланктон – зоопланктон – окунь – щука), и *детритные (гетеротрофные)*, в которых первое звено представлено мёртвым органическим веществом, служащим пищей детритофагам (опавший лист – дождевой червь – скворец – сокол). Пищевые цепи в водных экосистемах, как правило, более длинные, чем в наземных. Примеры пищевых цепей приведены в табл. 3.

Поскольку большинство организмов имеет широкую диету (т.е. могут использовать в пищу организмы разных видов), то в реальных экосистемах функционируют не пищевые цепи, а *пищевые сети*. К примеру, тли поедаются личинками и жуками божьих коровок, пауками и даже насекомоядными птицами. Дуб является пищей для сотен членистоногих, нематод, паразитических грибов и т.д. Его желудями питаются птицы и мелкие млекопитающие. Это не исключает наличия некоторого количества монофагов, специализированных лишь на поедании лишь отдельных органов (завязей, плодов, листьев и др.) растений одного вида. Формирование пищевых сетей – один из важных факторов повышения устойчивости экосистем.

Таблица 3

Примеры пищевых цепей

Тип пищевой цепи	Трофический уровень					
	I	II	III	IV	V	VI
Пастбищная	Естественные экосистемы					
	растение	заяц	лисица	беркут		
	фито-планктон (водоросли)	растительноядный зоопланктон (рачки, коловратки)	плотоядный зоопланктон (циклопы)	плотва	окунь	щука
	Сельскохозяйственные экосистемы					
	пшеница	корова	человек			
	пшеница	человек				
Детритная	детрит	дождевой червь	скворец	сокол		
	детрит	термит	муравей			

Различают *три типа* природных экосистем. *Первый тип* – наземные, или биомы³. Их классифицируют по типу растительности: тундра, тайга, широколиственные леса, степи, саванны, пустыни. *Второй тип* – пресноводные экосистемы. Их классифицируют по физическим свойствам

³ Биом – это крупная региональная или субконтинентальная биосистема, характеризующаяся каким-либо основным типом растительности или другой особенностью ландшафта (Ю. Одум, 1986).

воды: стоячие воды (озера, пруды, водохранилища); текущие воды (реки, ручьи); заболоченные угодья (болота, болотистые леса). *Третий тип* - морские экосистемы: открытый океан, эстуарии - прибрежные воды (бухты, лиманы, устья рек), глубоководные зоны мирового океана с высокой биомассой живых организмов. На рис. 4 представлены основные наземные экосистемы.

Несколько позже, в 1942 году русский ученый Владимир Николаевич Сукачёв (1880-1967) предложил термин «биогеоценоз».

Данное понятие было предложено В.Н. Сукачёвым первоначально в противовес понятию «экосистема», которое в соответствии с менталитетом науки того времени считалось буржуазным. Однако со временем стало очевидно, что понятие «биогеоценоз» не может заменить понятие «экосистема».

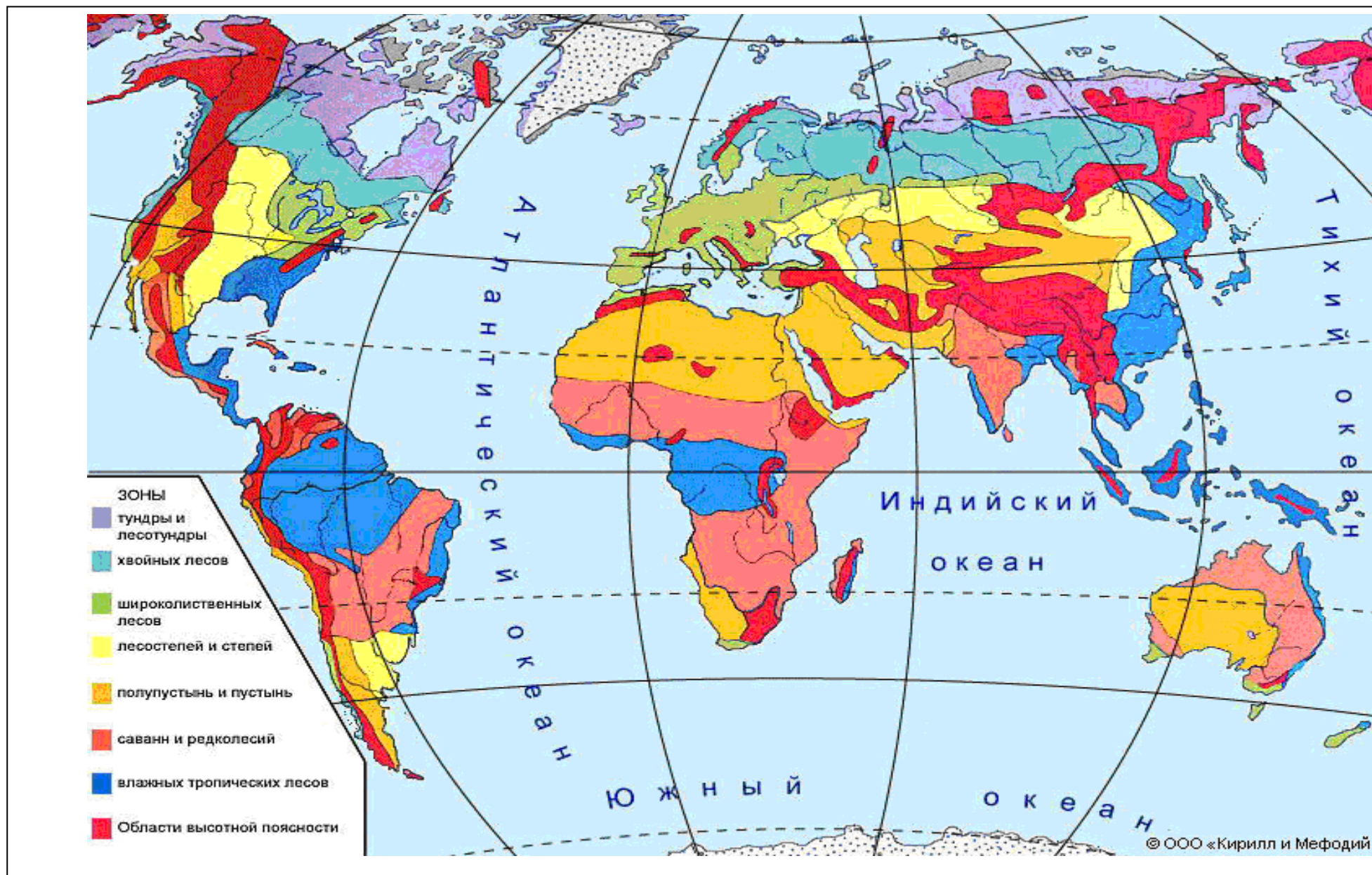


Рис. 4. Основные экосистемы суши

Биогеоценоз – однородный участок земной поверхности с определённым составом живых (биоценоз) и косных (приземный слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, объединённых обменом вещества и энергии в единый природный комплекс.

Биогеоценоз состоит из двух блоков: биоценоз и экотоп.

Биоценоз – исторически сложившееся сообщество взаимосвязанных организмов, живущих на каком-либо участке суши или водоёма. В состав биоценоза входит зооценоз, фитоценоз и микробиоценоз, т.е. соответственно сообщество животных, растений и микроорганизмов.

