

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.03 Экология**

**Направление подготовки (специальность) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**Профиль образовательной программы «Автоматизированные системы обработки информации и управления»**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Экология как наука. Основные понятия и законы экологии.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Понятие «среда обитания». Закономерности факторов среды.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Лекция № 3 Основные характеристики популяции. Структура и гомеостаз популяций.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Лекция № 4 Стратегии популяционного развития. Экологические стратегии растений и животных.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5 Лекция № 5 Понятия «биоценоз». Видовая и пространственная структура биоценоза.....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Лекция № 6 Экосистемы. Структура, продуктивность и динамика экосистем.....</b>	<b>21</b>
<b>1.7 Лекция № 7 Биосфера и ее особенности. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Понятие «ноосфера».....</b>	<b>24</b>
<b>1.8 Лекция № 8 Глобальные последствия влияния человека на биосферу. Защита окружающей природной среды.....</b>	<b>29</b>
<b>1.9 Лекция № 9 Окружающая среда и экологические аспекты здоровья населения.....</b>	<b>32</b>
<b>2. Методические материалы по проведению практических занятий.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Экология как наука. Основные понятия и законы экологии.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Понятие «среда обитания». Закономерности факторов среды.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Основные характеристики популяции. Структура и гомеостаз популяций.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 Стратегии популяционного развития. Экологические стратегии растений и животных.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Понятия «биоценоз». Видовая и пространственная структура биоценоза.....</b>	<b>36</b>
<b>2.6 Практическое занятие № ПЗ-6 Экосистемы. Структура, продуктивность и динамика экосистем.....</b>	<b>37</b>
<b>2.7 Практическое занятие № ПЗ-7 Глобальные последствия влияния человека на биосферу. Защита окружающей природной среды.....</b>	<b>37</b>
<b>2.8 Практическое занятие № ПЗ-8 Окружающая среда и экологические аспекты здоровья населения.....</b>	<b>38</b>

# **1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

## **1.1 Лекция № 1 ( 2 часа).**

**Тема:** «Экология как наука. Основные понятия и законы экологии»

### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Цели и задачи экологии.
2. Основные разделы экологии
3. Методы экологии: наблюдения, эксперимента, математического моделирования и др.
4. Американский эколог Б. Коммонер и сформулированные им законы экологии.

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

Всеобщая экология — наука методологическая, создающая общенаучные методы познания действительности, ее выводы находят применение в различных областях практической деятельности.

В соответствии с этим основными задачами экологии являются:

- постижение законов функционирования и развития биосфера как целостной системы;
- изучение реакций компонентов окружающей среды на возмущающие воздействия естественного и антропогенного происхождения;
- определение допустимых пределов воздействия человеческой цивилизации на окружающую среду;
- разработка концептуальных представлений и рекомендаций относительно путей развития общества, которые гарантировали бы соблюдение пределов воздействия на окружающую среду, существование и развитие последней.

В экологии как науке должен осуществляться синтез научных дисциплин — биологии, геологии, физики, химии, географии, экономики, социологии, математического моделирования, правоведения и др. Экологические проблемы требуют широкого философского осмысления, создания новых этических концепций. В экологии сложнейшие научные построения соседствуют с прикладными вопросами, которые требуют немедленного решения.

Таким образом, экология — не просто научная дисциплина, она представляет собой проблемно ориентированную систему научных знаний.

Экология — наука о взаимоотношениях организмов и среды их обитания. Основной традиционной частью экологии как биологической науки является общая экология, которая изучает общие закономерности взаимоотношений живых организмов и среды (включая человека). В составе общей экологии выделяют основные разделы:

– **аутэкология**, исследует связи отдельного организма (вида, особи) с окружающей его средой;

– **популяционная экология** (демэкология), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов. Популяционную экологию рассматривают и как специальный раздел аутэкологии;

– **синэкология** (биоценология) изучает взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой.

**Географическая экология** (геоэкология) – раздел экологии, изучающий экологические закономерности географических процессов в экосистемах высоких уровней иерархии (сушки, морских и пресных вод, высокогорий и др.); сюда же относится и геохимическая экология.

Задача – изучать закономерности адаптации организмов и их сообществ к окружающей среде, саморегуляцию, устойчивость систем и биосфера. Общую экологию называют биоэкологией.

На стыке экологии с другими отраслями знаний продолжается развитие новых направлений: социальная, инженерная, математическая, сельскохозяйственная, космическая, геоэкология.

Методы экологии подразделяются на полевые (изучение жизни организмов и их сообществ в естественных условиях, т. е. длительное наблюдение в природе с помощью различной аппаратуры) и экспериментальные (эксперименты в стационарных лабораториях, где имеется возможность не только варьировать, но и строго контролировать влияние на живые организмы любых факторов по заданной программе). При этом экологи оперируют не только биологическими, но и современными физическими и химическими методами, используют моделирование биологических явлений, т. е. воспроизведение в искусственных экосистемах различных процессов, происходящих в живой природе. Посредством моделирования можно изучить поведение любой системы с целью оценки возможных последствий применения различных стратегий и методов управления ресурсами, т. е. для экологического прогнозирования.

Для изучения и прогнозирования природных процессов широко используется также метод математического моделирования. Такие модели экосистем строятся на основе многочисленных сведений, накопленных в полевых и лабораторных условиях. При этом правильно построенные математические модели помогают увидеть то, что трудно или невозможно проверить в эксперименте. Однако сама по себе математическая модель не может служить абсолютным доказательством правильности той или иной гипотезы, но она служит одним из путей анализа реальности.

Сочетание полевых и экспериментальных методов исследования позволяет экологу выяснить все аспекты взаимоотношений между живыми организмами и многочисленными факторами окружающей среды, что позволит не только восстановить динамическое равновесие природы, но и управлять экосистемами.

Американский эколог Барри Коммонер является автором ряда книг и известным социальным и политическим активистом. Коммонер родился в 1917 году. Он учился в Гарвардском университете и получил степень доктора в области биологии в 1941 году. Основной темой своей работы, Коммонер как биолог, избрал проблему разрушения озонового слоя.

Коммонер достаточно радикален в выборе решения многих проблем загрязнения окружающей среды.

Он является решительным сторонником использования возобновляемых источников энергии, особенно солнечной энергии, которая может децентрализовать энергопотребление предприятий и использовать свет в качестве альтернативного источника энергии для большинства потребителей.

Сформулированные американским экологом Б. Коммонером (1974 г.) в свободной беллетристической форме законы (не в том строгом смысле, как это принято в естествознании):

1) «Все связано со всем»; это означает, что живая динамика сложных и разветвленных экологических цепей образует, в конечном итоге, единую высокосвязанную систему; в абстрактном варианте это утверждение повторяет известное диалектико-материалистическое положение о всеобщей связи вещей и явлений; на более конкретном уровне оно выступает как обобщение кибернетического характера;

2) «Все должно куда-то деваться»; это неформальная перефразировка фундаментального физического закона сохранения материи; здесь Коммонер ставит одну из最难нейших проблем прикладной экологии – проблему ассимиляции биосферой отходов человеческой цивилизации;

3) «Природа знает лучше»; этот закон вызывает в литературе наибольшую критику; это положение распадается на два относительно независимых тезиса: первый, солидаризирующийся с известным не о руссоистским лозунгом «Назад к природе», который сегодня не может быть принят как нереалистичный; второй, связанный с призывом к осторожности в обращении с природными экосистемами, важен и конструктивен;

4) «Ничто не дается даром»; этот экологический закон объединяет в себе три предыдущих закона; по Коммонеру, глобальная экосистема представляет собой единое

целое, в рамках которой ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может явиться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено.

Платы по этому векселю нельзя избежать; она может быть только отсрочена».

## **1.2 Лекция № 2 ( 2 часа)**

**Тема:** «Понятие «среда обитания». Закономерности факторов среды»

### **1.2.1.Вопросы лекции:**

- 1.Общие законы действия факторов на организмы
- 2.Среда и условия существования организмов.
- 3.Общие законы действия факторов на организмы.

### **1.2.2. Краткое содержание вопросов:**

Важнейшие экологические понятия: окружающая среда, среда обитания, среда жизни, местообитание, экологический фактор и адаптация. Концепция окружающей среды Ю. Юкскюля.

Современные классификации экологических факторов. Группы факторов по происхождению (абиотические и биотические); по периодичности действия на организмы (первичные периодические, вторичные периодические и непериодические); по направленности действия на организмы (направленного и ненаправленного действия). Примеры экологических факторов разных групп.

Характеристика важнейших абиотических факторов среды. Климатические факторы (солнечное излучение, температура, влажность, газовый состав и др). Эдафические и орографические факторы. Физические факторы среды (магнитное поле Земли, радиация, шум, вибрация, электромагнитное излучение). Химические факторы среды (газовый, минеральный состав среды). Пирогенный фактор.

Характеристика важнейших биотических факторов среды. Фитогенные, зоогенные и антропогенные факторы. Гомотипическое взаимодействие организмов (групповой и массовый эффекты, внутривидовая конкуренция). Гетеротипическое взаимодействие организмов (нейтрализм, аменсализм, мутуализм, комменсализм, паразитизм, хищничество и межвидовая конкуренция). Правило конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе.

