

# ЭКОЛОГИЯ



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**УЗБЕКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ  
КУЛЬТУРЫ**

**Н.А. Рахматов, О.Д. Хамидов, С.С. Шукурова,  
Д.Н. Рахматова**

# **ЭКОЛОГИЯ**

*Учебное пособие*

Ташкент  
«IQTISOD-MOLIYA»  
2011

**УДК 574(075)**

**ББК 20.1я73**

**Е40**

*Рецензенты:* д-р педаг.наук, проф. УзГИФК **Р.С. Саламов**;  
д-р биол.наук, проф. УзМУ **М.Н. Валихонов**;  
д-р биол.наук, проф. УзМУ **Б.О. Бекназаров**

**Рахматов Н.А.**

**Е40** **Экология.** Учебное пособие для студентов физической культуры и факультетов физического воспитания педагогических вузов / Н.А. Рахматов, О.Д. Хамидов, С.С. Шукурова, Д.Н. Рахматова; Мин. высш. и сред. образ. РУз. – Т.: «IQTISOD-MOLIYA», 2011. – 160 с.

Хамидов О.Д., Шукурова С.С., Рахматова Д.Н.

Предмет экологии, согласно программе, требует от студентов знаний влияния человека и научно-технического прогресса на биосферу и пути предотвращения экологических катастроф.

Во время учебного процесса необходимо осуществлять экологическое воспитание студентов. Так, последовательно можно будет решать вопросы, связанные с экологической обстановкой в крае, регионе, а также на планете.

Учебное пособие предназначено для студентов, которые сумеют воспользоваться полученными знаниями для достижения высоких результатов в спорте, а также для сохранения окружающей среды.

**УДК 574(075)**

**ББК 20.1я73**

**ISBN 978-9943-13-320-4**

© «IQTISOD-MOLIYA», 2011  
© Н.А. Рахматов, О.Д. Хамидов,  
С.С. Шукурова, Д.Н. Рахматова, 2011

---

## ЧАСТЬ I

### ЛЕКЦИИ ПО ЭКОЛОГИИ

#### **ВВЕДЕНИЕ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ. ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭКОЛОГИИ**

Слово «экология» образовано от греческого «oikos», что означает дом (жилище, местообитание, убежище) и «logos» – наука. В буквальном смысле экология – это наука об организмах «у себя дома». Наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности или характеру связей между организмами и окружающей средой». В настоящее время большинство исследователей считают, что экология – это наука, изучающая отношения живых организмов между собой и окружающей средой или наука, изучающая условия существования живых организмов, взаимосвязи между средой, в которой они обитают.

Элементы экологии имеют место в эпических произведениях и легендах. Например, в древнеиндийских сказаниях «Махабхарата» (VI-II вв. до н.э.) даются сведения о действии и образе жизни около 50 видов животных, сообщается об изменениях численности некоторых из них. В рукописных книгах Вавилона есть описания способа обработки земли, указывается время посева культурных растений, перечисляются птицы и животные, вредные для земледелия. В китайских хрониках IV-II вв. до н.э. описываются условия произрастания различных сортов культурных растений.

В трудах ученых мира – Гераклита (530-470 до н.э.), Гиппократ (ок.460-370 до н.э.), Аристотеля (384-322 до н.э.) и др. были сделаны дальнейшие обобщения экологических факторов.

Аристотель в своей «Истории животных» описал более 500 видов известных ему животных, рассказал об их поведении. Так начинался **первый этап развития науки** – накопление фактического материала и первый опыт его систематизации. Теофраст Эрезийский (372-287 до н.э.) описал влияние почвы и климата на структуру растений, наблюдаемое им на огромных пространствах

Древнего Средиземноморья. В работах философа впервые было предложено разделить покрытосеменные растения на основные жизненные формы: деревья, кустарники, полукустарники, травы. К этому периоду относится знаменитая «Естественная история» Плиния Старшего (23 – 79 н.э.).

Известный английский химик Р. Бойль (1627-1691) является первым ученым, осуществившим экологический эксперимент. Он опубликовал результаты сравнительного изучения влияния низкого атмосферного давления на различных животных.

В XVIII в. Ф. Реди экспериментально доказал невозможность самозарождения сколько-нибудь сложных животных.

Во второй половине XVIII в. проблема влияния внешних условий нашла отражение в работах французского естествоиспытателя Э. Бюффона (1707-1788). Он считал возможным «перерождение» видов и полагал основными причинами превращения одного вида в другой влияние таких внешних факторов, как «температура, климат, качество пищи и гнет одомашнивания».

**Второй этап развития науки** связан с крупномасштабными ботанико-географическими исследованиями в природе. Появление в начале XIX столетия биогеографии способствовало дальнейшему развитию экологического мышления. Подлинным основоположником экологии растений принято считать А. Гумбольдта (1769-1859), опубликовавшего в 1807 году работу «Идеи о географии растений», где на основе своих многолетних наблюдений в Центральной и Южной Америке он показал влияние климатических условий, особенно температурного фактора, на распространение растений. Появились первые специальные работы, посвященные влиянию климатических факторов на распространение и биологию животных, среди них книги немецкого зоолога К. Глогера (1833) об изменениях птиц под влиянием климата, датчанина Т. Фабера (1826) об особенностях северных птиц, К. Бергмана (1848) о географических закономерностях в изменении размеров теплокровных животных.

В 1832 году О. Декандоль обосновал необходимость выделения особой научной дисциплины «Эпиррелогия», изучающей влияние на растения внешних условий и воздействие растений на окружающую среду или, говоря современным языком экологии, среду, в которой существуют растения, стали понимать как совокупность действующих экологических факторов.