Под *экотопом* понимается определённая территория или акватория со всем набором и особенностями грунта, климата и других факторов в неизменённом организмами виде. *Биотоп* — преобразованный биотой экотоп или, более точно, участок территории, однородный по условиям жизни для определённых видов растений или животных, или же для формирования определённого биоценоза.

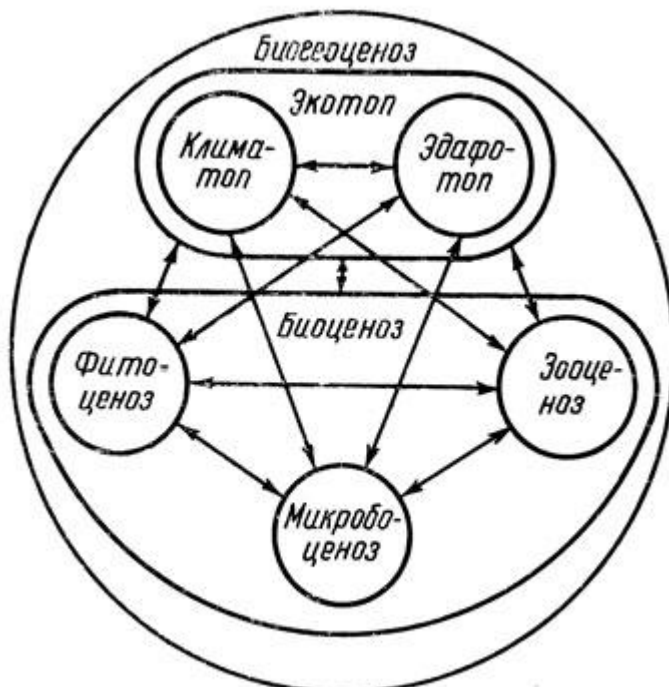


Рис. 5. Схема биогеоценоза по В.Н. Сукачеву

Большинство ученых, в частности Ю. Одум, не считают отличия между понятиями "биогеоценоз" и "экосистема" существенными и ставят знак

равенства между приведенными понятиями, подразумевая под экосистемой биоценоз, образующий вкупе с биотопом (экотопом) биогеоценоз. Это оправданно еще и тем, что термин «экосистема» широко применяется в смежных науках, особенно природоохранного содержания.

Однако ряд российских ученых не разделяют этого мнения, видя определенные отличия биогеоценоза от экосистемы.

Различия между экосистемой и биогеоценозом можно свести к следующим положениям:

1) *биогеоценоз - понятие территориальное*, относится к конкретным участкам суши и имеет определенные границы, совпадающие с границами фитоценоза. Характерная особенность биогеоценоза, на которую указывают Н.В. Тимофеев-Ресовский и А.Н. Тюрюканов – через территорию биогеоценоза не проходит ни одна существенная биоценозотическая, почвенно-геохимическая, геоморфологическая и микроклиматическая граница.

2) *понятие экосистемы шире, чем понятие биогеоценоза*, оно применимо к биологическим системам разной сложности и размеров; экосистемы часто не имеют определенного объема и строгих границ;

3) *в биогеоценозе органическое вещество всегда продуцируют растения*, поэтому основной компонент биогеоценоза – фитоценоз; в экосистемах органическое вещество не всегда создается живыми организмами, нередко поступает извне (приносится течением – озеро, море; вносится человеком – сельскохозяйственные угодья, переносится ветром или осадками – растительные остатки на эродированных склонах гор).

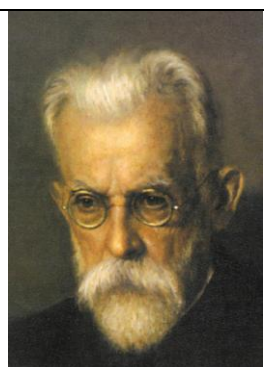
4) *биогеоценоз потенциально бессмертен*; существование экосистемы может закончиться с прекращением прихода в нее вещества или энергии.

5) *экосистема может быть и наземным и водным образованием*; биогеоценоз всегда наземная или мелководная экосистема.

б) в биогеоценозе всегда должен быть единый эдификатор⁴, определяющий всю жизнь и строй системы; в экосистеме их может быть несколько.

Таким образом, не каждая экосистема является биогеоценозом, но **каждый биогеоценоз – экосистема.**

Единой экосистемой нашей планеты является биосфера. Термин «биосфера» был предложен австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом в 1875 году, но фундаментальное учение о биосфере было создано академиком В.И. Вернадским.



(1863 – 1945)

Владимир Иванович Вернадский – крупнейший русский ученый XX века. Труды В.И. Вернадского заложили основы новых наук: радиогеология, биогеохимия, биосферология и ноосферология, науковедение, генетическая минералогия и кристаллография. Автор учения о биосфере и её эволюции. Разработал концепцию ноосферы. В последней прижизненной публикации «Несколько слов о ноосфере» (1944 г.) обосновал условия перехода в ноосферу.

Биосфера по В.И. Вернадскому это «область существования живого вещества», т.е. область жизни на Земле. *Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.* В.И. Вернадский выделял в составе биосферы семь разных типов веществ.

Живое вещество – все количество живых организмов планеты как единое целое.

Косное вещество – неживые тела, образующиеся в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов. (породы магматического и метаморфического происхождения)

Биокосное вещество – представляют собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почвы, илы)

Биогенное вещество – неживые вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности живых организмов (некоторые осадочные породы: мел, известняк, нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы)

⁴ Эдификатор – вид, который своей жизнедеятельностью в наибольшей степени формируют среду обитания, предопределяя существование других организмов.

Радиоактивное вещество – атомы радиоактивных элементов (уран, торий, радий, радон)

Рассеянные атомы – отдельные атомы элементов, встречающиеся в природе в рассеянном состоянии (Mn, Co, Zn, Cu, Au)

Вещество космического происхождения – вещество, поступающее на поверхность Земли из космоса (метеориты, космическая пыль).

Одним из условий, обеспечивающих устойчивость биосферы, помимо многообразия живых организмов, является наличие круговорота веществ в биосфере.

Круговорот веществ – многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере.

В зависимости от движущей силы выделяют геологический, биологический и антропогенный круговороты. До происхождения человека на Земле осуществлялись только первые два.

Геологический круговорот (большой круговорот веществ в природе) – круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы. Круговорот воды и циркуляция атмосферы.

Биологический (биогеохимический) круговорот (малый круговорот веществ в биосфере) – круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность живых организмов.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части:

1. *Резервный фонд* - это часть вещества, не связанная с живыми организмами;
2. *Обменный фонд* - значительно меньшая часть вещества, которая связана прямым обменом между организмами и их непосредственным окружением.

В зависимости от расположения резервного фонда биогеохимические круговороты можно разделить на два типа:

1. *Круговороты газового типа* с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота);
2. *Круговороты осадочного типа* с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа).

Антропогенный круговорот – круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность человека.

Имеет следующие особенности:

1. Отличается от биотического своей *не замкнутостью*;
2. Изменяет общепланетарный круговорот веществ, резко ускоряя его;
3. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, а на выходе – производственные и бытовые отходы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под экосистемой?
2. Пищевые взаимоотношения организмов и трофическая структура экосистемы.
3. Какие три типа природных экосистем принято выделять?
4. Понятие биогеоценоза и его структура.
5. Назовите основные отличия биогеоценоза от экосистемы.
6. Какие типы веществ в биосфере выделял В.И. Вернадский?
7. Охарактеризуйте основные виды круговоротов веществ в биосфере.