Понятие «окружающая среда» тесно связано с другим центральными понятиями экологии - «экологический фактор» и «адаптация».

Под экологическим фактором понимают любое условие окружающей среды, прямо или косвенно действующее на организм на протяжении всей его жизни или одной из стадий

индивидуального развития. В социальной экологии все факторы окружающей среды принято делить на три группы:

1. Природные факторы – формирующиеся в результате естественных процессов в среде (климатические, эдафические, химические, физические и др.);

2. Техногенные факторы – образующиеся в результате взаимодействия человека и общества с компонентами природной среды (добыча ископаемых, сельскохозяйственные угодья, промышленное производство и др.);

3. Общественные, или социальные факторы – образующиеся в результате общественного взаимодействия (политические, экономические, религиозные взаимодействия и др.).

Условия существования, или условия жизни – совокупность необходимых организму элементов среды, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может.

Элементы среды как необходимые организму, так и отрицательно на него воздействующие, называются **экологическими факторами**.

Экологические факторы принято делить на три основные группы: абиотические, биотические и антропические.

Абиотические факторы – комплекс условий неорганической и органической среды, влияющих на организм. Абиотические факторы подразделяются на химические (химический состав воздуха, океана, почвы и др.) и физические (температура, давление, ветер, влажность, свет, радиационный режим и др.).

Биотические факторы – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. Они весьма разнообразны. Так, например, живые существа служат пищей (растения – для животных, животные – для хищников) и средой обитания (хозяин – для паразита, крупные растения – для эпифитов) для других организмов, способствуют размножению последних (опыление растений, распространение семян), оказывают химические, физические и другие воздействия.

Антропические факторы – совокупность воздействий деятельности человека на органический мир. Уже фактом своего существования человек оказывает влияние на среду (за счёт дыхания ежегодно в атмосферу поступает примерно  $1,1 \cdot 10^{12}$  кг CO<sub>2</sub> и др.) и неизмеримо большее производственной деятельностью во всё возрастающей степени.

Влияние на организм абиотических факторов может быть прямым и косвенным (опосредованным). Так, например, температура среды определяет скорость физиологических процессов в организме и, соответственно, его развитие (прямое влияние);

в то же время, влияя на развитие растений, являющихся кормом для животных, она оказывает на последних косвенное воздействие.

Эффект действия экологических факторов зависит не только от их характера, но и от дозы, воспринимаемой организмом (высокая или низкая температура, яркий свет или темнота и др.). У всех организмов в процессе эволюции выработались приспособления к восприятию факторов в определенных количественных пределах. Причем, для каждого организма существует свой набор факторов, наиболее для него благоприятный.

Чем больше доза факторов отклоняется от оптимальной для данного вида величины (увеличение или уменьшение), тем сильнее угнетается его жизнедеятельность. Границы, за которыми существование организма невозможно, называются нижним и верхним пределами выносливости (толерантности).

### **1.3 Лекция № 3 ( 2 часа)**

**Тема:** «Основные характеристики популяции. Структура и гомеостаз популяций»

#### **1.3.1. Вопросы лекции:**

1. Определение популяции.
2. Изоляция и территориальность.
3. Плотность популяции и её численность: рождаемость и смертность.
4. Флуктуация численности популяции.

#### **1.3.2. Краткое содержание вопросов:**

Популяция — это совокупность организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории (занимающих определённый ареал) и частично или полностью изолированных от особей других таких же групп.

Факторы, способствующие изоляции и разделению особей, пар или мелких групп, составляющих популяцию в пространстве, важны для оптимизации использования ресурсов и улучшения приспособленности популяций к условиям среды. Обычно изоляция возникает как следствие: конкуренции между особями за ресурсы; прямого антагонизма, включающего у высших животных поведенческие реакции, а у растений и микроорганизмов — химические изолирующие механизмы (антибиотики, и аллелопатические вещества). В обоих случаях это может привести к равномерному или случайному распределению, поскольку ближайшие соседи уничтожаются или изгоняются.

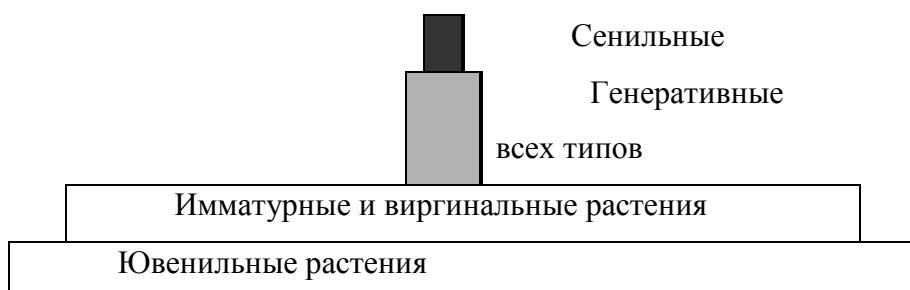
Многие животные ограничивают свою основную деятельность определенной областью или индивидуальным участком, площадь которого может варьировать от нескольких  $\text{см}^2$ , до многих квадратных километров (таковы размеры участка пумы).

Владельцы территорий заявляют о своих правах на участок с помощью песни или демонстративного поведения, и потенциальный захватчик, в общем, избегает вторжения в занятое владение. Многие птицы, а также рыбы и пресмыкающиеся обладают заметной, бросающейся в глаза окраской головы, тела и т.д., которую они демонстрируют для отпугивания незваного гостя. У большинства перелетных птиц самцы прилетают в места гнездования раньше самок и проводят время, утверждаясь на своей территории и заявляя об этом громким пением. Особи, занимающие более выгодные территории, успешнее размножаются, что особенно важно в суровых условиях (при неблагоприятной погоде или недостатке пищи). Полагают, что территориальное поведение предотвращает распространение болезней вследствие пространственного разобщения особей; кроме того, оно способствует разделению и сохранению ресурсов, и облегчает встречу особей при размножении.

Популяции характеризуются различным возрастным спектром особей. В зависимости от соотношения возрастных групп выделяют следующие виды популяций:

1. **Инвазионные популяции** - состоящие почти полностью из ювенильных особей;
2. **Нормальные полночленные популяции** - представлены всеми возрастными группами;
3. **Нормальные неполночленные популяции** - представлены всеми возрастными группами, за исключением особей, не оказывающих влияния на процессы воспроизводства (сенильные особи);
4. **Регрессивные популяции** - представлены в основном сенильными и субсенильными особями.

Возрастную структуру популяций принято выражать с помощью возрастных пирамид. Впервые пирамиды были применены Ф. Бодингеймером в 1925 г. При построении пирамиды учитывается процентное соотношение возрастных групп особей в популяции. Количество пластов в пирамиде соответствует количеству выделяемых возрастных групп, при этом в основание закладывается начальная возрастная группа (новорожденные особи), а на вершине - конечная (старые, сенильные особи). Примеры возрастных пирамид представлены на рисунках 21.1 – 21.3.



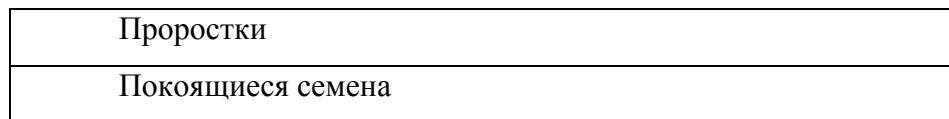


Рис. 21.1. Инвазионная ценопопуляция



Рис. 21.2. Нормальная ценопопуляция (варианты)



Рис. 21.3. Регрессивная ценопопуляция

\* \* \*

Для оценки демографических показателей популяций используются таблицы жизни (lifetable), введенные в экологию американским зоологом Р. Перлом в 1921 г. Каждая таблица включает: возраст членов популяции, значения повозрастной смертности, рождаемости и выживаемости (табл. 21.1). Эти показатели позволяют вычислить ожидаемую продолжительность жизни каждой возрастной группы и её репродуктивную ценность.

Таблица № 21.1

<b>Возраст, x</b>	<b>Выживаемость, <math>I_x</math></b>	<b>Рождаемость, <math>m_x</math></b>	<b>Продолжительность жизни, <math>E_x</math></b>
0(новорожденные)	100%	0 %	3,0
1 (молодые)	80	40	2,5
2 (взрослые)	60	100	2,0
3 (зрелые)	40	60	1,5
4 (сенильные)	20	0	1,0

Демографические параметры в гипотетической популяции животных

Определение продолжительности жизни возрастных групп:

$$E_0 = (I_0 + I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / I_0 = (100+80+60+40+20) / 100 = 300 / 100$$

$$E_1 = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) / I_1 = (80+60+40+20) / 80 = 200 / 80 = 2,5$$

$$E_2 = (I_2 + I_3 + I_4) / I_2 = (60+40+20) / 60 = 120 / 60 = 2,0$$

$$E_3 = (I_3 + I_4) / I_3 = (40+20) / 40 = 60 / 40 = 1,5$$

$$E_4 = I_4 / I_4 = 20 / 20 = 1,0$$

Флуктуация (от лат. fluctuatio) - колебание численности популяции. В случае прекращения роста популяции величина  $DN / Dt$  близка к нулю, плотность популяции обнаруживает тенденцию к флуктуациям относительно верхнего предельного уровня. Это имеет место даже в популяциях, у которых отложены механизмы саморегулирования численности. Флуктуации численности в популяциях могут происходить по следующим причинам:

- изменения условий внешней среды;
- внутрипопуляционные воздействия;
- взаимодействия с другими популяциями.