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

Победа эволюционного учения в биологии открыла, таким образом, **третий этап** в истории экологии, для которого характерно дальнейшее увеличение числа и глубины работ по экологическим проблемам. Экология, родившись в недрах биогеографии, в конце XIX в. благодаря учению Ч. Дарвина превратилась в науку об адаптациях организмов. Однако сам термин «экология» для новой области знаний впервые был предложен немецким зоологом Э. Геккелем в 1866 году.

Э. Геккель относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, интересующимся всеми сторонами жизни биологических организмов.

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

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

В 1913-1920 гг. были организованы экологические научные общества, основаны журналы, экологию начали преподавать в ряде университетов.

В конце двадцатого столетия происходит «экологизация» науки. Это связано с осознанием огромной роли экологических знаний, с пониманием того, что деятельность человека зачастую не просто наносит вред окружающей среде, но и воздействует на нее отрицательно, изменяя условия жизни людей, угрожает самому существованию человечества.

Экология – это наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой. Современная экология изучает проблемы взаимодействия человека и биосферы.

Основная задача экологии на современном этапе – детальное изучение основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем. Практическое значение экологии необычно возросло в результате развития научно-технического прогресса. Экология должна служить научной базой для любых мероприятий по сохранению среды в благоприятном для обитания человека состоянии.

Цель и задачи занятий по экологии в институте физической культуры, согласно программы, заключаются в подготовке грамотных, высококвалифицированных специалистов, хорошо разбирающихся в среде, жизни и здоровье, умеющих использовать полученные знания для достижения высоких результатов в спорте.

Одна из важных задач – изучение законов сложных взаимоотношений между средой и живыми организмами.

Предмет экологии, согласно программе, требует от студентов знаний влияния человека и научно-технического прогресса на биосферу и пути предотвращения экологических катастроф.

Во время учебного процесса необходимо осуществлять экологическое воспитание студентов. Так, последовательно можно будет решать вопросы, связанные с экологической обстановкой в крае, регионе, а также на планете.

На занятиях перед студентами раскрываются такие проблемы, как загрязнение окружающей среды, исчезновение многих видов растений и животных, изменение генофонда биологических особей, в том числе и людей, и пути решения этих проблем.

Знание проблем экологии поможет студентам спортсменам выбрать для тренировок экологически чистые зоны, научит употреблять экологически чистые продукты и тем самым поможет улучшить здоровье и повысить спортивные достижения, а также осуществлять грамотный подход к процессам, происходящим в природе, сохраняя окружающую среду для будущего поколения.

### ***Содержание, предмет и задачи экологии***

Содержание современной экологии лучше всего определить, исходя из концепции уровня организации, которые составляют своеобразный «биологический центр».

## Спектр уровней организации

Биотические компоненты	Гены	Клетки	Органы	Организмы	Популяции	Сообщества
Плюс						
Абиотические компоненты	Вещество Энергия					
Равняется	II	II	II	II	II	II
Биосистемы	Генетические системы	Клеточные системы	Системы органов	Системы организмов	Популяционные системы	Экосистемы

Основным содержанием современной экологии является исследование взаимоотношений организмов друг с другом и со средой на популяционно-биоценологическом уровне и изучение функционирования биологических макросистем более высокого ранга: биогеоценозов (экосистем), биосферы, их продуктивности и энергетики.

Предметом исследования экологии являются биологические макросистемы (популяция, биоценозы) и их динамика во времени и пространстве.

Основные задачи экологии могут быть сведены к изучению динамики популяций, к учению о биоценозах и экосистемах.

***Взаимосвязь экологии с другими биологическими науками.***

***Подразделения экологии***

Экология – одна из сравнительно молодых и бурно развивающихся биологических наук. Однако проникновение экологических идей практически во все разделы биологии зачастую ставит под сомнение самостоятельность экологии как науки. Вместе с тем существует немало классификаций биологических наук, каждая из которых, хотя и не охватывает все биологические науки (табл.2), дает возможность определить место экологии среди других дисциплин.

**Классификация биологических наук  
(по Б.Г. Иоганзену, 1959)**

Общие науки	Частные науки	Комплексные науки
Систематика Морфология Физиология Экология Генетика Биогеография Эволюционное учение	Микробиология Ботаника Зоология Антропология	Гидробиология Почвоведение Паразитология

Общие биологические науки изучают весь органический мир в строго определенном направлении, какую-то одну сторону его жизненных явлений, т.е. «немного обо всем». Каждая из этих наук может в свою очередь подразделяться на части, например, систематика – на систематику злаков, систематику животных и т.д. Частные науки изучают конкретно объекты органического мира всесторонне, т.е. «все об одном». Так, микробиология изучает систематику, морфологию, физиологию, экологию микроорганизмов. При этом частные науки в свою очередь могут быть расчленены: зоология, например, подразделяется на протозоологию, гельминтологию, орнитологию, энтомологию и т.д. В основе комплексных наук лежит изучение условий жизни организмов. В них значительно шире и глубже развиваются экологические идеи, доминирует экологический подход при изучении конкретных явлений. Так, гидробиология изучает систематику, морфологию (общие науки) животных, растений, микроорганизмов (частные науки), обитающих только в водной среде.

Экология как общая биологическая наука также может быть расчленена на составные части: экологию растений, экологию насекомых, экологию лесных пород и т.д. Однако, если для других наук индивидуум является наикрупнейшей единицей, то для экологии он – мельчайшая единица исследований.

В настоящее время экология распалась на ряд научных отраслей и дисциплин, подчас далеких от первоначального понимания ее как биологической науки (биоэкологи) об *отношениях живых организмов с окружающей их средой*. Экологию по размерам объектов изучения делят на:

- Аутэкологию (особи, организм и его среда);
- Демэкологию или популяционную экологию (популяция и ее среда);
- Синэкологию (биотическое сообщество, экосистема и их среда);
- Географическую или ландшафтную экологию (крупные гео-системы, географические процессы с участием живого и их среды);
- Глобальную экологию (мегаэкология, учение о биосфере Земли).