6. Экология человека

6.1 Природа адаптивности и адаптивные экотипы человека

Человек как вид характеризуется огромной изменчивостью морфологических и физиологических признаков. Можно предположить, что изменчивость в человеческих популяциях нарастала по мере заселения земного шара. Также можно говорить о различных возможностях приспособления к географической среде обитания.

Адаптивный тип независим от расовой и этнической принадлежности. В одних и тех же геоклиматических условиях разные по происхождению группы имеют одно и то же направление приспособительных реакций, так же как в различных условиях обитания близкие в генетическом

отношении группы демонстрируют морфофункциональные различия в соответствии с воздействием окружающей среды.

Адаптивные типы, проявляясь в пределах вида *Homo sapiens*, не представляют собой экологически специализированных форм, они выражаются в виде тенденции к изменению физиологических и морфологических черт в направлении, наиболее благоприятном для существования в определенной среде и не препятствующем возможности существования в других экологических нишах.

Адаптивный тип – это определенная норма реакции на преобладающие условия обитания.

Норма реакции проявляется в развитии комплекса признаков, обеспечивающих лучшую биологическую приспособляемость человека к определенной физической среде:


1. *морфофункциональные;*
2. *биохимические;*
3. *иммунологические.*

В комплекс адаптивных признаков включают:

1. общие признаки:
 - а) костно-мышечная масса тела;
 - б) количество иммунных белков в сыворотке крови;
2. специфические признаки в каком-либо регионе обусловлены:
 - а) гипоксией (недостаток кислорода);
 - б) жарой;
 - в) холодом и т.д.

Общие элементы обеспечивают повышение сопротивляемости организма к неблагоприятным условиям среды, а сочетание специфических признаков определяет формирование адаптивного типа человека.

Выделяют следующие адаптивные типы людей (Алексеева Т.И., 1998):

	<p>Татьяна Ивановна Алексеева – антрополог, профессор МГУ, академик РАН. Крупный специалист в области физической антропологии и экологии человека. Является автором концепции формирования «адаптивных типов» как нормы наследственно закрепленной биологической реакции на воздействие среды обитания и проявляющейся в различные периоды истории человечества вплоть до современности.</p>
<p>(1928 – 2007)</p>	

1) Тропический адаптивный тип

Формируется под влиянием жаркого и влажного климата и характеризуется:

- а) уменьшение массы тела;
- б) удлинение конечностей;
- в) уменьшение окружности грудной клетки;
- г) интенсивное потоотделение;
- д) пониженная концентрация холестерина в крови;
- е) пониженный обмен веществ и синтез жиров.



Данный адаптивный тип характеризует большую часть населения планеты, поэтому для него характерна исключительно широкая вариабельность в расовом, этническом, экономическом отношениях.

2) Аридный адаптивный тип

- а) высокий рост и малая масса тела;
- б) понижение кровяного давления
- в) повышение уровня гемоглобина и гематокрита
- г) понижение метаболической активности и увеличение удельной поверхности испарения.



3) *Высокогорный адаптивный тип.*

Основную роль в формировании данного типа играет средовой фактор – гипоксия. Признаки данного типа:

- а) удлиненные трубчатые кости скелета;
- б) расширение грудной клетки;
- в) увеличенное содержание в крови эритроцитов и гемоглобина;
- г) повышенный уровень основного обмена

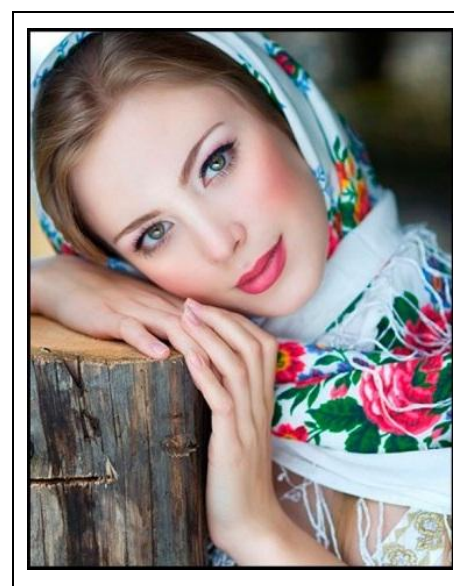


У коренных жителей Перу количество эритроцитов увеличено на 30 % в сравнении с лицами, живущими на уровне моря.

4) *Адаптивный тип умеренного пояса*

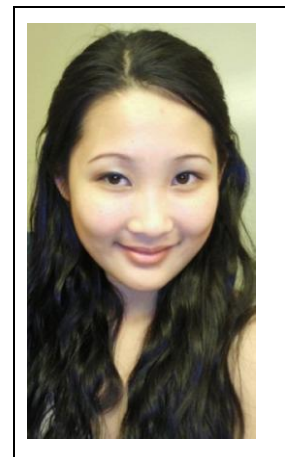
Занимает промежуточное положение между арктическим и тропическим. Биологические механизмы данного типа определить весьма трудно, т.к. большая часть населения проживает в промышленно развитых странах с большей долей городского населения, что резко уменьшает прямое влияние факторов естественной среды на население. Температура и влажность воздуха не достигают экстремальных величин, хорошо выражен сезонный ритм биоклиматических условий.

Повышена масса и плотность тела, укорочены ноги, массивная грудная клетка, особенно у женщин. Теплопродукция выше, чем в тропиках, но ниже, чем в Арктике, скорость метаболизма средняя между тропиками и Арктикой.



5) *Континентальный адаптивный тип*

Характеристики данного адаптивного типа: широкие плечи и таз, повышенная масса и плотность тела, плоская грудная клетка, массивный скелет, сильно развитая мускулатура, минерализация скелета понижена, теплопродукция повышена, выше скорость основного обмена, уровень гемоглобина как у арктического типа, уровень белков и липидов схож с умеренным типом



б) *Арктический адаптивный тип*

В его формировании решающую роль оказали холодный климат и преимущественно животная пища, люди данного типа отличаются:

а) сильно развитой костно-мышечной системой тела;

б) широкой грудной клеткой;

в) высоким уровнем гемоглобина в крови;

г) усиленным энергетическим обменом;

д) стабильностью показателей в условиях переохлаждения.



При переохлаждении у канадских индейцев резко падает температура кожи, но уровень обмена веществ меняется незначительно, а у европейского населения наоборот наблюдается меньшая степень снижения кожной температуры, но интенсивнее становится обмен веществ, который проявляется в сильной дрожи.

Адаптивные типы формировались независимо от расы и только в связи с приспособлением к конкретным условиям среды, а так же на основе приспособительных механизмов вида, определяемых генофондом *Homo sapiens*.

Существование адаптивных типов свидетельствует о значительной экологической пластичности человека, которая была основной предпосылкой расселения человека на планете.

В практической деятельности врача непременно учитываются диапазон адаптивных свойств человека, его функциональные резервы, факторы, влияющие на физиологические перестройки и границы допустимости их воздействия на человека, а так же механизмы, вызывающие нарушение функций. Несмотря на то, что все люди принадлежат к одному виду они обладают сугубо индивидуальными качествами, в т.ч. и разными адаптационными возможностями. Это должно учитываться и в медицинской практике и обеспечиваться индивидуальным подходом к каждому пациенту.