Для природных популяций различают сезонные и годичные изменения численности. В свою очередь годичные изменения численности можно разделить на флуктуации, обусловленные различием факторов физической среды в течение года, то есть внешних по отношению к популяции, и на флуктуации, связанные с динамическими изменениями популяции, то есть внутренними по отношению к популяции факторами.

Флуктуации, связанные с внешними по отношению к популяции факторами, нерегулярны и обнаруживают четкую связь с одним или несколькими главными лимитирующими факторами (температура осадки и т.д.). Их можно назвать циклическими. Резкие осцилляции свойственны популяции с J-образным типом роста, а затухающие - популяциям с S-образным типом роста, в которых наблюдается некоторая времененная задержка реакции на увеличение плотности. Все флуктуации обусловлены влиянием внешних и внутренних факторов.

Выяснение механизмов, регулирующих изменение численности в популяции, - одна из важнейших экологических проблем, и она еще далеко не полностью решена. Установить влияние внешних факторов небиологического характера на флуктуации численности популяции чаще всего не представляет больших трудностей. Анализ воздействия внутренних, или биологических, факторов популяции на флуктуацию численности часто представляет значительные сложности. В ответ на изменение физических условий популяции могут реагировать включением компенсационных механизмов. В связи с этим подтверждается принцип: чем выше уровень организации и зрелости сообщества, тем меньше амплитуда флуктуации плотности популяций во времени.

С сезонными флуктуациями численности в популяциях сталкивался каждый из нас (например, тучи комаров в лесу, появляющиеся в конце мая - июне, развитие водорослей в летний период и т.д.). В природе трудно найти популяции, которые не изменили бы своей численности по сезонам, но наиболее заметно выраженные флуктуации отмечаются у организмов с ограниченным периодом размножения, особенно с коротким жизненным циклом.

Сезонные изменения плотности популяций наблюдаются во всех климатических зонах. В природе известны флуктуации численности в популяциях, которые не связаны ни с сезонными, ни с какими-либо иными явными изменениями, но имеют четкую периодичность, или цикличность, с пиками и спадами через каждые несколько лет.

#### **1.4 Лекция № 4 ( 2 часа)**

**Тема:** «Стратегии популяционного развития. Экологические стратегии растений и животных»

#### **1.4.1. Вопросы лекции:**

1. Основные понятия популяционной динамики
2. Факторы динамики численности
3. Стратегии популяционного развития

#### **1.4.2. Краткое содержание вопросов:**

**Динамика популяций** – это процессы изменения ее основных биологических показателей (численности, биомассы, структуры) во времени в зависимости от экологических факторов.

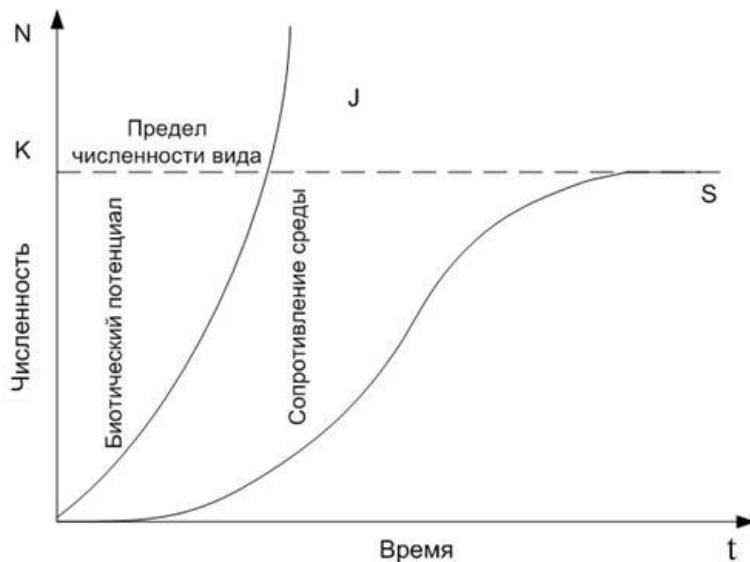
Динамика численности популяций.

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если ее не лимитируют факторы внешней среды. В этом случае скорость роста популяции будет определяться величиной биотического потенциала. Эта динамика описывается дифференциальным уравнением А.Лотки:

$$\frac{dN}{dt} = rN,$$

где  $N$  – число особей в популяции,  $t$  (тайм) – время,  $r$  – биотический потенциал,  $d$  – дифференциал. Если  $r > 0$ , то со временем численность популяции возрастает сначала медленно, а затем стремительно, согласно экспоненциальному закону, т.е. кривая роста популяции принимает **J-образный вид – экспоненциальная кривая** (слайд). Такая модель основывается на допущении, что рост популяции не зависит от ее численности и будет увеличивать ее до заселения всей Земли.

Эта идея была выдвинута еще на рубеже 18-19 веков английским экономистом **Томасом Р. Мальтусом**, основоположником теории **мальтузианства**.



Типы кривых роста численности популяции (модель роста популяции).

Значение биотического потенциала различно у разных видов, однако, каким бы он ни был, в реальных условиях существуют пределы, регулирующие рост популяции: ограничение пищевых ресурсов, скопление токсичных продуктов метаболизма.

Например, для дрожжей лимитирующим фактором является накопление спирта, образующегося в процессе метаболизма.

Эти пределы называют **емкостью среды**. Она различна для разных популяций.

Например, еловый лес более емкая среда для клестов - еловиков, чем смешанный, поскольку их основная пища – семена ели.

Модель динамики численности популяции при ограниченных (лимитирующих) ресурсах предложили Р. Пирл и А. Ферхюльст:

$$\frac{dN}{dt} = r \left( \frac{K - N}{K} \right),$$

где K – емкость среды.

Первоначальный экспоненциальный рост в исходных благоприятных условиях со временем продолжаться не может и постепенно замедляется и кривая выходит на некий стабильный уровень. Графически динамику роста популяции при ограниченных ресурсах отражает **логистическая кривая S** (слайд).

Выражение  $\left( \frac{K - N}{K} \right)$  – характеризует **сопротивление среды**, т.е. совокупность всех лимитирующих рост популяции факторов.

Уравнение Пирла – Ферхюльста лежит в основе многих математических моделей биотических отношений в популяциях, описывают рост численности популяции при

влиянии на популяцию совокупности факторов внешней среды. Экологические исследования выявили следующую закономерность – чем крупнее организмы, тем ближе к логистическому типу имеет характер роста плотности их популяций.

Популяция приспосабливается к изменению условий среды обитания путем обновления и замещения особей. Если интенсивность рождаемости и смертности, эмиграции и иммиграции сбалансираны, то формируется **стабильная** популяция и ее численность и ареал обитания сохраняются на одному уровне. В реальных условиях в природе нет ни одной популяции не изменяющейся во времени.

Если наблюдается превышение рождаемости над смертностью, тогда численность популяции растет, и популяция называется **растущей**.

Например, популяция колорадского жука, популяция элодеи канадской.

Однако, при чрезмерном развитии популяции ухудшаются условия существования, что вызывается переуплотнением. Согласно **правилу пищевой корреляции (Уинни-Эдвардс)**, в ходе эволюции сохраняются только те популяции, скорость размножения которых скоррелирована с количеством пищевых ресурсов среды их обитания. Отступление от этого правила ведет к сокращению популяции, т.е. популяция становится **сокращающейся**. При резком сокращении пищевых ресурсов может наступить **край популяции** в результате которого популяция может прекратить свое существование.

Согласно принципу **В. Олли**, агрегация (скопление) особей, как правило, усиливает конкуренцию между ними за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышению способности группы в целом к выживанию. Отсюда вытекает, что для развития популяции лимитирующим фактором является как «перенаселение», так и «недоселенность».

Современная теория динамики численности популяций рассматривает колебания численности популяции как авторегулируемый процесс. Выделяют две принципиально разные стороны популяционной динамики: **модификацию и регуляцию**.

Для любой популяции организмов в конкретных условиях свойственен определенный средний уровень численности, вокруг которого происходят колебания. Отклонения от этого среднего уровня имеют разный размах, но в норме после каждого отклонения численность популяции начинает изменяться с обратным знаком.

**Модификация** – это случайные отклонения численности, возникающие в результате действия самых разнообразных факторов, не связанных с плотностью популяции.

Модифицирующие факторы, вызывая изменение численности популяций, сами не испытывают влияния этих изменений. Действие их, таким образом, одностороннее. К

факторам, модифицирующим численность популяций, относятся все абиотические воздействия на сами организмы, качество и количество их корма, активность врагов и т.п. Благоприятная погодная обстановка может послужить причиной массовой вспышки размножения вида и перенаселения занимаемой им территории. Отрицательное воздействие модифицирующих факторов, наоборот, снижает численность популяции иногда до полного ее исчезновения.