По отношению к предметам изучения экологию подразделяют на экологию микроорганизмов (прокариот), грибов, растений, животных, человека, сельскохозяйственную, промышленную (инженерную), общую экологию.

**Изучение сообществ.** При изучении сообществ исследуют растения, животных и микроорганизмы, которые обитают в различных биотических единицах, таких как лес, луг, пустошь. Основное внимание уделяется определению и описанию видов, изучению факторов, ограничивающих их распространение.

**Популяционный подход.** В современных популяционных исследованиях используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности популяции тех или иных видов. Построение моделей связано с такими понятиями, как рождаемость, выживаемость и смертность. Популяционный подход обеспечивает теоретическую базу для понимания всплесков численности вредителей и паразитов, имеющих значение для медицины и сельского хозяйства.

**Изучение местообитаний.** Анализ местообитания особо выделяют в связи с удобством проведения исследований. Он широко распространен в полевых исследованиях, так как местообитания легко поддаются классификации. Здесь изучают биотические компоненты экосистемы, основные факторы окружающей среды – эдафические, топографические и климатические, такие, как почва, вода, влажность, температура, свет и ветер. Анализ местообитаний имеет тесные связи с экосистемным подходом и изучением сообществ.

**Эволюционный и исторический подходы.** Важный материал о характере вероятных будущих изменений мы можем получить, изучая как экосистемы, сообщества, популяции и местообитания

менялись во времени. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали в экосфере до того момента, когда важным экологическим фактором, влияющим на большинство организмов и на физическую среду, стала деятельность человека. Эволюционный подход в исследованиях позволяет реконструировать экосистемы прошлого, используя палеонтологические данные (анализ пыльцы, ископаемые остатки и т.д.) и сведения о современных экосистемах.

*Историческая экология* изучает изменения, связанные с развитием человеческой цивилизации и технологии, их возрастающее влияние на природу, охватывая период от неолита до наших дней.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Экологические проблемы можно разделить на три группы:

1. Глобальная проблема;
2. Региональная проблема;
3. Локальная проблема.

*1. Глобальная проблема:* Сюда можно отнести следующие проблемы такие как: Образование  $\text{CO}_2$  в атмосфере; уменьшение слоя озона; проблемы чистой воды; использование пестицидов; проблемы уменьшения видов животных и растений в живой природе.

*1. Образование  $\text{CO}_2$  в атмосфере.* В последнее время в составе атмосферы увеличивается  $\text{CO}_2$ . Поэтому в течение последних 100 лет на земном шаре температура превышала от 0,5 до 1,0°C. Это все влияет на атмосферу из-за выбросов газов автомобилей, производственных остатков, появления большого количества  $\text{CO}_2$ , а также при сгорании угля и бензина. Если это будет так продолжаться, то в XXI веке температура может подняться до 1,5-4,5°C.

Это приведёт:

- к изменению температуры и образованию безводных зон;
- к изменению процесса дождливости;
- к переходу географических зон;
- к повышению воды в океанах и морях;
- к уменьшению и оттаиванию ледников и другим.

**2. Уменьшение слоя озона.** Озон является составной частью атмосферы и защищает живые организмы от ультрафиолетовых лучей. Озон образуется и распадается в атмосфере. Озон образуется при помощи солнечной энергии из кислорода, оксидов азота и других газов. Озон впитывая в себя ультрафиолетовые лучи защищает живые организмы. Увеличение ультрафиолетовых лучей действует на живой организм отрицательно. Под действием УФ лучей у человека сгорает кожа. Это может вызвать рак кожи.

В настоящее время использование хлорфторметана (фреон), минералов нитрата, выбросы авиации, атомных бомб не дают возможности в атмосфере собраться озону. Поэтому использование фреона в холодильниках уменьшается и в дальнейшем не будет использоваться.

**3. Проблемы чистой воды.** В биосфере вода играет большую роль. В гидросфере чистой воды очень мало (2-2,5%). Запас чистой воды находится в основном в Антарктике. При развитии общества нужды человечества в чистой воде увеличиваются. В настоящее время использование воды увеличилось в 7 раз. В год расходуется 3-3,5 тысяч км<sup>3</sup> воды. В конце века эта цифра увеличится в 1,5-2 раза. На земном шаре речные воды составляют 50 000 км<sup>3</sup>. Если использовать воду в таком количестве, то её будет нехватать в будущем.

В начале 1980 года в реках Африки, Австралии, Италии, Мексики, реки Нил, Сырдарья, Амударья и других речках наблюдалась нехватка воды. Выбросы ядовитых веществ в реки увеличиваются. В реки сбрасывается 160 км<sup>3</sup> воды из переработки производства. Эта цифра составляет 10% от общей массы воды, а в развивающихся странах доходит до 30%. В водах рек увеличивается число ядовитых химических веществ и бактерий.

**4. Проблемы использования пестицидов.** Пестициды используются для уничтожения вредных растений, ядовитых насекомых, животных и микроорганизмов. В сельском хозяйстве, лесоводстве пестициды опрыскиваются с помощью авиации. Этот процесс заражает большое количество территории. В атмосфере пестициды через воду переходят в реки, озера и накапливаются в океанах.

Далее, при взаимодействии с продуктами пестициды переходят в землю, воду и через животных и птиц передаются человеку.

Пестициды очень вредны и пагубно влияют на природу и человека. Ядовитое действие пестицидов можно уменьшить следующим образом:

- Пестициды готовить в гранулообразном виде;
- Уменьшить отрицательное действие на человека и животных;
- Сделать так, чтобы пестициды не накапливались в воде и земле;
- Ограничить использование пестицидов;
- Синтезировать быстрораспадающиеся пестициды;
- Применять в сельском хозяйстве агротехнические и селекционные методы;
- Защищать растения биологическим методом.