6.2 Этногеномика и персонализированная медицина

Этногеномика – это раздел популяционной генетики, изучающий особенности геномного полиморфизма и геномного разнообразия отдельных популяций, этносов и реконструкция на этой основе их генетической истории.

Огромное множество полиморфных ДНК-маркёров, выявленных при расшифровке генома человека, стало мощным инструментом для описания на новом уровне генетических особенностей народов; восстановления истории их формирования, а также становления человека как биологического вида в целом.

В настоящее время для изучения генофонда и генетической истории популяций человека наиболее широко применяют однонуклеотидные замены (SNPs) микросателлиты (STR) и Alu-повторы. Особую роль играют маркёры митохондриальной ДНК и ДНК Y-хромосомы, поскольку они позволяют проследить генетическую историю человечества отдельно по женской и мужской линиям. Это дает возможности проследить и сопоставить историю женской и мужской части популяции и оценить их вклад в популяционный генофонд.

Идея персонализации, т.е. понимание необходимости индивидуального подхода к каждому пациенту, существовала с самого начала развития медицины. Еще Гиппократ говорил, что необходимо «давать разные лекарства разным пациентам; что хорошо для одного, может не быть полезным для другого». Эта мысль в различных вариациях проходит через всё развитие медицины, подчеркивая необходимость «лечить не болезнь, а больного», давать пациенту «правильное, то есть нужное именно ему лекарство в правильных дозах». Для этого врачи вплоть до последнего десятилетия ориентировались помимо основного диагноза на единственно доступные индивидуальные характеристики пациентов, такие как возраст, масса тела, сопутствующие заболевания, биохимические показатели, семейный анамнез, позволяющий оценить риск наследственной заболеваемости. В течение курса лечения прослеживали его эффективность для каждого пациента, т.е. осуществляли мониторинг на основании доступных клинических, а впоследствии и лабораторных критериев с возможной коррекцией путём эмпирических попыток изменения схем лечения. Описанный подход – клинический мониторинг – широко распространён на практике и в настоящее время.

Персонализированную медицину определяют как *«быстро развивающуюся область здравоохранения, основанную на интегрированном, координированном и индивидуальном для каждого пациента подходе к анализу возникновения и течения заболевания».*

Согласно определению Совета по развитию науки и техники при президенте США, персонализированная медицина подразумевает *«адаптацию терапевтического лечения к индивидуальным особенностям каждого пациента, чтобы выделить субпопуляции, отличающиеся по своей предрасположенности к определенному заболеванию или их ответу на конкретное лечение».* Профилактическое или терапевтическое лечение можно затем использовать для тех, кому оно принесёт пользу, экономя

расходы и избавляя от побочных эффектов тех, кому это лечение не принесет пользы.

Цель персонализированной медицины состоит в том, чтобы «найти подходящий лекарственный препарат для конкретного больного, и в некоторых случаях даже разработать схему лечения пациента в соответствии с его индивидуальными данными». Необходимость этого обусловлена тем, что традиционные, создаваемые для лечения конкретного заболевания лекарственные препараты, оказываются неэффективными для 30-60% пациентов наряду с высокой частотой возникновения побочных эффектов.

Основные подходы персонализированной медицины включают в себя следующие направления:

1. предсказания на основе геномных данных вероятности возникновения того или иного заболевания с последующей разработкой профилактической индивидуальной схемы;
2. переход от традиционной клинической к персонализированной диагностик заболевания с учётом индивидуальных показателей пациента, в т.ч. биомаркёров различной молекулярной природы, с последующим сохранением биоматериала в течении всей его жизни;
3. выбор тактики лечения с учетом индивидуальных показателей пациентов, в том числе мониторинг лечения посредством биомаркёров, так называемая тераностика⁵;
4. фармакологические аспекты, включающие индивидуальный подбор лекарственных средств путем сочетания геномных предсказаний и терапевтического лекарственного мониторинга.

Решающим шагом в создании персонализированной медицины стала расшифровка генома человека. Появилась возможность получать научную информацию об индивидуальных особенностях конкретного пациента, что

⁵ Тераностика – новый подход, заключающийся в одновременном создании медицинского препарата и средств ранней диагностике соответствующего заболевания.

позволяет определять характер возникновения и течения заболевания, а также реакцию на определенные виды лечения.

Следует полагать, что большинство перспективных исследований в области персонализированной медицины будут основаны на данных постгеномных технологий – протеомики, транскриптомики⁶, метаболомики⁷.

6.3 Здоровье человека и факторы риска

Здоровье является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов. Это определение приводится в Преамбуле к Уставу Всемирной организации здравоохранения, принятому Международной конференцией здравоохранения (Нью-Йорк, 1946).

Состояние здоровья населения все чаще признается показателем конечного экологического эффекта воздействия природных и антропогенных факторов на людей. При этом имеются ввиду как негативные, так и позитивные и защитные взаимодействия. Существует много определений и моделей здоровья, но нет одной общепринятой. Приведем лишь одну из последних (рис.4), предложенную голландским ученым С. Varkevisser (1995), которая хотя и весьма схематична, но дает четкое представление о широте спектра подлежащих рассмотрению и оценке взаимодействий. Следует иметь в виду, что в понятие физическая среда в данной модели автором, как очевидно, включены не только природные, но и антропогенные физические и химические факторы. К сожалению, по ряду причин (определяемых уровнем современных знаний, состоянием экологической и медицинской статистики, степенью доступности необходимой информации и др.) не все эти

⁶ Транскриптомика – дисциплина, изучающая всю совокупность транскрибируемых последовательностей (мРНК, рРНК и тРНК, разнообразные малые некодирующие РНК), а также происходящие с ними процессы (Васильев Г.В.).

⁷ Метаболомика – изучение полного состава метаболитов, продуцируемых данным видом во всех его тканях и на всех стадиях роста.

взаимодействия могут быть исследованы и оценены с достаточной полнотой, прежде всего в количественном отношении.

Необходимо помнить, что на состояние индивидуального и общественного (популяционного) здоровья и заболеваемость населения могут оказывать прямое и косвенное (опосредованное) влияние десятки (если не сотни) тысяч факторов риска.

Фактор риска – общее название факторов, не являющихся непосредственной причиной определённой болезни, но увеличивающих вероятность её возникновения.