**Регуляция** — это возврат популяции после отклонения к исходному состоянию, который совершается под влиянием факторов, сила действия которых определяется плотностью популяции.

Регулирующие факторы не просто изменяют численность популяции, а сглаживают ее колебания, приводя после очередного отклонения от оптимума к прежнему уровню. Это происходит потому, что эффект их воздействия тем сильнее, чем выше плотность популяции.

В качестве регулирующих сил вступают межвидовые и внутривидовые отношения организмов. Разные типы этих отношений определяют быстроту ответных реакций на изменения численности популяций.

Поддержание численности, оптимальной в данных условиях, называется **гомеостазом популяции**. Гомеостатические возможности популяций различны и осуществляются они через взаимоотношения особей между собой и с окружающей средой.

Колебания численность популяции могут носить **регулярный** и **нерегулярный** характер. В 1928г. **Н.В. Тимофеев – Ресовский** для обозначения колебаний численности особей популяции ввел понятие «**популяционные волны**» или «**волны жизни**».

В сообществах, искусственно создаваемых человеком или упрощенных в результате антропогенных воздействий, регуляторные связи ослаблены, и поэтому в них возможны как катастрофические для биоценоза размножения отдельных видов — вредителей сельскохозяйственных растений и лесных насаждений, грызунов, паразитов, возбудителей болезней, так и уменьшение численности и распространенности других.

Таким образом, как масштабы, так и ход колебания численности любого вида в природных сообществах исторически обусловлены естественным отбором в зависимости от особенностей биологии, характера внутривидовых связей и межвидовых отношений, к которым приспособлен вид в определенных условиях среды.

Для каждого биологического вида существует оптимум экологических факторов, который характеризуется наибольшей степенью благоприятности для существования вида.

Максимальной степени благоприятности воздействия факторов на организм соответствует умеренная скорость развития организмов при минимальной затрате энергии

и наименьшая смертность, а также наибольшая продолжительность существования взрослых особей и их высокая плодовитость.

Каковы бы не были приспособления особей к совместному проживанию в популяции, каковы бы не были приспособления популяции к тем или иным факторам, все они в конечном итоге направлены на длительное выживание и продолжение себя в любых условиях существования. Среди всех приспособлений и особенностей можно выделить комплекс основных признаков, которые называются экологической стратегией. Это общая характеристика роста и размножения данного вида, включающая темп роста особей, период достижения ими половой зрелости, периодичность размножения, предельный возраст и пр.

Экологические стратегии очень разнообразны и хотя между ними существует множество переходов, из них можно выделить два крайних типа: *r*-стратегию и *K*-стратегию.

**r-стратегия** – ею обладают быстро размножающиеся виды (*r*-виды); для нее характерен отбор на повышение скорости роста популяции в периоды низкой плотности. Она характерна для популяций в среде с резкими и непредсказуемыми изменениями условий или в эфемерных, т.е. существующих короткое время (пересыхающие лужи, заливные луга, временные водотоки)

Основные признаки *r*-видов: высокая плодовитость, короткое время регенерации, высокая численность, обычно малые размеры особей (у растений мелкие семена), малая продолжительность жизни, большие затраты энергии на размножение, кратковременность местообитаний, низкая конкурентоспособность. *R*-виды быстро и в больших количествах заселяют не занятые территории, но, как правило, скоро – в течение жизни одного-двух поколений сменяются *K*-видами.

К *r*-видам относятся бактерии, все однолетние растения (сорняки) и насекомые-вредители (тли, листоеды, стволовые вредители, стадная фаза саранчи). Из многолетников – пионерные виды: Иван-чай, многие злаки, полыни, эфемерные растения, из древесных видов – ивы, березы белая и каменная, осина, чозения, из хвойных – лиственница; они появляются первыми на нарушенных землях: гарях, горных полигонах, строительных карьерах, по обочинам дорог.

**K-стратегия** – этой стратегией обладают виды с низкой скоростью размножения и высокой выживаемостью (*K*-виды); она определяет отбор на повышение выживаемости при высокой плотности популяции, приближающейся к предельной.

Основные признаки *K*-видов: низкая плодовитость, значительная продолжительность жизни, крупные размеры особей и семян, мощные корневые системы, высокая конкурентоспособность, устойчивость на занимаемой территории, высокая

специализация образа жизни. Скорость размножения К-видов с приближением к предельной плотности популяции падает и быстро увеличивается при низкой плотности; родители заботятся о потомках. К-виды часто становятся доминантами биогеоценозов.

К К-видам относятся все хищники, человек, реликтовые насекомые (крупные тропические бабочки, в т.ч. дальневосточные, реликтовый усач, жук-олень, жужелицы и др.), одиночная фаза саранчи, почти все деревья и кустарники. Наиболее яркие представители растений – все хвойные, дуб монгольский, орех маньчжурский, лещины, клены, разнотравье, осоки.

Разные популяции по-разному используют одну и ту же среду обитания, поэтому в ней одновременно могут существовать виды обоих типов стратегии.

### **1.5 Лекция № 5 ( 2 часа)**

**Тема:** «Понятия «биоценоз». Видовая и пространственная структура биоценоза»

#### **1.5.1.Вопросы лекции:**

1. Видовая структура биоценоза. Пространственная структура биоценоза.
2. Основные формы взаимоотношений организмов в сообществах.
3. Экологические ниши видов.

#### **1.5.2. Краткое содержание вопросов:**

Взаимодействия организмов в биоценозах можно свести к 4-м основным типам:

1. **Трофические связи** – использование одного вида другим в качестве пищи;
2. **Топические связи** – создание одним видом определённых условий для жизнедеятельности другого вида;
3. **Фабрические связи** – использование одним видом для своих построек (фабрикаций) продуктов жизнедеятельности другого вида;
4. **Форическая связь** – использование одного вида другим для передвижения.

Тесное взаимодействие организмов разных видов в сообществах приводит к формированию **консорций**. В консорциях различают центральную особь (детерминант) и все прочие связанные с ней организмы (консорты). Консорции по природе детерминанта делятся на фито- и зооконсорции.

Экологическая ниша – место вида в природе, преимущественно в биоценозе, включающее как положение его в пространстве, так функциональную его роль в сообществе, отношение к абиотическим условиям существования. Экологическая ниша - это не просто физическое пространство, занимаемое организмом, но и его место в сообществе, определяемое его экологическими функциями.

Знание экологической ниши позволяет ответить на вопросы, как, где и чем питается вид, чьей добычей он является, каким образом и где он отдыхает и размножается. Экологическая ниша – это область комбинаций таких значений факторов среды, в пределах которой данный вид может существовать неограниченно долго.

Экологическую нишу, определяемую только физиологическим особенностями организмов, называют фундаментальной, а ту, в пределах которой вид реально встречается в природе, – реализованной.

Реализованная ниша – это та часть фундаментальной ниши, которую данный вид, популяция, в состоянии «отстоять» в конкурентной борьбе. Конкуренция – это негативное взаимодействие двух организмов, стремящихся к одному и тому же, а межвидовая конкуренция – это любое взаимодействие между популяциями, которое вредно сказывается на их росте и выживании. Конкуренция проявляется в виде борьбы видов за экологические ниши.

Не существует двух различных видов, занимающих одинаковые экологические ниши, но есть близкородственные виды, часто настолько сходные, что им требуется по существу одна и та же ниша. В этом случае, когда ниши частично перекрываются, возникает особо жесткая конкуренция, но в конечном итоге нишу занимает один вид. Эту особенность взаимодействия популяций наглядно иллюстрирует рис. 2.8 (а, б). На рис. 2.8 (а) представлена динамика развития популяций инфузорий *Paramecium aurelia* (кривая 1) и *Paramecium cандatum* (кривая 2) по отдельности, а на рис. 2.8 (б) – динамика совместного развития. Из рис. 2.8 (б) следует, что при совместном развитии популяций численность первой (*Paramecium aurelia*) возрастает, а второй (*Paramecium cандatum*) – уменьшается в результате угнетения со стороны первой. Явление экологического разобщения близкородственных (или сходных по иным признакам) видов получило название принципа конкурентного исключения, или принципа Гаузе.

Межвидовая конкуренция за ресурсы может касаться пространства, пищи, биогенных веществ и т.п. Именно уменьшение ресурсов приводит к ситуациям, когда мы имеем дело лишь с отрицательными взаимодействиями. Результатом межвидовой конкуренции может быть либо взаимное прис-пособление двух видов, либо популяция одного вида замещается популяцией другого вида, а первый вынужден переселиться на другое место или перейти на другую пищу. Если виды живут в разных местах, то говорят, что они занимают разные экологические ниши, если же они живут в одном месте, но потребляют разную пищу, то говорят об их несколько различающихся экологических нишах. Процесс разделения популяциями видов пространства и ресурсов называется дифференциацией экологических ниш.

Главный результат дифференциации ниш – снижение конкуренции. Например, тенелюбивые растения не конкурируют со светолюбивыми, снижается острота конкуренции за ресурсы, численность доминирующего вида, например, регулируется хищником, и т.п. Иными словами, есть множество обстоятельств, при которых разные виды-антагонисты могут сосуществовать. И, тем не менее, это отрицательные взаимодействия, поскольку взаимовлияние видов остается и не позволяет полностью раскрыть свои возможности каждому из них.