**5. Проблемы уменьшения в живой природе отдельных видов животных и растений.** Лесоводство на земном шаре играет большую роль. В настоящее время 30% или 3,8 млрд. гектаров земли являются лесом. Они распространены в северной и тропической зоне. Образование больших городов, увеличение числа людей и промышленных центров дает возможность людям отдыхать на природе. Лес в этом случае является основным местом отдыха. В настоящее время лесоводство по всему миру находится в плохом состоянии. Каждый год 3 млрд. м<sup>3</sup> леса уничтожается, а в 2000 году превысило в 1,5 раза. Человечество беспокоят тропические и субтропические зоны, в которых уничтожается лес. 160 млн. гектаров земли тропического леса испорчено. В год восстанавливается 11 млн. гектаров земли. Уменьшение фауны и флоры фиксируются в «Красную книгу».

**Численность исчезающих видов**  
(данные по международной «Красной книге»)

Название	Виды	Подвиды	Всего	% соотношение по общему виду
Млекопитающих	227	93	320	6,2
Птицы	264	167	431	4,6
Пресмыкающиеся	74	61	135	1,8
Амфибии	34	7	41	2,8
Рыбы в чистой воде	169	25	194	3,5
Высшие растения	Не менее 250,000			Не менее 10,0

Красная книга играет огромную роль в защите и сохранении животных и растений.

**II. Региональная проблема:** (сюда относятся – загрязнение воздуха и воды; эрозия земли; непригодность – угодий, уничтожение лесов и др.).

В Центральной Азии к региональной проблеме можно отнести Арал и зону Приаралья. Арал до недавнего времени был самым большим морем. Он использовался в рыбоводстве, охотничестве, транспорте и рекреации (рекреация – отдых).

С расширением сельскохозяйственных работ воды рек Амударьи и Сырдарьи уменьшились в 1970 годы до 37,8 км<sup>3</sup>, а в 1980 годы до 11,1 км<sup>3</sup>.

В 1980 году воды этих рек не дошли до Арала. Соленость воды от 9-10 г/л дошла до 34-37 г/л. В настоящее время идёт снижение воды от 80 – до 110 см. Питьевая вода заражена пестицидами. За последние 10 лет смертность в зоне Арала возрасла в 2 раза.

Смертность из 1.000 детей 45-90, 80% жителей болеют малокровием, у 90% детей в моче обнаружена соль.

Проблемы экологии Арала и Приаралья являются очень актуальными и относятся к международным.

Решение региональной проблемы Средней Азии в дальнейшем будет зависеть от экологического и экономического, а также демографического и мелиоративного состояния земли и обеспечения питьевой водой.

**III. Локальная проблема:** Узбекистан сегодня является большим промышленным и аграрным регионом и в дальнейшем будет развивать машиностроение, энергетику, химическую, транспортную промышленность. Несмотря на все это в республике плохо функционирует экономико-экологическая система.

В республике имеются следующие экологические проблемы:

1. Промышленные города, такие как Ангрен-Алмалык, Чирчик, Фергана-Маргилан, Навоий и др.;

2. Решение ресурса воды и её использования в Арале и Приаралье;

3. Решение проблем в агропромышленности;

4. Проблема загрязнения природных вод минеральными удобрениями, промышленными выбросами и пестицидами;

5. Защита животных и растительного мира, проблема восстановления и расширения охраняемых природных территорий и национальных садов.

Как можно решить проблему экологии в Узбекистане!

1. В первую очередь создать условия для оздоровления населения;
2. Сдерживать равновесие в биосфере;
3. Использовать естественные ресурсы;
4. Природу и природные ресурсы сохранить в прежнем состоянии;
5. Сохранить генофонд и ландшафт.

### *МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭКОЛОГИИ*

В экологии применяют следующие методы – полевые, лабораторные, экспериментальные и математическое моделирование.

Для эколога первостепенное значение имеют полевые исследования, т.е. изучение популяций видов и их сообществ в естественной обстановке, непосредственно в природе. При этом обычно используются методы физиологии, биохимии, анатомии, систематики и других биологических, да и не только биологических наук. Наиболее тесно экологические исследования связаны с физиологическими. Однако между ними имеется принципиальная разница. Физиология изучает функции организма и процессы, протекающие в нем, а также влияние на эти процессы различных факторов. Экология же, используя физиологические методы, рассматривает реакции организма как единого целого на констелляцию внешних факторов, т.е. на совместное воздействие этих факторов при строгом учете сезонной цикличности жизнедеятельности организма и внутривидовой разнородности.

Полевые методы позволяют установить результат влияния на организм или популяцию определенного комплекса факторов, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности вида в конкретных условиях.

Однако наблюдения не могут дать вполне точного ответа, например, на вопрос, какой же из факторов среды определяет характер жизнедеятельности особи, вида, популяции или сообщества. На этот вопрос можно ответить только с помощью эксперимента, за-

дачей которого является выяснение причин наблюдаемых в природе отношений. В связи с этим экологический эксперимент, как правило, носит аналитический характер. Экспериментальные методы позволяют проанализировать влияние на развитие организма отдельных факторов в искусственно созданных условиях и таким образом изучить все разнообразие экологических механизмов, обуславливающих его нормальную жизнедеятельность.

На основе результатов аналитического эксперимента можно организовать новые полевые наблюдения или лабораторные эксперименты. Выводы, полученные в лабораторном эксперименте, требуют обязательной проверки в природе. Это дает возможность глубже понять естественные экологические отношения популяций и сообществ.