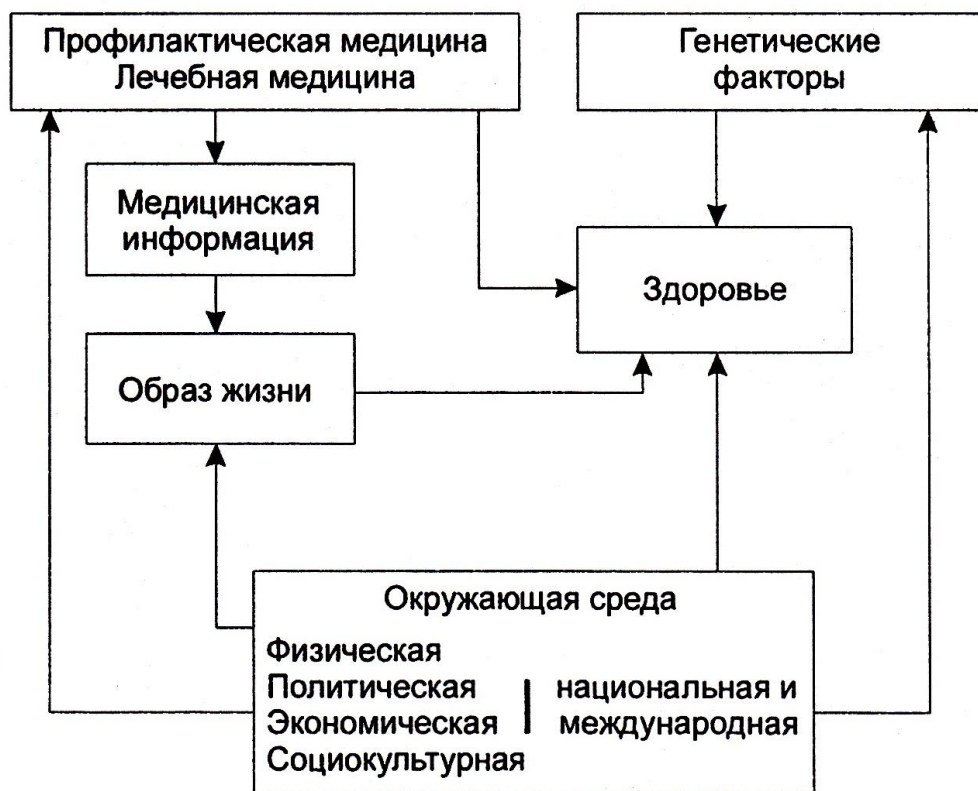


Рис.6. Модель здоровья по С. Varkevisser

Обычно выделяют биологические, экологические и социальные факторы риска.

Осложняет ситуацию тот факт, что в настоящее время нет общепризнанных данных о долевом вкладе различных факторов в формирование индивидуального и популяционного здоровья людей. В качестве примера можно привести данные (табл. 4) отечественных авторов

Лисицына Ю. П. и Вайнера Э. Н., касающихся факторов риска и их значений для здоровья населения России.

Таблица 4

Группировка факторов риска и их значения для здоровья

Группы факторов риска	Факторы риска	Значение для здоровья, %
<i>Биологические факторы</i>		
Генетика, биология человека	Наследственная и приобретённая в ходе индивидуального развития предрасположенность к заболеваниям	15 – 20
<i>Экологические факторы</i>		
Состояние окружающей среды	Загрязнение воздуха, воды, почвы, продуктов питания, резкая смена погодных явлений, повышенный уровень радиационного, магнитного и других излучений	20 – 25
<i>Социальные факторы</i>		
Условия и образ жизни	Курение, употребление алкоголя и наркотиков, неправильное питание, недостаток сна, стрессовые ситуации, гипо- и гипердинамия, вредные условия труда, плохие материально-бытовые условия, непрочность семьи, высокий уровень урбанизации	<u>50 – 55</u>
Медицинское обеспечение	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи, несвоевременность её оказания	10 – 15

Особое внимание необходимо обратить на социальные факторы риска, особенно на условия и образ жизни, так как их доля влияния на здоровье населения оказывается максимальной.

Вредные привычки, например курение – фактор риска возникновения бронхо-лёгочных и сердечно-сосудистых заболеваний. Употребление алкоголя – фактор риска развития алкоголизма, болезней печени, сердца и т.д. В связи с этим возрастает роль здорового образа жизни как основы профилактики заболеваний.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие адаптивного типа и комплекс адаптивных признаков.

2. Перечислите и кратко охарактеризуйте адаптивные экотипы человека по классификации Т. И. Алексеевой.
3. Этногеномика и её методы.
4. Понятие персонализированной медицины и её основные подходы.
5. Понятие здоровья и факторов риска. Группы факторов риска.

7. Экологический кризис

Экологический кризис – это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производственных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы. Кризис является обратимым состоянием системы, в ходе которого она может вернуться в нормальное состояние.

В предыстории и истории человечества выделяют следующие экологические кризисы (Реймерс, 1992):

- 1) *Доантропогенный экологический кризис аридизации* – изменение среды обитания живых существ, вызвавшее возникновение прямоходящих антропоидов – непосредственных предков человека.
- 2) *Кризис обеднения ресурсов промысла и собирательства* – относительное обеднение доступных примитивному человеку ресурсов промысла и собирательства, обусловившее стихийные биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для её лучшего и более раннего роста.
- 3) *Первый антропогенный экологический кризис (консументов, перепромысла)* – массовое уничтожение (перепромысел) крупных животных
- 4) *Кризис примитивного земледелия* – засоление почв и деградация примитивного поливного земледелия, недостаточности его для растущего народонаселения Земли приведший к преимущественному развитию неполивного земледелия.

5) *Второй антропогенный экологический кризис (продуцентов)* – кризис массового уничтожения и нехватки растительных ресурсов, связанный с бурным развитием производительных сил общества.

6) *Современный глобальный кризис редуцентов (загрязнения) и угрозы нехватки минеральных ресурсов* – редуценты не успевают очищать биосферу от антропогенных продуктов или потенциально не способны это сделать в силу неприродного характера выбрасываемых синтетических веществ.

Почти одновременно с «кризисом редуцентов» наступают два других экологических напряжения – термодинамическое и снижения надежности крупных экологических систем.

7) *Глобальный термодинамический (тепловой) кризис* – связан с экологическими ограничениями производства энергии в приземном слое.

8) *Глобальный кризис надежности экологических систем* – связан с нарушением природного экологического равновесия.

Термодинамический кризис вызывает климатические изменения в биосфере, связанные с парниковым эффектом, возникающим из-за загрязнения атмосферы парниковыми газами. Растущее потребление энергии и выделение парниковых газов грозит планете глобальной экологической катастрофой. Может произойти повышение уровня Мирового океана и затопление прибрежных земель и многих крупных городов. Выброс газов в атмосферу ведет еще к двум опасностям – выпадению кислотных осадков и разрушению озонового слоя.

Основные причины экологического кризиса:

1. Безудержный рост населения Земли
2. Несовершенные сельскохозяйственные и промышленные технологии
3. Антропоцентричное мировоззрение

Выделяют два уровня экологического кризиса:

Локальный экологический кризис – местное повышение уровня загрязнений химических, тепловых, шумовых, электромагнитных за счет близко расположенных источников.

Глобальный экологический кризис – следствие всей совокупности хозяйственной деятельности цивилизации; проявляется в изменении характеристик природной среды в масштабах планеты; опасен для всего населения Земли.

В результате нарастания самоускоряющихся негативных процессов (демографического взрыва, уничтожения биологических видов и целых экосистем, истощения природных ресурсов, а также загрязнения окружающей природной среды) биосфера оказалась в состоянии экологического кризиса и даже более того – на грани экологической катастрофы. Пути выхода из экологического кризиса по Петрову:



Рис.7. Схема экологического кризиса и путей выхода из него

Экологическая катастрофа – 1) сравнительно быстро происходящая цепь событий, приведшая к труднообратимым или необратимым процессам дегградации природы и/или её загрязнению, делающая невозможным

хозяйство любого типа; 2) крупная авария техногенного устройства или опасная хозяйственная акция, приведшие к остронеприятным изменениям в среде и, как правило, массовой гибели живых организмов и экономическому ущербу. Катастрофа связана с разрушением механизмов регуляции, поддерживавших прежнее состояние системы, и переходом в иное качество. Катастрофа – необратимое явление, человек тут вынужденно пассивная, страдающая сторона, он не может изменить ситуацию.