Нейтрализм – это форма биотических взаимоотношений, при которой сожительство двух видов на одной территории не влечет за собой ни позитивных, ни негативных последствий для них. В этом случае виды не связаны непосредственно друг с другом и даже не контактируют между собой. Например, белки и лоси, обезьяны и слоны и т. п. Отношения нейтрализма характерны для богатых ниш сообществ.

Аменсализм – биотические отношения, при которых происходит торможение роста одного вида (аменсала) продуктами выделения другого. Эти отношения обычно относят к прямой конкуренции и называют антибиозом. Наиболее хорошо они изучены у растений, которые применяют различные ядовитые вещества в борьбе с конкурентами за ресурсы, и данное явление называют аллелопатией.

Аменсализм весьма распространен в водной среде. Например, синезеленые водоросли, вызывая цветение воды, тем самым отравляют водную фауну, а иногда даже скот, который приходит на водопой. Такие «способности» проявляют и другие водоросли. Они выделяют пептиды, хинон, антибиотики и другие вещества, которые ядовиты даже в малых дозах. Называют эти яды эктокринными веществами.

Хищничество и паразитизм: отношения хищник – жертва и паразит – хозяин являются результатом прямых пищевых связей, которые для одного из партнеров имеют отрицательные последствия, а для другого – положительные. Все варианты пищевых экологических связей можно отнести к этим типам взаимодействия, в том числе и корову, поедающую траву. Любой гетеротрофный организм в сообществе существует за счет поедания другого гетеротрофа или автотрофа.

Хищниками называют животных, питающихся другими животными, которых они ловят и умерщвляют. Для хищников характерно охотничье поведение. Изобилие насекомых, их малые размеры и легкодоступность превращают деятельность плотоядных хищников, обычно птиц, в простое «собирательство» добычи, подобно тому, как собирают семена, зерна птицы, питающиеся ими. Насекомоядные хищники по способу овладения пищей приближаются к пастьбе травоядных животных. Некоторые птицы могут питаться и насекомыми, и семенами.

Паразитизм – это такая форма пищевой связи между видами, когда организм-потребитель (консумент) использует тело живого хозяина не только как источник пищи, но и как место своего обитания (постоянного или временного). Паразиты намного мельче своего хозяина. Паразитические отношения имеют насекомые-вредители и растения, кровососущие насекомые и животные и т. п.

В природе существуют системы, состоящие из одного вида и нескольких других видов, являющихся по отношению к нему паразитами. Это так называемые паразитарные комплексы, например для успешной борьбы с вредителями культурных растений, необходимо изучать: состав и плотность комплекса, закономерности его роста и т. п.

Хищничество и паразитизм – это пример взаимодействия двух популяций, отрицательно сказывающегося на росте и выживании одной из них (см. табл. 1.1, гл.1, п.1.3). Подобные популяции развиваются, т.е. эволюционируют, синхронно, и по мере длительности их взаимодействия, коэволюция может привести к снижению степени отрицательного взаимодействия или устраниить его вообще, поскольку сильное подавление популяции жертвы или хозяина популяцией хищника или паразита может привести к уничтожению одной из них или обеих.

Наиболее жесткая конкуренция проявляется тогда, когда контакт между популяциями установлен недавно, например, вследствие изменений, произошедших в экосистеме под влиянием деятельности человека. Именно поэтому, непродуманное вмешательство человека в структуру биоценоза нередко приводит к эпидемическим вспышкам.

## **1.6 Лекция № 6 ( 2 часа)**

**Тема:** «Экосистемы. Структура, продуктивность и динамика экосистем»

### **1.6.1. Вопросы лекции:**

1. Экосистема и биогеоценоз: основные понятия и концепции.
2. Трофическая структура экосистем. Трофические цепи и сети питания.
3. Биологическая продуктивность экосистем.

### **1.6.2. Краткое содержание вопросов:**

Биогеоценоз как структурная единица биосферы сходен с предложенной А. Тенсли трактовкой **экосистемы**. Биогеоценоз и экосистема — понятия сходные, но не одинаковые. Биогеоценоз следует рассматривать как элементарную комплексную, т.е. состоящую из биотопа и биоценоза, экосистему. Каждый биогеоценоз является экосистемой, но не каждая экосистема соответствует биогеоценозу.

Прежде всего, любой биогеоценоз выделяется только на суше. Биогеоценоз имеет конкретные границы, которые определяются границами растительного сообщества — фитоценоза. Образно говоря, биогеоценоз существует только в рамках фитоценоза. Там, где нет фитоценоза, нет и биогеоценоза. Понятия «экосистема» и «биогеоценоз» тождественны только для таких природных образований, как, к примеру, лес, луг, болото, поле. Для природных образований, меньших или больших по объему, нежели фитоценоз, либо в тех случаях, где фитоценоз выделить нельзя, применяется понятие «экосистема». Например, кочка на болоте, ручей — экосистемы, но не биогеоценозы. Только экосистемами являются моря, тундра, влажный тропический лес и т.п. В тундре, лесу можно выделить не один фитоценоз, а совокупность фитоценозов, представляющих собой более крупное образование, нежели биогеоценоз.

Экосистема может быть и меньше, и крупнее биогеоценоза. Экосистема — образование более общее, безранговое. Это может быть участок суши или водоема, прибрежная дюна или небольшой пруд. Это также вся биосфера в целом. Биогеоценоз заключен в границы фитоценоза и обозначает конкретный природный объект, занимающий определенное пространство на суше и отделенный пространственными границами от таких же объектов. Это реальная природная зона, в которой осуществляется биогенный круговорот.

Виды, входящие в состав экосистемы, связаны между собой пищевыми связями, так как служат объектами питания друг для друга.

В состав пищевых цепей входят организмы трёх экологических групп: продуценты, консументы (I, II, III, ... порядка) и редуценты (деструкторы).

Различают трофические цепи 3-х основных типов:

### **1. Цепи пастищного типа**

Люцерна → саранча → бурозубка → сорокопут

### **2. Цепи паразитарного типа**

Злаки → малый суслик → блохи → трипаносомы → вирусы

### **3. Цепи детритного типа**

Мертвое животное → личинки падальных мух → мелкие птицы (воробышные)  
→ хищные птицы

Система пищевых цепей биоценоза составляет его **пищевую сеть**. Пищевая цепь отражает основные направления переноса энергии и вещества в биоценозах

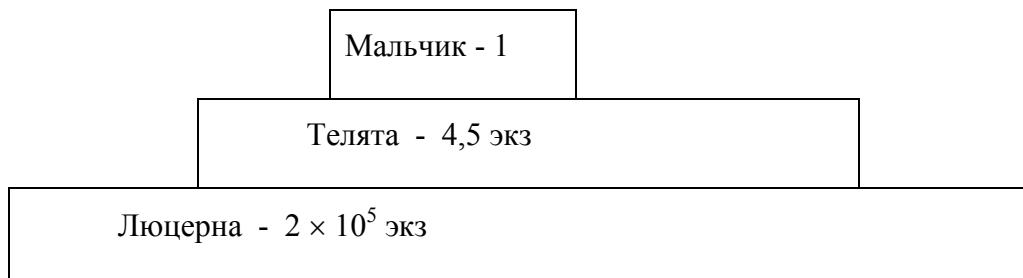
\*\*\*

Важнейшим свойством любой экосистемы является её **продуктивность** – способность образовывать и воспроизводить органическое вещество в живых организмах. Продуктивность выражают через показатели продукции. **Биологической продукцией** экосистемы обозначает прирост биомассы организмов за единицу времени. Различают первичную и вторичную продукцию экосистем. **Первичной продукцией** называют всю биомассу, созданную автотрофными организмами (**продуцентами**) за определённое время. **Вторичной продукцией** – биомассу гетеротрофных организмов всех уровней (**консументы, деструкторы**) за тот же промежуток времени.

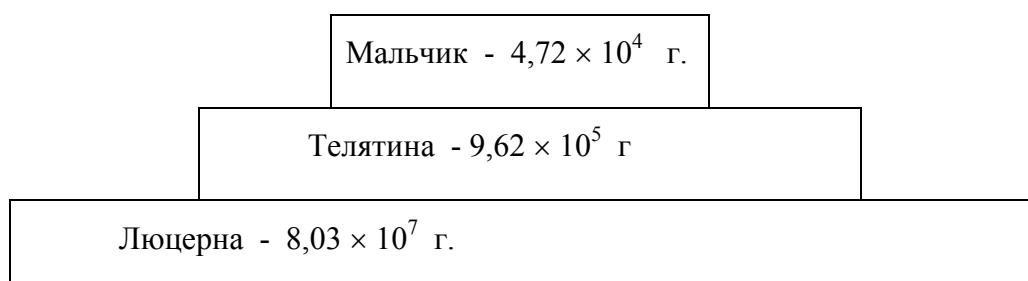
**В экосистемах биологическая продукция последовательно поступает от низших трофических уровней к высшим. Переход продукции сопровождается закономерными потерями органического вещества. Это наглядно демонстрируют пирамиды продуктивности сообщества.**

Различают три основных типа пирамид:

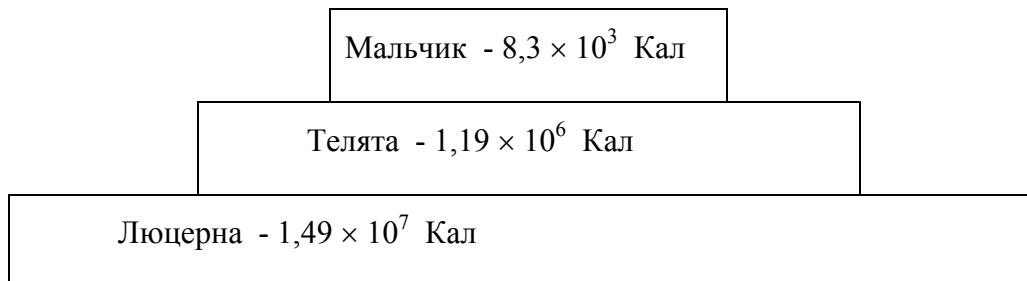
1. **Пирамида численности** - отображает количество организмов на каждом трофическом уровне.