Эксперимент в природе отличается от наблюдения тем, что организмы искусственно ставятся в условия, при которых можно строго дозировать тот или иной фактор и точнее, чем при наблюдении, оценить его влияние.

Эксперимент может носить и самостоятельный характер. Например, результаты изучения экологических связей насекомых дают возможность установить факторы, влияющие на скорость развития, плодовитость, выживаемость ряда вредителей (температура, влажность, пища).

В экологическом эксперименте трудно воспроизвести весь комплекс природных условий, но изучить влияние отдельных факторов на вид, популяцию или сообщество вполне возможно.

Примером экологических экспериментов широких масштабов могут служить исследования, проводимые при создании лесозащитных полос при мелиоративных и различных сельскохозяйственных работах. Знание при этом конкретных экологических особенностей многих растений, животных и микроорганизмов позволяет управлять деятельностью тех или иных вредных или полезных организмов.

В современных условиях экологические исследования играют существенную роль в решении ряда теоретических и практических задач. Динамика численности организмов, сезонное развитие, расселение и акклиматизация полезных и вредных видов, прогнозы размножения и распространения – вот основные в настоящее время экологические проблемы. Разработка их требует рационального

сочетания полевых, лабораторных и экспериментальных исследований, которые должны взаимно дополнять и контролировать друг друга.

### **Математические методы и моделирование**

При экологическом исследовании, которое обычно проводится на определенном количестве особей, изучаются природные явления во всем их разнообразии: общие закономерности, присущие макросистемы, её реакции на изменение условий существования и др. Но каждая особь, индивидуум неодинаковы, отличны друг от друга. Кроме того, выбор особи из всей популяции: носит случайный характер. И лишь применение методов математической статистики дает возможность по случайному набору различных вариантов определить достоверность тех или иных результатов (степень отклонения их от нормы, случайные отклонения или закономерности) и получить объективное представление о всей популяции.

Однако как только было установлено, что все биологические системы, в том числе и надорганизменные макросистемы, обладают способностью к саморегуляции, ограничиваться методами математической статистики стало невозможно. Поэтому в современной экологии широко применяются методы теории информации и кибернетики, тесно связанные с такими областями математики, как теория вероятности, математическая логика, дифференциальные и интегральные исчисления, теория чисел, матричная алгебра.

В последнее время широкое распространение получило моделирование биологических явлений, т.е. воспроизведение в искусственных системах различных процессов, свойственных живой природе. Так, в «модельных условиях» были осуществлены многие реакции, протекающие в растении при фотосинтезе. Примером биологических моделей может служить и аппарат искусственного кровообращения, искусственная почка, искусственные легкие, протезы, управляемые биотоками мышцы и др.

В различных областях биологии широко применяются так называемые живые модели. Несмотря на то, что различные организмы отличаются друг от друга сложностью структуры и функции, многие биологические процессы у них протекают практически одинаково. Поэтому изучать их удобно на более простых су-

щества. Они – то и становятся живыми моделями. В качестве примера можно привести зоохлореллу, которая служит моделью для изучения обмена веществ; моделью для исследования внутриклеточных процессов являются гигантские растительные и животные клетки и т.д.

Основной задачей биологического моделирования является экспериментальная проверка гипотез относительно структуры и функции биологических систем, сущность этого метода заключается в том, что вместе с оригиналом, т.е. с какой то реальной системой, изучается его искусственно созданное подобие – модель. В сравнении с оригиналом модель обычно упрощена, но свойства их сходны. В противном случае полученные результаты могут оказаться недостоверными, не свойственными оригиналу.

В зависимости от особенностей оригинала и задач исследования применяются самые разнообразные модели.



Реальные (натурные, аналоговые) модели, если таковые удастся создать, отражают самые существенные черты оригинала. Например, аквариум может служить моделью естественного водоема.

Однако создание реальных моделей сопряжено с большими техническими трудностями, так как пока еще не удается достичь точного воспроизведения оригинала.

Знаковая модель представляет собой условное отображение оригинала с помощью математических выражений или подробного описания.

Наибольшее распространение в современных экологических исследованиях получили концептуальные и математические модели и их многочисленные разновидности. Разновидности концептуальных моделей характеризуются подробным описанием системы (научный текст, схема системы, таблицы, графики и т.д.). Математические модели являются более эффективным методом изучения экологических систем, особенно при определении количественных показателей. Математические символы, например, позволяют сжато описать сложные экологические системы, а уравнения дают возможность формально определить взаимодействия различных их компонентов.

#### ***АУТЭКОЛОГИЯ. ПОНЯТИЕ О СРЕДЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРАХ. КОНТРОЛЬ ЗА ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ. МОНИТОРИНГ***

Аутэкология исследует отдельный организм в его индивидуальной связи с окружающей средой, жизненные отправления и поведение, где он как бы изолируется от других компонентов системы, рассматривая его вне этой системы (аут-вне).

Таким образом аутэкология изучает взаимодействие со средой отдельной особи.

Различают такие понятия, как среда и условия существования организмов.

**Среда** – это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие. Из среды организмы получают все необходимое для жизни и в нее выделяют продукты обмена веществ. Среда обитания каждого организма складывается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, приносимых человеком и его производственной деятельностью. При этом одни элементы могут быть частично или полностью безразличны организму, другие – необходимы, а третьи оказывают отрицательное воздействие.

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

Приспособление организмов к среде называется адаптацией. Способность к адаптации – одно из основных свойств жизни, обеспечивающая саму возможность ее существования, возможность организмам выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем.

Отдельные свойства или элементы среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами (табл.3).