Существует еще несколько негативных состояний окружающей среды:

Экологический коллапс – практически необратимое природно-антропогенное явление, исключающее возможность самого существования человека и организмов в образовавшейся среде. Коллапс — необратимое изменение, приводящее к разрушению существовавшей системы как таковой.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

В 1900 г. естественные экосистемы суши были разрушены на 20%, а сейчас – уже на 63%. Прогноз на будущее еще более неблагоприятен. Если брать в расчет соотношение урбано-, агро- и натурценозов, то можно наблюдать тенденцию уменьшения сельскохозяйственных угодий и ненарушенных экосистем и увеличение площади антропогенных ландшафтов. Вот как это иллюстрируется на диаграммах (табл. 3,4)

Таблица 5

Современное соотношение ценозов

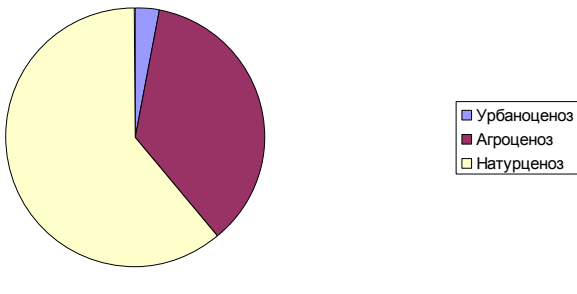
<p>Современное соотношение ценозов:</p> <p><u>3% или 4 млн. кв. км.</u> - урбаноценозы (антропогенные ландшафты)</p> <p><u>36% или 48 млн. кв. км.</u> - агроценозы (с/х угодья)</p> <p><u>61% или 82 млн. кв. км.</u> – натурценозы (ненарушенные или частично нарушенные земли)</p>	<p style="text-align: center;">Соотношение ценозов в настоящий момент</p>  <p>Legend: ■ Урбаноценоз ■ Агроценоз ■ Натурценоз</p>
---	--

Таблица 6

Прогнозируемое соотношение ценозов

<p>Прогноз на 2070 год:</p> <p><u>14% или 19 млн кв. км.</u> – урбаноценозы (антропогенные ландшафты)</p> <p><u>31% или 41,5 млн. кв. км.</u> – агроценозы (с/х угодья)</p> <p><u>55% или 73,7 млн. кв. км.</u> – натурценозы (ненарушенные или частично нарушенные земли)</p>	<p style="text-align: center;">Ожидаемое соотношение ценозов к 2070 году</p>  <p>Legend: ■ Урбаноценоз ■ Агроценоз ■ Натурценоз</p>
--	---

Основные причины деградации биосферы:

- 1) Чрезмерное изъятие живых и минеральных ресурсов планеты;
- 2) Загрязнение биосферы ксенобиотиками и другими техногенными отходами человеческой деятельности, для которых в настоящее время не разработаны способы переработки и утилизации.

Также было показано, что биосфера может сохранять устойчивость при изъятии примерно до 1% чистой первичной ее продукции, в то время как на современном этапе развития человечество извлекает примерно 20% (Горшков В.Б.).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологический кризис и история глобальных экологических кризисов человечества по Н.Ф. Реймерсу.
2. Основные причины экологического кризиса и пути выхода из него.
3. Экологический риск и экологическая катастрофа: понятие, характеристика, примеры.
4. Экологический коллапс.

8. Концепция устойчивого развития



SUSTAINABLE DEVELOPMENT
MAKING THE CONNECTION

XX век был трагическим для биосферы: вследствие бурного роста народонаселения и повышения уровня энерговооруженности человека резко усилилось его влияние на природу. Обозначились кризисные явления, способные при дальнейшем развитии привести биосферу к экологическому коллапсу: возрастает уровень загрязнения окружающей среды, истощаются ресурсы – энергетические, минеральные, биологические.

Сложившаяся ситуация вызвала озабоченность мирового сообщества и, как её следствие, – появление представлений об устойчивом развитии, под которым понимается *экологически ориентированный уклад жизни, обеспечивающий благоприятные условия жизни как для нынешнего поколения, так и для потомков.*

Концепция устойчивого развития базируется на четырёх основных составляющих:

- 1) вопросы регулирования роста народонаселения;

- 2) обеспечения ресурсами;
- 3) обеспечения энергией;
- 4) продовольственная безопасность.

8.1. Исторический экскурс

В 1945 году была основана Организация Объединенных Наций (ООН), главной задачей которой была консолидация мирового сообщества. В том же году при ООН была создана ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), задачей которой было решение продовольственной проблемы народонаселения Земли. В 1946 г. была создана ЮНЕСКО – Организация ООН по вопросам образования, науки и культуры со штаб-квартирой в Париже. Одним из главных направлений деятельности ЮНЕСКО стала охрана окружающей среды. Через два года по инициативе ЮНЕСКО возник Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) – межправительственная научно-консультативная организация, имеющая целью сохранение природных богатств Земли. В 1961 г. возник WWF – Всемирный фонд дикой природы,

Интернет адреса основных организаций в области охраны окружающей среды.

ЮНЕСКО <http://www.unesco.org/>
ЮНЕП <http://www.un.org/ru/ga/unep/>
МСОП <http://www.iucn.org/>
МАГАТЭ <http://www.un.org/ru/ga/iaea/>
ВОЗ <http://www.who.int/ru/>
WWF <http://www.wwf.ru/>
ВМО http://www.wmo.int/pages/index_ru.html
ФАО <http://www.fao.org/home/ru/>

деятельность которого помогла сохранить множество видов, находящихся на грани полного уничтожения (в том числе и в РФ). В 1966 г. МСОП опубликовал первую международную Красную книгу, с 1964 по 1974 гг. под

эгидой ЮНЕСКО были осуществлены Международные биологические программы, внесшие большой вклад в познание структуры и функционирование экосистем, их продуктивности, описание редких видов, а также в оценку антропогенного воздействия на биосферу.

В начале 1970-х активно продолжался процесс принятия международных документов, направленных на охрану окружающей среды и биоразнообразия: Брюссельская (1971), Рамсарская (1972), Парижская (1973), Вашингтонская (1973), Лондонская (1978) конвенции.

Однако все, что было сделано в этот период, касалось частных вопросов охраны природы и рационального природопользования. Накопленные знания и опыт организации природоохранных мероприятий позволили в эти годы приступить к формулированию глобальных проблем оптимизации отношений человечества и природы.

Стокгольмская конференция.



В июне 1972 г. в Стокгольме прошла Конференция ООН по вопросам охраны природы. Это был первый крупный международный форум экологической направленности, в котором приняло участие 113 стран. 5 июня была принята «Декларация об охране окружающей среды» (этот день стал международным Днём охраны окружающей среды).

Генеральный секретарь Стокгольмской конференции Морис Стронг сформулировал понятие «экоразвитие», которое является синонимом сменившего его позже клише «устойчивое развитие». Под экоразвитием Стронг предлагал понимать экологически ориентированное социально-экономическое развитие. На этой же конференции была создана специальная структура – Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), задачей которой была разработка рекомендаций по наиболее острым проблемам преодоления экологического кризиса.