2. **Пирамида биомасс** - отражает массу организмов на каждом трофическом уровне.



3. **Пирамида энергии** - отражает величину потока энергии на каждом уровне.



### **1.7 Лекция № 7 ( 2 часа)**

**Тема:** «Биосфера и ее особенности. Учение В.И.Вернадского о биосфере. Понятие «ноосфера»»

#### **1.7.1.Вопросы лекции:**

- 1.Структура и границы биосферы.
- 2.Учение Вернадского В.И. о биосфере
- 3.Понятие “живое вещество”.
- 4.Общие планетарные функции живого вещества.
- 5.Понятие«ноосфера»

#### **1.7.2. Краткое содержание вопросов:**

Крупнейшим обобщением в комплексе наук о Земле (геология, география, геохимия, биология) стало учение о биосфере, созданное русским ученым В. И. Вернадским. Начав свою научную деятельность (как геолог) с изучения осадочных пород земной коры, В. И. Вернадский выявил огромную роль живых организмов в сложных геохимических процессах нашей планеты. В 1926 г. вышла его книга «Биосфера». В этом произведении глубоко анализируются сложные взаимоотношения живых организмов и неживой природы Земли. Его работа несколько опередила время. Лишь во второй половине XX в., на фоне обострения экологических проблем, его учение о биосфере получило широкое распространение.

Важным элементом учения В. И. Вернадского о биосфере является идея тесной зависимости биосферы от деятельности человека и сохранности ее в результате разумного отношения человека к природе. Ученый писал:

Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. Перед ним, перед его мыслью и трудом становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера.

В настоящее время учение о биосфере представляет собой важнейшую часть экологии, непосредственно связанную с проблемами регулирования взаимодействия человека и природы.

Впервые термин «биосфера» был употреблен Ж. Б. Ламарком в начале XIX в. Позднее он был упомянут в работе австрийского геолога Э. Зюсса в 1875 г. Однако это понятие не было детально разработано названными учеными, а использовано вскользь для обозначения области жизни на Земле. Лишь в работах В. И. Вернадского оно анализируется детально и тщательно и под ним понимается «оболочка жизни» на нашей планете.

**Биосферой** называют совокупность всех живых организмов нашей планеты и тех областей геологических оболочек Земли, которые заселены живыми существами и подвергались в течение геологической истории их воздействию.

**Границы биосфера.** Живые организмы неравномерно распространены в геологических оболочках Земли: литосфере, гидросфере и атмосфере (рис. 1). Поэтому биосфера сейчас включает верхнюю часть литосфера, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

Литосфера это верхняя твердая оболочка Земли. Ее толщина колеблется в пределах 50–200 км. Распространение жизни в ней ограничено и резко уменьшается с глубиной. Подавляющее количество видов сосредоточено в верхнем слое, имеющем толщину в несколько десятков сантиметров. Некоторые виды проникают в глубину на несколько метров или десятков метров (роющие животные — кроты, черви; бактерии; корни растений). Наибольшая глубина, на которой были обнаружены некоторые виды бактерий, составляет 3–4 км (в подземных водах и нефтеносных горизонтах). Распространению жизни в глубь литосфера препятствуют различные факторы. Проникновение растений невозможно из-за отсутствия света. Для всех форм жизни существенными препонами служат и возрастающие с глубиной плотность среды и температура. В среднем температурный прирост составляет около 3 °C на каждые 100 м. Именно поэтому нижней границей распространения жизни в литосфере считают трехкилометровую глубину, (где температура достигает около +100 °C).

**Гидросфера** — водная оболочка Земли, представляет собой совокупность океанов, морей, озер и рек. В отличие от литосферы и атмосферы она полностью освоена живыми организмами. Даже на дне Мирового океана, на глубинах около 12 км, были обнаружены разнообразные виды живых существ (животные, бактерии). Однако основная масса видов обитает в гидросфере в пределах 150–200 м от поверхности. Это связано с тем, что до такой глубины проникает свет. А следовательно, в более низких горизонтах невозможно существование растений и многих видов, зависящих в питании от растений.

Распространение организмов на больших глубинах обеспечивается за счет постоянного «дождя» экскрементов, остатков мертвых организмов, падающих из верхних слоев, а также хищничества. Гидробионты обитают как в пресной, так и в соленой воде и по месту обитания делятся на 3 группы:

- 1) планктон — организмы, живущие на поверхности водоемов и пассивно передвигающиеся за счет движения воды;
- 2) некton — активно передвигающиеся в толще воды;
- 3) бентос — организмы, обитающие на дне водоемов или зарывающиеся в ил.

**Атмосфера** — газовая оболочка Земли, имеющая определенный химический состав: около 78 % азота, 21 — кислорода, 1 — аргона и 0,03 % углекислого газа. В биосферу входят лишь самые нижние слои атмосферы. Жизнь в них не может существовать без непосредственной связи с литосферой и гидросферой. Крупные древесные растения достигают нескольких десятков метров в высоту, располагая вверх свои кроны. На сотни метров поднимаются летающие животные — насекомые, птицы, летучие мыши. Некоторые виды хищных птиц поднимаются на 3–5 км над поверхностью Земли, высматривая свою добычу. Наконец, восходящими воздушными потоками пассивно заносятся на десятки километров вверх бактерии, споры растений, грибов, семена. Однако все перечисленные летающие организмы или занесенные бактерии лишь временно находятся в атмосфере. Нет организмов, постоянно живущих в воздухе.

Верхней границей биосферы принято считать озоновый слой, располагающийся на высоте от 30 до 50 км над поверхностью Земли. Он защищает все живое на нашей планете от мощного ультрафиолетового солнечного излучения, в значительной мере поглощая эти лучи. Выше озонового слоя существование жизни невозможно.

Таким образом, основная часть видов живых организмов сосредоточена на границах атмосферы и литосферы, атмосферы и гидросферы, образуя относительно «тонкую пленку жизни» на поверхности нашей планеты.

**Строение и функционирование биосфера.** Биосфера — это глобальная экологическая система, состоящая из множества экосистем более низкого ранга, биогеоценозов, взаимодействием которых друг с другом и обусловлена ее целостность. Действительно, биогеоценозы существуют не изолированно — между ними существуют непосредственные связи и отношения. Например, в водные биогеоценозы ветром, дождями, талыми водами выносятся из наземных экосистем минеральные и органические вещества. Может происходить перемещение организмов из одного биогеоценоза в другой (например, сезонные миграции животных). И наконец, всех объединяет атмосфера Земли, служащая общим резервуаром для живых существ. В нее поступают кислород (выделяемый

растениями в процессе фотосинтеза) и углекислый газ (образуемый в процессе дыхания аэробных организмов). Из атмосферы же растения всех экосистем черпают углекислый газ, необходимый им в процессе фотосинтеза, а все дышащие организмы получают кислород.

Существование биосфера базируется на непрерывно осуществляющемся круговороте веществ, энергетической основой которого является солнечный свет.

Круговорот веществ в природе между живой и неживой материей — одна из наиболее характерных особенностей биосфера. Биологический круговорот — это биогенная миграция атомов из окружающей среды в организмы и из организмов в окружающую среду. Биомасса выполняет и другие функции:

- 1) газовая — постоянный газообмен с внешней средой за счет дыхания живых организмов и фотосинтеза растений;
- 2) концентрационная — постоянная биогенная миграция атомов в живые организмы, а после их отмирания — в неживую природу;
- 3) окислительно-восстановительная — обмен веществом и энергией с внешней средой. При диссимиляции окисляются органические вещества, при ассимиляции используется энергия АТФ;
- 4) биохимическая — химические превращения веществ, составляющие основу жизнедеятельности организма.