Таблица 3

**Различные подходы к классификации экологических факторов**

Экологические факторы	
Абиотические	Биотические
Свет, температура, влага, ветер, воздух, давление, течение, долгота дня и т.д.	Влияние растений на другие члены биоценоза
Механический состав почвы, ее проницаемость, влагоемкость	Влияние животных на другие члены биоценоза
Содержание в почве или воде элементов питания, газовый состав, соленость воды	Антропогенные факторы – все формы деятельности человеческого общества

По времени	По периодичности	По очередности
Эволюционный – исторический	Периодический – непериодический	Первичный – вторичный
По происхождению		По среде возникновения
Космический	Атмосферный	
Абиотический (абиогенный)	Водный (влажности)	
Биогенный	Геоморфологический	
Биотический	Эдафический	
Биологический	Физиологический	
Природно-антропогенный	Генетический	
Антропогенный (в т.ч. техногенный, загрязнение среды, в т.ч. беспокойство)	Популяционный	
	Биоценологический	
	Экосистемный	
	Биосферный	

Многообразие экологических факторов подразделяется на две большие группы: абиотические и биотические.

**Абиотические факторы** – это комплекс условий неорганической среды, влияющих на организм.

**Биотические факторы** – это совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на другие. В отдельных случаях антропогенные факторы выделяют в самостоятельную группу факторов наряду с абиотическими и биотическими, поддерживая тем самым чрезвычайное действие антропогенного фактора. Соглашаясь с этим, все же более правильно классифицировать его как часть факторов биотического влияния, так как понятие «биотические факторы» охватывает действия всего органического мира, к которому принадлежит и человек.

Совокупность факторов одного рода составляет верхний уровень понятий. Нижний уровень понятий связан с познанием отдельных экологических факторов (табл. 4).

Таблица 4

Уровни понятия «экологический фактор»		
Верхний уровень понятия	Совокупность абиотических факторов природы	Совокупность биотических факторов природы
Нижний уровень понятия	Отдельный абиотический фактор природы	Отдельный биотический фактор природы

Влияние факторов среды определяется прежде всего их воздействием на обмен веществ организмов. Отсюда все экологические факторы по их действию можно подразделить на прямодействующие и косвеннодействующие.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется оптимумом, а дающая наихудший эффект – пессимумом, т.е. условия при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать.

**Изменения факторов среды во времени могут быть:**

**1. Регулярно-периодическими, меняющими силу воздействия в связи со временем суток, или сезоном года или ритмом приливов и отливов в океане;**

2. *Нерегулярными, без четкой периодичности*, например, изменения погодных условий в разные годы, явления катастрофического характера – бури, ливни, обвалы и т.п.;

3. *Направленными на протяжении известных, иногда длительных отрезков времени*, например, при похолодании или потеплении климата, зарастании водоемов, постоянном выпасе скота на одном и том же участке и т.п.

*Экологические факторы среды* оказывают на живые организмы различные воздействия, т.е.:

А. могут влиять как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций;

Б. как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях;

В. как модифакторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов, как сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия на организм и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей.

### *1. Закон оптимума:*

*Благоприятная* сила воздействия называется зоной **оптимума экологического фактора** или просто оптимумов для организмов данного вида, чем сильнее отклонение от оптимума, тем больше выражены угнетающие действие данного фактора на организмы (зона пессимума).

Максимально и минимально переносимые значения фактора – это критические точки, за пределами которых существование у нас невозможно, наступает смерть.

Пределы выносливости между критическими точками называют экологической валентностью живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

Представители разных видов сильно отличаются друг от друга как по положению оптимума, так и по экологической валентности.

Так, например, песцы в тундре могут переносить колебания температуры воздуха в диапазоне около  $80^{\circ}\text{C}$  (от  $+30^{\circ}\text{C}$  до  $55^{\circ}\text{C}$ ), тогда как тепловодные рачки *Coripia mirabilis* (копила мирабилис) выдерживают изменения температуры воды в интервале не более  $6^{\circ}\text{C}$  (от  $23^{\circ}\text{C}$  до  $29^{\circ}\text{C}$ ). Одна и та же сила проявления фактора может

быть оптимальной для одного вида и пессимальной для другого, и выходить за пределы выносливости для третьего.

Широкую экологическую валентность вида по отношению к абиотическим факторам среды обозначают добавлением к названию фактора приставки «ЭВРИ».

Эвритермные виды – выносят значительные колебания температуры;

Эврибатные – широкий диапазон давления;

Эвригалчинные – разную степень засоления среды.

Неспособность переносить значительные колебания фактора или узкая экологическая валентность характеризуется приставкой «стено» – стенотермные, стенобатные, стеногалчинные виды и т.д.

В более широком смысле слова виды, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия, называются стенобионтными, а те, которые способны приспосабливаться к разной экологической обстановке – эврибионтными.

**2. Неоднозначность действия фактора на разные функции.** Каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма.

Оптимум для одних процессов может являться пессимум для других. Так  $t$  воздуха от  $40^{\circ}\text{C}$  до  $45^{\circ}\text{C}$  у холоднокровных животных сильно увеличивает скорость обменных процессов в организме, но тормозит двигательную активность и животные впадают в тепловое оцепенение.

**3. Изменчивость, вариабельность и разнообразие ответных реакций на действие факторов среды у отдельных особей вида.**

**4. К каждому из факторов среды виды приспособляются относительно независимым путем.**

**5. Несовпадение экологических спектров отдельных видов.**

**6. Взаимодействие факторов.**

**7. Правило ограничивающих факторов.**

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Под мониторингом (от лат. «монитор» – напоминающий, надзирающий) понимают систему наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды. Основной принцип мониторинга – непрерывное слежение.