В Стокгольмской декларации были сформулированы пять принципов экоразвития:

1. человек имеет право на благоприятные условия жизни в окружающей среде;

2. природные ресурсы Земли и особенно репрезентативные образцы естественных экосистем должны быть сохранены на благо нынешнего и будущих поколений;
3. должна поддерживаться способность Земли воспроизводить жизненно важные ресурсы;
4. человек несет особую ответственность за сохранение и разумное управление продуктами живой природы и её среды, что должно быть положено в основу планирования экономического развития;
5. невозполнимые ресурсы Земли должны использоваться так, чтобы обеспечит их защиту от истощения в будущем.

Римский клуб.

В эти же годы возможности построения общества устойчивого развития активно исследует Римский клуб – неправительственная организация, которая была создана в 1968 г. под руководством крупного экономиста-футуролога Аурелио Печчеи (1909-1984). Клуб объединил представителей разных стран и разных культур и заказывал разработку прогнозов решения глобальных проблем различными учеными.

Наиболее известным стал подготовленный Деннисом и Доннелой Медоузами доклад «Пределы роста», опубликованный в тот же год, когда состоялась конференция в Стокгольме. В данном документе были обоснованы положения об исчерпаемости ресурсов и «энтропийной ловушке», т.е. неизбежности выбрасывания в окружающую среду возрастающего количества загрязнения. Различные виды ресурсов, по мнению авторов доклада, будут исчерпаны в ближайшие 20-100 лет, одновременно за этот же период загрязнение достигнет уровня, который резко ухудшит состояние биосферы и затруднит жизнь людей. Авторы доклада сравнивали человечество с самоубийцей, которому невозможно помочь до тех пор, пока он не откажется от своего намерения: «Человечество



продолжает вести себя как самоубийца, и больше не имеет смысла аргументировать что-либо самоубийце, готовому выпрыгнуть из окна».

В докладе подчеркивалось, что рост населения и производства взаимно ускоряют друг друга, придают ему экспоненциальный характер, выводят из равновесия всю глобальную систему, результатом чего станет экологический апокалипсис.

Выводы Медоузов были неверны в своей основе, так как игнорировались региональные различия разных цивилизаций и не учитывалась обратная связь, которая неизбежно возникает между обществом и состоянием окружающей среды. Кроме того, основная рекомендация Медоузов – остановить рост народонаселения была воспринята реально мыслящими политиками как невыполнимая. В то же время у прогнозов Медоузов появились горячие сторонники, в частности, среди российских экологов, стоящие на позициях консерватизма.

Спустя два года М. Месарович и Э. Пестель (1974) опубликовали доклад «Человечество на перепутье», в котором были преодолены крайности доклада «Пределы роста»: вместо приостановления роста народонаселения предлагался «ограниченный рост», который, по существу, соответствовал пониманию устойчивого развития». Кроме того, в этой работе мир был разделен на десять регионов, различающихся по экологически значимым параметрам (обеспеченности ресурсами, социально-политическим системам, уровню развития хозяйства, особенностям национальных культур).

В 1992 г. (в год форума в Рио-де-Жанейро) Д. Медоуз с соавторами опубликовали новую работу «За пределами роста». В этой работе они сформулировали свой вариант представлений об устойчивом развитии. Ими была предложена формула глобального развития:

$$I = PAT,$$

где I – нагрузка на окружающую среду; P – население; A – благосостояние; T – технология.

В этой книге были учтены региональные различия и подчеркнуто, что каждая часть мирового сообщества может внести свой вклад в улучшение экологической обстановки: «Юг» - за счет снижения рождаемости; «Запад» - преодолением потребительства, «Восток» - экологически ориентированными технологическими усовершенствованиями.



Авторы этого доклада весьма скептически относятся к возможностям экологизации стиля жизни за счёт рыночных механизмов и считают обязательным государственное регулирование рынка с «подталкиванием» его к решению задач сохранения окружающей среды.

Доклад «Наше общее будущее». Понятие «устойчивое развитие» появилось в 1980 г. в докладе «Всемирная стратегия охраны природы», представленная Международным союзом охраны природы и природных ресурсов, а в обиход вошло после публикации доклада «Наше общее будущее» (1987), подготовленное Комиссией ООН по окружающей среде и развитию (Комиссией Брунтланд). В составлении и обсуждении этого доклада приняли участие 823 специалиста и 84 организации. Из отечественных ученых в подготовке этого важного документа принимали участие академики Н.Н. Моисеев, В.Е. Соколов, В.А. Легасов, Р.З. Сагдеев, Ю.А. Израэль, И.Т. Фролов.

Представления об устойчивом развитии, разработанные Комиссией Брунтланд, стали основой документов, принятых на Международной конференции по окружающей среде и развитию в 1992 г. в Рио-де-Жанейро.

«Рио – 92»

Конференция в Рио-де-Жанейро в 1992 г. (Саммит Земли) была наиболее крупным событием в истории международного сотрудничества. В этом грандиозном форуме участвовало 172 страны, до 40 тыс. человек (делегация из России состояла из 160 человек), ход работы форума освещали 2000 журналистов.

В документах Саммита Земли устойчивое развитие определяется *как развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводящий к деградационным изменениям окружающей среды.*

На этой конференции были приняты Заявление о принципах глобального консенсуса по управлению, сохранению и устойчивому развитию всех видов лесов, Рамочная конвенция об изменении климата и Конвенция о биологическом разнообразии.

В документах «Рио-92» последовательно проводилась идея о том, что мировое сообщество должно приблизиться к введению системы цен на все виды ресурсов с полным учетом ущерба, наносимого окружающей среде и будущим поколениям, а также к применению квот на загрязнение среды. Всем странам было предложено разработать свои собственные программы действий с учетом местной специфики – локальные «Повестки дня на XXI век».



«Рио+10»

В 2002 г. в Йоханнесбурге состоялся форум «Рио+10», главной целью которого было переводение в практическую плоскость планов экологического обустройства мира, намеченных на форуме «Рио-92». Итогом его стали Политическая декларация и согласованный план действий, в котором выделены приоритеты совместных усилий мирового сообщества.

Намечены новые рубежи на пути к устойчивому развитию, причем центр тяжести перенесен с экологических проблем на экономические. За прошедшие десять лет стало очевидно, что сохранение биосферы невозможно при сложившемся вопиющем неравенстве уровня жизни в разных странах. Борьба с бедностью стала лейтмотивом Саммита.

«Рио+20»

Конференция ООН по устойчивому развитию «Рио+20», которая прошла 20–22 июня 2012 года в Рио-де-Жанейро, по прогнозам экспертов должна была стать поворотным пунктом устойчивого развития планеты.

Конференция была организована в связи с 20-летием Конференции ООН по окружающей среде и развитию 1992 года, также проходившей в Рио-де-Жанейро, а также 10-летием Всемирного саммита по устойчивому развитию (World Summit on Sustainable Development — WSSD) в Йоханнесбурге в 2002 году.

В докладе Европейской экономической комиссии и Программы развития ООН (ПРООН) «От переходного периода к трансформации: устойчивое и всеобъемлющее развитие в Европе и Центральной Азии», подготовленном к конференции



«Рио+20», подчеркивается значимость именно социальной размерности устойчивого развития, а в качестве основной парадигмы развития принимается такая размерность, как «человеческое измерение» (Human Dimension). Три параметра положены в основу данного видения:

- 1) истощение природных ресурсов;
- 2) деградация окружающей среды;
- 3) бедность и неравенство.