Понятие о живом веществе является центральным в концепции В.И. Вернадского о биосфере. Вернадский определяет «живое вещество» как совокупность живых организмов. Кроме растений и животных, В.И. Вернадский включает сюда и человека, влияние которого на геохимические процессы отличается от воздействия остальных живых существ, во-первых, своей интенсивностью, увеличивающейся с ходом геологического времени; во-вторых, тем воздействием, какое деятельность людей оказывает на остальное живое вещество. Это воздействие сказывается, прежде всего, в создании многочисленных видов культурных растений и домашних животных. Такие виды не существовали раньше и без помощи человека либо погибают, либо превращаются в дикие породы. Поэтому Вернадский рассматривает геохимическую работу живого вещества в неразрывной связи животного, растительного царства и культурного человечества как работу единого целого. В состав биосфера входит не только живое вещество, но и разнообразные неживые тела, которые В.И. Вернадский называет косными (атмосфера, горные породы, минералы, и т.д.), а также биокосные тела, образованные из разнородных живых и косных тел (почвы, поверхностные воды и т.д.). Хотя живое вещество по объему и весу составляет незначительную часть биосфера, но оно играет основную роль в геологических процессах, связанных с изменением облика нашей планеты. Поскольку живое вещество является

определенным компонентом биосфера, поскольку можно утверждать, что оно может существовать и развиваться только в рамках целостной системы биосфера. Не случайно, поэтому В.И. Вернадский считает, что живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей. Исходной основой существования биосферы и происходящих в ней биогеохимических процессов является астрономическое положение нашей планеты и в первую очередь ее расстояние от Солнца и наклон земной оси к эклиптике или к плоскости земной орбиты. Это пространственное расположение Земли определяет в основном климат на планете, а последний в свою очередь – жизненные циклы всех существующих на ней организмов. Солнце является основным источником энергии биосферы и регулятором всех геологических, химических и биологических процессов на нашей планете. В.И. Вернадский высказывает предположение, что живое вещество, возможно, имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды. Для подтверждения своей мысли он ссылается на непрерывный рост центральной нервной системы животных и ее значение в биосфере, а также на особую организованность самой биосферы. По его мнению, 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. Непрерывный процесс эволюции, сопровождающийся появлением новых видов организмов, оказывает воздействие на всю биосферу в целом, в том числе на природные биокосные тела, например, почвы, наземные и подземные воды и т.д. Таким образом, эволюция видов постепенно распространяется и переходит на всю биосферу.

### **1.8 Лекция № 8 ( 2 часа)**

**Тема:** «Глобальные последствия влияния человека на биосферу. Защита окружающей природной среды»

#### **1.8.1.Вопросы лекции:**

- 1.Общая характеристика техносфера.
- 2.Природно-ресурсные циклы.
- 3.Нормирование качества ОПС.

#### **1.8.2. Краткое содержание вопросов:**

**Техносфера**—регион биосферы, в прошлом преобразованный людьми с помощью

прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям (техносфера — регион города или промышленной зоны, производственная или бытовая среда).

Основные характеристики техносферы:

- автономность (обладание автономией, независимость от чего-либо)
- самодетерминированность (однозначная предопределённость).

Подобно натуральной, техносфера представляет собой некую замкнутую на себя систему, которая может определяться и без (независимо) человеческого вмешательства. Структурные элементы этой системы настолько тесно взаимосвязаны, что невозможно отделить их друг от друга или решить какую-либо техническую задачу изолированно.

Все ускоряющееся, гибельное для человечества движение к экологической катастрофе порождает у многих чувство страха перед техническим феноменом и инженерным воздействием на природу. Ведь наряду с орудиями созидания человеческий разум с древнейших времен творил все более и более изощренные орудия разрушения и уничтожения, продвигаясь по этому азимуту значительно быстрее и проявляя значительно больше сметливости и находчивости. В последние десятилетия XX в. обнаружилось, что та техника, которая была задумана, сконструирована в целях облегчения жизни, создания изобилия, совершенствования мира, в самой себе содержит опасность глобальных катастроф.

В техногенную эпоху происходит расчленение природных систем на составные элементы; техника вырывает их из непосредственной естественной связи, тем самым качественно преобразует органическое вещество мира сообразно вещным целям.

Глобальность современных экологических проблем опосредована неорганичностью и псевдоорганичностью результатов научно-технического прогресса и завязанного на него производства.

В современных процессах глобализации техносфера выступает в двойной роли:

- во-первых, она является инструментом глобализации, а также своего рода причиной этого явления;
- во-вторых, с момента своего образования техносфера (как совокупность техники и технологических процессов) сама глобализируется, поглощая и укореняя в себе самого человека.

В технологическом обществе техника вторглась не только между человеком и природой, но и в сферу межличностного общения.

Природные ресурсы – это совокупность естественных тел и явлений природы, которые использует человек в своей деятельности, направленной на поддержание своего существования.

Одним из признаков, по которым классифицируются природные ресурсы, являются их исчерпаемость и возобновимость (рис.).

Для получения энергии, создания необходимой продукции человек находит, добывает и перемещает к местам переработки необходимые природные ресурсы, вовлекая их в ресурсный цикл.

Ресурсный цикл – это совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ, происходящих на всех этапах использования его человеком. В природопользовании можно выделить несколько ресурсных циклов, которые, несмотря на относительную самостоятельность, тесно связаны друг с другом. К таким ресурсным циклам относятся: цикл почвенно – климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья, цикл сырьевых ресурсов, цикл энергетических ресурсов, цикл ресурсов живой природы.

Цикл сырьевых ресурсов тесно связан с производством энергии, т.е. циклом энергетических ресурсов.

В природе все вещества находятся в замкнутых биохимических циклах. Наличие таких циклов не позволяет веществам переходить в иное состояние, исключающее их дальнейшее превращения.

Ресурсный цикл, иногда называемый антропогенным круговоротом вещества, фактически не замкнут. На каждом его этапе неизбежны потери, являющиеся следствием особенностей технологий, либо каких-нибудь объективных или субъективных причин.

Нормирование качества окружающей среды – это установление нормативов (показателей) предельно допустимых воздействий человека на окружающую природную среду.

#### Основные экологические нормативы:

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – представляет собой количество загрязнителя в почве, воздушной или водной среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. Если вещество оказывает вредное воздействие на окружающую природу в меньших концентрациях, чем на организм

человека, то при нормировании исходят из порога действия этого вещества на окружающую среду.

Оценка качества воздушной среды осуществляется на основе следующих нормативов:

Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны ПДК<sub>р.з.</sub>, мг/м<sup>3</sup> – это концентрация вредного вещества, которая в течение всего рабочего дня (при любой его продолжительности, но не более 41 часа в неделю) не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые могут быть обнаружены современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека.

Предельно допустимая максимально разовая концентрация в воздухе населенных мест ПДК<sub>м.р.</sub>, мг/м<sup>3</sup> – это такая концентрация загрязняющего вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 30 мин рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Предельно допустимая среднесуточная концентрация в воздухе населенных мест ПДК<sub>с.с.</sub>, мг/м<sup>3</sup> - это такая концентрация загрязняющего вещества в воздухе, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) воздействии.

Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу ПДВ, кг/сут (г/ч) – это максимальное количество загрязняющего вещества, которое в единицу времени может быть выброшено данным конкретным источником в атмосферу, не вызывая при этом превышения в ней ПДК. ПДВ определяется расчетным путем на 5 лет.

Временно согласованный выброс ВСВ, кг/сут (г/ч) устанавливается в том случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте. Срок действия этого норматива не более 5 лет.

Предельно допустимое количество сжигаемого топлива ПДТ, т/ч. – это максимальное количество топлива, которое может сжигаться на данном объекте, не вызывая при этом превышения ПДК по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных мест.

## **1.9 Лекция № 9 ( 2 часа)**

**Тема:** «Окружающая среда и экологические аспекты здоровья населения»

### **1.9.1. Вопросы лекции:**

1. Природопользование и охрана здоровья населения.
2. Человек и природная среда.
3. Экология питания.

### **1.9.2. Краткое содержание вопросов:**

Природопользование - это теория и практика воздействия человечества на природную среду в процессе ее хозяйственного использования.

Обеспечение экологической безопасности жизнедеятельности человека, сохранение генофонда, рациональное использование природно-сырьевых ресурсов – неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития РТ. С этой целью и осуществляется экологическая политика, направленная на сохранение окружающей среды, безопасной для жизненно важных интересов личности, общества и государства. Стратегической задачей по обеспечению экологически безопасного, сбалансированного развития является гармонизация общественного производства с природной средой путем достижения соблюдения в хозяйственной деятельности не только экономических, но и экологических интересов, решения проблем стабилизации экологической ситуации, поэтапного оздоровления ее территории, перехода ее на модель устойчивого развития.

Здоровье человека в значительной мере определяется состоянием окружающей среды как природного происхождения (состояние природных сред, растительности, особенности ландшафта и т.п.), так и антропогенного генеза (химические вещества, загрязняющие воздух, почву, воду, шум, электромагнитные поля и т. д.). Взаимосвязь между этими факторами и здоровьем населения возможна в рамках социально-гигиенического мониторинга. Однако, существующий в стране социально-гигиенический мониторинг не только не реализуется в полной мере, но, главное, он направлен на выявление причинно-следственных связей между состоянием окружающей среды и возникновением и распространенностью заболеваний человека. На современном этапе важно знать не только и не столько заболеваемость населения, а запас или уровень его здоровья, который в первую очередь определяет трудовой и интеллектуальный потенциал региона. Необходимо также осуществлять динамическое наблюдение за качеством жизни населения, составляющей которого является состояние природной среды, возможности для отдыха и реабилитации и т.п.