Мониторинг является важнейшей частью экологического контроля, который осуществляет государство. Главная цель монито-

ринга – наблюдение за состоянием окружающей среды и уровнем её загрязнения. Не менее важно своевременно оценить и последствия антропогенного воздействия на биоту, экосистему и здоровье человека, а также эффективность природоохранных мероприятий. Но мониторинг – это не только слежение и оценка фактов, но и экспериментальное моделирование, прогноз и рекомендации по управлению состоянием окружающей среды.

По территориальному охвату различают три ступени или блока современного мониторинга – локальный (биоэкологический, санитарно-гигиенический), региональный (геосистемный, природно-хозяйственный) и глобальный (биосферный, фоновый) (табл.5).

В программу биоэкологического (санитарно-гигиенического) мониторинга, проводимого на локальном уровне, входят наблюдения за изменением в различных сферах содержания загрязняющих веществ, обладающих канцерогенными, мутантными и иными неблагоприятными свойствами.

Постоянным наблюдениям подвергаются следующие загрязняющие вещества, наиболее опасные для природных экосистем и человека:

- В поверхностных водах – радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, бенз(а)пирен, рН, минерализации, азот, нефтепродукты, фенолы, фосфор;

- В атмосферном воздухе – оксиды углерода, азота, диоксид серы, озон, пыль, аэрозоли, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор, углеводороды;

- В биоте – тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор.

Тщательно исследуются и такие вредные физические воздействия, как радиация, шум, вибрация, электромагнитные поля и др.

Пункты экологических наблюдений располагаются в местах концентрации населения и районах интенсивной его деятельности с таким расчетом, чтобы они контролировали основные линии связи человека (трофические и др.) с естественными и искусственными компонентами окружающей среды. Это могут быть территории промышленно-энергетических центров, атомных электростанций, нефтепромыслов, агроэкосистем с интенсивным применением ядохимикатов и др.

В составе биоэкологического (санитарно-гигиенического) мониторинга большое внимание уделяют наблюдениям за ростом

врожденных дефектов в популяциях человека и динамикой генетических последствий загрязнения биосферы, в первую очередь, мутагенами. Экологическую опасность их трудно переоценить, ибо как подчеркивают Д.П. Никитин и Ю.В. Новиков «мутагены поражают самое драгоценное, что создано эволюцией живой материи, – генетическую программу человека, а также генофонды популяций всех видов животных, растений, бактерий и вирусов, населяющих биосферу».

На региональном (геосистемном) уровне наблюдения ведут за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем и т.д.), где имеются отличия параметров от базового фона ввиду антропогенных воздействий. Изучают трофические связи (биологические круговороты) и их нарушения, оценивают возможность использования ресурсов природных экосистем в конкретных видах деятельности, анализируют характер и количественные показатели антропогенных воздействий на окружающую среду в этих регионах. Например, ведут контроль за популяционным состоянием исчезающих видов животных в пределах какого либо региона и т.д.

Таблица 5

**Система наземного мониторинга окружающей среды  
(по И.П. Герасимову)**

Ступени мониторинга	Объекты мониторинга	Характеризуемые показатели мониторинга
Локальный (санитарно-гигиенический, биоэкологический)	Приземной слой воздуха	ПДК токсичных веществ
	Поверхностные и грунтовые воды, промышленные и бытовые (стоки и различные выбросы)	Физические и биологические раздражители (шумы, аллергены и др.)
	Радиоактивные излучения	Предельная степень радиоизлучения
Региональный (геосистемный природно-хозяйственный)	Исчезающие виды животных, растений	Популяционное состояние видов
	Природные экосистемы	Их структура и нарушение
	Агроэкосистемы	Урожайность сельскохозяйственных культур
	Лесные экосистемы	Продуктивность насаждений

Глобальный (биосферный, фоновый)	Атмосфера	Радиационный баланс, тепловой перегрев, состав и запыление
	Гидросфера	Загрязнение рек и водоемов; водные бассейны, круговорот воды на континентах
	Растительный и почвенный покров, животное население	Глобальные характеристики состояния почв, растительного покрова и животных. Глобальные круговороты и баланс CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> и других веществ

Обеспечить наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений в биосфере в целом – задача глобального мониторинга. Его называют еще фоновым или биосферным.

Объектами глобального мониторинга являются атмосфера, гидросфера, растительный и животный мир и биосфера в целом как среда жизни всего человечества.

Разработка и координация глобального мониторинга окружающей природной среды осуществляется в рамках организации ООН и Всемирной метеорологической организацией (ВМО).

Основными целями этой программы являются:

- Организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;
- Оценка влияния глобального загрязнения атмосферы на климат;
- Оценка количества и распределения загрязнений в биологических системах, особенно в пищевых цепочках;
- Оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования;
- Оценка реакции наземных экосистем на воздействие окружающей среды;
- Оценка загрязнения океана и влияния загрязнения на морские экосистемы;
- Создание системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

При выполнении работ по программе глобального мониторинга особое внимание уделяют наблюдениям за состоянием природной

среды из космоса. Космический мониторинг позволяет получить уникальную информацию о функционировании экосистем как на региональном, так и на глобальном уровне. В сравнении с другими видами мониторинга космический имеет ряд практически значимых преимуществ. По данным Г.И. Марчула (1990), он позволяет, в частности, оперативно получать информацию о природной среде больших территорий Земли, что особенно важно при возникновении ураганов, наводнений и других стихийных бедствий.

Чрезвычайно важным является создание системы космического мониторинга лесных пожаров для малозаселенных пространств.

### **СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ**

**Понятие о популяции.** В природе каждый существующий вид представляет сложный комплекс или даже систему внутривидовых групп, которые охватывают в своем составе особей со специфическими чертами строения, физиологии и поведения. Таким внутривидовым объединением особей и является популяция.