В документе подчеркивается, что между целями искоренения бедности и целями устойчивого развития существует взаимосвязь и взаимодействие и что достижение устойчивого развития уменьшит влияние деградации окружающей среды именно на бедное население.

В преддверии конференции «Рио+20» был опубликован доклад ПРООН о человеческом развитии «Устойчивость и равенство: лучшее будущее для

всех». Основная идея доклада заключается в том, что устойчивость неразрывно связана с обеспечением равных возможностей для всех, а именно с вопросами моральной и правовой справедливости и расширением доступа к более качественной жизни.

8.2 Сценарии перехода к устойчивому развитию

Устойчивое развитие – это некая сверхзадача человечества, решение которой создаст возможности благополучной жизни ныне живущих и будущих поколений. Сценарий развития человечества в направлении создания общества устойчивого развития разными футурологами видится совершенно по-разному. Все разнообразие видения будущего можно свести к трем основным сценариям:

1. сциентистский – возможность решения любых проблем будущего за счет развития науки;
2. консервационистский – восстановление естественной природы при резком снижении численности народонаселения;
3. центристский – «золотая середина» между двумя первыми сценариями.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие устойчивого развития. Его основные составляющие.
2. Правительственные и неправительственные природоохранные организации.
3. Сценарии перехода к устойчивому развитию.

Тестовые задания

Выберите один правильный ответ.

1. Термин «экология» предложил:

- а) А. Тенсли;
- б) Э. Геккель;
- в) Ч. Дарвин;
- г) В. Шелфорд.

2. Раздел экологии, изучающий сообщества организмов, называется:

- а) популяционная экология;
- б) синэкология;
- в) геоэкология;
- г) аутэкология.

3. Биоценозом называется:

- а) совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок суши или водоёма;
- б) организмы, относящиеся к одному трофическому уровню;
- в) область распространения отдельных таксонов, биотических сообществ и сходных природных условий;
- г) природный географический комплекс, определяемый как сравнительно небольшой специфичный и однородный участок земной поверхности, ограниченный естественными рубежами.

4. Продуцентами называют:

- а) организмы, питающиеся органическими веществами;
- б) организмы, использующие для построения своего тела CO_2 в качестве единственного или главного источника углерода;
- в) организмы, питающиеся мертвым органическим веществом;
- г) организмы в ходе своей жизнедеятельности превращающие органические остатки в неорганические вещества.

5. Термин «биогеоценоз» ввёл в науку:

- а) Ю. Либих;
- б) В.И. Вернадский;
- в) В.Н. Сукачёв;
- г) Д.Н. Кашкаров.

6. Любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой поддерживается круговорот веществ, называется:

- а) экотопом;
- б) экосистемой;
- в) биотопом;
- г) биоценозом.

7. Крупное региональное наземное сообщество, занимающее большие пространства суши, имеющее характерную структуру растительности, что и определяет облик всего сообщества, называется:

- а) биота;
- б) биом;
<ли>в) фитоценоз;- г) бентос.

8. Допущение вероятности причинения вреда природной среде ради достижения экономического или экологического эффекта, называется:

- а) экологический коллапс;
- б) экологический кризис;
- в) экологический риск;
- г) экологическая катастрофа.

9. Как называется документ, принятый конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году?

- а) Экологическая хартия;
- б) Повестка дня на XXI век;
- в) Наше общее будущее;
- г) Трудности человечества.

Впишите правильный ответ.

10. Раздел экологии, изучающий видовые особенности реагирования организмов и популяций на действие различных экологических факторов, называется...

11. Область распространения отдельных таксонов, биотических сообществ и сходных природных условий называется...

12. Область распространения жизни на Земле, состав, структура и энергетика которой определяется прошлой или современной деятельностью живых организмов, называется...

13. Вид, который в наибольшей степени формирует характерную для сообщества среду называется....

14. Последовательная смена во времени одних сообществ организмов другими на определённом участке земной поверхности называется...

Выберите несколько правильных ответов.

15. Какие из нижеперечисленных международных организаций имеют непосредственное отношение к охране окружающей природной среды и здоровья человека?

- а) Балтийская ассамблея;
- б) ВОЗ;
- в) Европейский союз;
- г) МСОП.

16. Какие из нижеперечисленных характеристик относятся к r-стратегии выживания:

- а) медленно размножающиеся, но более конкурентоспособные особи;
- б) быстро расселяющиеся, но малоустойчивые популяции
- в) населяют стабильные местообитания;
- г) быстро размножающиеся, но менее конкурентоспособные особи

17. Какие типы веществ выделяют в биосфере по классификации В.И. Вернадского:

- а) косное;
- б) простое;
- в) живое;
- г) биокосное.

Установите соответствия.

18. Поставьте в соответствие синонимичные названия структурных элементов в биогеоценозе:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) эдафотоп | а) атмосфера |
| 2) зооценоз | б) почва |
| 3) климатотоп | в) растения |
| 4) микробоценоз | г) микроорганизмы |
| 5) фитоценоз | д) животные |

19. Объедините в пары живые организмы из разных столбцов, занимающие одинаковые трофические уровни в пищевых цепях:

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1) рысь | а) жук-навозник |
| 2) слон | б) эвкалипт |
| 3) осока | в) кобра |
| 4) подберёзовик | г) яблоневая плодожорка |

20. Укажите автора термина биосфера и год его введения в науку. Установите соответствия.

- | | |
|--------------------|---------|
| 1) В.И. Вернадский | а) 1866 |
| 2) Э. Зюсс | б) 1875 |
| 3) Р. Мак-Артур | в) 1942 |
| 4) В.Н. Сукачёв. | г) 1935 |

Ответы к тестам:

- 1) б
- 2) б
- 3) а
- 4) б
- 5) в
- 6) б
- 7) б
- 8) в
- 9) б
- 10) аутэкология
- 11) ареал
- 12) биосфера
- 13) эдификатор
- 14) сукцессия
- 15) б, г
- 16) б, г
- 17) а, в, г
- 18) 1б, 2д, 3а, 4г, 5в
- 19) 1в, 2г, 3б, 4а
- 20) 2б

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Биология: учебник. В 2-х кн. Кн. 2/ под ред. В. Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 560с.
2. Келлер А.А. Кувакин В.И. Медицинская экология. – СПб.: «Петроградский и К», 1998. – 256с.
3. Хаскин В.В., Акимова Т.А., Трифонова Т.А. Экология человека: Учеб. пособие. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008. – 367с.

Дополнительная литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. М.: Мир, 1989.
2. Гиляров А.М. Популяционная экология: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1990 – 191с.
3. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев, 1989 – 406с.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Курс лекций по устойчивому развитию, Библиотека журнала «экология и жизнь», 2005. – 248 с.
5. Одум Ю. Экология. В 2-х т. М.: Мир, 1986.
6. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) – М.: Изд-во «Россия молодая», 1994.
7. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. – 396 с.
8. Уиттекер Р. Х. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980 – 327с.
9. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980 – 464с.
10. Шилов И.А. Экология: учебник для биол. и мед. спец. вузов. М.: Высшая шк., 1998 – 512с.