Приоритетным фактором окружающей среды по степени вредного воздействия на здоровье населения является атмосферный воздух. За последние годы состав основных загрязняющих веществ существенно не изменился. Наиболее часто повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха связан с такими вредными веществами, как оксиды азота, оксид углерода, формальдегид, углеводороды, сернистый ангидрид.

Взаимоотношения между человеком и природой - самая большая проблема, которая волнует современное общество. Это и понятно, ибо природа - один из компонентов среды обитания человека, и от ее состояния зависит будущее человечества. Природа - в широком

смысле слова - это весь материально-энергетический и информационный проявление Вселенной Безусловно, это понятие касается и живого мира планеты Земля.

Природная среда или окружающая среда обусловлена наличием абиотических и биотических факторов существования человека в окружающей среде

**Абиотические факторы** - совокупность неорганических веществ, которые являются основой существования биосфера. Например: состав атмосферного воздуха, наличие в нем примесей, состав воды и наличие в ней неорганических веществ, температура, атмосферное давление, радиационный фон.

**Биотические факторы** - это совокупность живых организмов, которые своей жизнедеятельностью влияют на другие организмы, в том числе на человека. Например: растения выделяют кислород, необходимый людям, животным, а те, в свою очередь, обеспечивают поступления в атмосферу углекислого газа, который используют растения в процессе фотосинтеза.

Существует четыре группы основных функций, отношении человека выполняет естественная сфера:

- 1) **физиологическая** - поддерживает жизнь человека как биологического вида;
- 2) **социальная** - обеспечивает формирование человека как социума;
- 3) **экономическая** - определяет деятельность экономических условий существования человека, а также воспроизводство человека как трудового ресурса;
- 4) **экологическая** - формирует, регулирует и поддерживает состояние экосистемы, в которой происходит жизнедеятельность человека.

В результате развития естественных законов (физических, химических, биологических) около 5 млрд лет назад возникло и непрерывно развивается жизнь на Земле. Живые существа рождались, постепенно эволюционировали от простейших до все более сложных систем и создали новую среду под названием "ноосфера".

Человек - высшая ступень развития живых организмов на Земле, субъект общественной исторической деятельности и культуры. Вернадский подчеркивал, что человек без среды, которое поддерживает ее существования, невозможен. Между организмом человека и природной средой постоянно происходит обмен веществ. С среды организм получает кислород и питательные вещества, а к природной среде уходят вредные продукты распада. В благоприятных условиях среды человек получает возможность для своего комфортного существования, но, вместе с тем, отклонения параметров среды от нормы создает угрозы для его жизни и здоровья.

На организм человека влияют различные природные факторы: атмосферное давление, колебания температуры, влажность, уровень солнечной радиации, облачность, осадки, ветер, землетрясения.

**Атмосферное давление** - это сила, с которой воздух давит на земную поверхность, на все предметы, которые в ней находятся. Нормальное атмосферное давление составляет 760 мм. рт. ст. С высотой давление уменьшается. Давление также зависит и от температуры воздуха. Существует два основных вида атмосферной циркуляции. Циклоны - это восходящие атмосферные вихри с замкнутой участком низкого давления в центре, и антициклоны - низкие атмосферные вихри с высоким давлением в центре.

**Избыточное давление** образуется фронтом ударной волны при авариях на взрывоопасных объектах или при ядерном взрыве. При этом в зависимости от величины избыточного давления, человек может получить травмы различной степени или погибнуть.

**Температура воздуха** зависит главным образом от географической широты местности. На годовой и суточный ход температуры влияют также атмосферная циркуляция и подстилающая поверхность.

Оптимальной температурой воздуха, при которой обеспечивается максимальная производительность труда, есть положительная температура 18-22 ° С. Чрезвычайно высокая температура или слишком низкая при высокой влажности существенно влияет на координацию движений человека и точность реакции, в условиях производственной деятельности может повлечь аварийные ситуации.

**Влажность** зависит от климатических условий, времени года и суток. Относительная влажность воздуха - параметр чрезвычайно динамичный.

**Освещенность** - величина светового потока, падающего на единицу поверхности. Она должна обеспечить зрительное восприятие предметов или их регистрации с помощью приборов. Неправильное расположение источников света, малое или достаточно большое может привести к аварийной ситуации.

В целом параметры среды очень активно влияют на жизнедеятельность человека. Однако, если под действием тех или иных факторов параметры выйдут за пределы устоявшихся для определенного региона, то создадутся условия, которые могут привести к нарушению или полному прекращению жизнедеятельности. Такие условия считаются опасными.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **2.1 Практическое занятие № 1 ( 2 часа).**

**Тема:** «Экология как наука. Основные понятия и законы экологии»

#### **2.1.1 Задание для работы:**

- 1.Окружающая среда, окружающая природа.
- 2.Экосистема, геобиоценоз, биоценоз, биотоп, сообщество, популяция.
- 3.Экологические группы животных: консументы, продуценты, редуценты и др.

#### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

#### **2.1.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Экология как наука. Основные понятия и законы экологии».

### **2.2 Практическое занятие № 2 ( 2 часа).**

**Тема:** «Понятие «среда обитания». Закономерности факторов среды»

#### **2.2.1 Задание для работы:**

- 1.Законы оптимума и минимума.
- 2.Закон толерантности
- 3.Закон экологической индивидуальности

#### **2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

#### **2.2.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Понятие «среда обитания». Закономерности факторов среды»

### **2.3 Практическое занятие № 3 ( 2 часа).**

**Тема:** «Основные характеристики популяции. Структура и гомеостаз популяций»

### **2.3.1 Задание для работы:**

- 1.Структура популяций
- 2.Динамика популяции.
- 3.Основные условия устойчивости популяции.

### **2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

### **2.3.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Основные характеристики популяции. Структура и гомеостаз популяций».

## **2.4 Практическое занятие № 4 ( 2 часа).**

**Тема:** «Стратегии популяционного развития. Экологические стратегии растений и животных»

### **2.4.1 Задание для работы:**

- 1.Экологические стратегии популяций растений.
- 2.Экологические стратегии популяций животных

### **2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

### **2.4.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Стратегии популяционного развития. Экологические стратегии растений и животных».

## **2.5 Практическое занятие № 5 ( 2 часа).**

**Тема:** «Понятия «биоценоз». Видовая и пространственная структура биоценоза»

### **2.5.1 Задание для работы:**

- 1.Видовой состав как индикатор состояния биоценоза, его количественные измерения. Степень доминирования видов.
- 2.Видовое богатство, выравненность и показатель Шеннона как компоненты

видового разнообразия.

3.Основные формы взаимоотношений организмов в сообществах: нейтрализм, конкуренция, паразитизм, хищничество, мутуализм, комменсаллизм и др.

**2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

**2.5.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Понятия «биоценоз». Видовая и пространственная структура биоценоза».

**2.6 Практическое занятие № 6 ( 2 часа).**

**Тема:** «Экосистемы. Структура, продуктивность и динамика экосистем»

**2.6.1 Задание для работы:**

- 1.Классификация экосистем. Зональность экосистем. Размещение по земной поверхности основных наземных биомов.
- 2.Биологическая продуктивность экосистем. Правило пирамид. Экологические пирамиды: пирамиды численности, биомассы, энергии.
- 3.Понятие экологической сукцессии. Климакс, теория, функциональные характеристики.
- 4.Циклические и поступательные изменения в экосистемах.

**2.6.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

**2.6.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Экосистемы. Структура, продуктивность и динамика экосистем».

**2.7 Практическое занятие № 7 ( 2 часа).**

**Тема:** «Глобальные последствия влияния человека на биосферу. Защита окружающей природной среды»

### **2.7.1 Задание для работы:**

- 1.Биосфера как пример макроэкосистемы. Особенности, связанные с ее уникальностью и размером.
- 2.Учение Вернадского В.И. о биосфере.
- 3.Жизнедеятельность живых организмов. Общие планетарные функции живого вещества.
- 4.Значение биогенного и биокостного веществ для планеты в целом и для хозяйственной деятельности человека.

### **2.7.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

### **2.7.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Глобальные последствия влияния человека на биосферу. Защита окружающей природной среды».

## **2.8 Практическое занятие № 8 ( 2 часа).**

**Тема:** «Окружающая среда и экологические аспекты здоровья населения»

### **2.8.1 Задание для работы:**

- 1.Загрязнение и защита атмосферы.
- 2.Загрязнение и защита гидросферы
- 3.Литосфера и ее защита от загрязнений.
- 4.Нарушение экосистем
- 5.Проблемы биологического загрязнения окружающей природной среды.

### **2.8.2 Краткое описание проводимого занятия:**

1. Ответы на вопросы практического занятия.
2. Проведение текущего контроля успеваемости.
3. Выступление по определенной теме реферата.

### **2.8.3 Результаты и выводы:**

В результате проведенного занятия студенты успешно прошли изучение темы «Окружающая среда и экологические аспекты здоровья населения».