Термин «популяция» был впервые введен в 1903 году датским ученым Иогансенем для обозначения «естественной смеси особей одного и того же вида, неоднородной в генетическом отношении». В дальнейшем этот термин приобрел экологическое значение и им стали обозначать население вида, занимающего определенную территорию. По определению С.С. Шварца (1980), популяция – это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необразимо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.

Популяцией называется совокупность особей, в течение продолжительного времени населяющих определенную территорию или акваторию, связанных той или иной степенью панмиксии и достаточно изолированных от других таких же совокупностей.

Количественные характеристики степени панмиксии и изолированности, необходимые для отделения популяции от кратковременных неустойчивых объединений особей, с одной стороны, требуют больших совокупностей особей, уже не являющихся элементарными экологическими и эволюционно-генетическими единицами, а с другой – конкретизируются в зависимости от природы того или иного вида.

Данное определение применимо лишь к двуполом перекрестно-оплодотворяющимся организмам. Для видов, размножающихся бесполом путем (облигатно-партеногенетические, самооплодотворением и др.), сформулировать столь же строгое понятие популяции не представляется возможным. В этом случае популяцией целесообразно считать группу близких по происхождению особей, занимающих одну и ту же нишу в пределах некоторого ареала и отделенных от особей других таких же групп пространством.

Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойственен рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях, т.е. популяции обладают конкретными генетическими и экологическими характеристиками (табл.6).

Таблица 6

Популяции	Морфологические особенности	Экологические особенности
Камчатская	Особенно крупные зверьки, пышный, длинный шерстяной покров	Леса каменной березы, кедровый стланик Смешанные хвойные леса
Амурская	Средний и мелкий размер, низкий волосяной покров	Горные хвойные, кедровые, сосновые леса
Енисейская	Размер крупный и средний, грубый шерстяной покров красноватого цвета	

### ***Пространственные подразделения популяции***

Пространство или ареал, занимаемой популяцией, может быть различным как для разных видов, так и в пределах одного вида. Величина ареала популяции определяется в значительной мере подвижностью особей или радиусом индивидуальной активности.

В зависимости от размеров занимаемой территории Н.П. Наумов (1963) выделяет три типа популяций: элементарные, экологические и географические.

***Элементарная популяция или микропопуляция*** – это совокупность особей вида, занимающих какой-то небольшой участок

однородной площади. В состав их обычно входят генетически однородные особи.

**Экологическая популяция** формируется как совокупность элементарных популяций. В основном это внутривидовые группировки, слабо изолированные от других экологических популяций вида, поэтому обмен генетической информацией между ними происходит сравнительно часто, но реже, чем между элементарными популяциями. Экологическая популяция имеет свои особые черты, отличающие ее в чем то от другой соседней популяции.

**Географическая популяция** охватывает группу особей, населяющих территорию с географически однородными условиями существования. Географические популяции занимают сравнительно большую территорию, довольно основательно разграничены и относительно изолированы. Они различаются плодовитостью, размерами особей, рядом экологических, физиологических, поведенческих и других особенностей. Для географической популяции характерен генетический обмен, и хотя он может быть редким, но все же возможен.

#### ***Численность и плотность популяций***

Основными показателями структуры популяций является численность и распределение организмов в пространстве и соотношение разнокачественных особей.

**Численность популяции** – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Численность популяции зависит от соотношения интенсивности размножения (плодовитости) и смертности. В период размножения происходит рост популяции. Смертность же, наоборот, приводит к сокращению ее численности.

Плотность популяции определяется количеством особей или биомассой на единицу площади либо объема, например, 400 деревьев на 1 га, 0,5 г микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воды. Нередко важно различать среднюю плотность, т.е. численность или биомассу на единицу всего пространства и удельную или экологическую плотность.

#### ***Рождаемость и смертность***

Динамика численности и плотности популяций находится в тесной зависимости от рождаемости или плодовитости и смертности.

**Рождаемость** – это способность популяции к увеличению численности. Характеризует частоту появления новых особей в популяции. Различают рождаемость абсолютную и удельную. Абсолютная (общая) рождаемость – число новых особей ( $N_p$ ), появившихся за единицу времени ( $t$ ). Удельная рождаемость выражается в числе новых особей на особь в единицу времени.

Так, для популяций человека как показатель удельной рождаемости используют число детей, родившихся в год на 1000 человек. В живых организмах заложена огромная возможность к размножению и подтверждается правилом максимальной рождаемости (воспроизводства): в популяции имеется тенденция к образованию теоретически максимально возможного количества новых особей. Оно достигается в идеальных условиях, когда отсутствуют лимитирующие экологические факторы, и размножение ограничено лишь физиологическими особенностями вида. Например, один одуванчик менее чем за 10 лет способен заселить своими потомками земной шар, если все семена прорастут. Другой пример. Бактерии делятся каждые 20 минут. При таком темпе одна клетка за 36 часов может дать потомство, которое покроет сплошным слоем всю нашу планету.

Численность и плотность популяции зависит и от ее смертности.

Смертность популяции – это количество особей, погибших за определенный период. Абсолютная (общая) смертность – это число особей, погибших в единицу времени ( $N_m$ ). Удельная смертность ( $d$ ) выражается отношением абсолютной смертности к численности популяции.

Абсолютная и удельная смертность характеризуют скорость убывания численности популяции вследствие гибели особей от хищников, болезней, старости и т.д.

Различают три типа смертности. Первый тип смертности характеризуется одинаковой смертностью во всех возрастах. Данный тип смертности встречается редко и только у популяций, которые постоянно находятся в оптимальных условиях.

Второй тип смертности характеризуется повышенной гибелью особей на ранних стадиях развития и свойствен большинству растений и животных. Максимальная гибель животных происходит в личиночной фазе или в молодом возрасте, у многих растений – в

стадии произрастания семян и всходов. У насекомых до взрослых особей доживает 0,3-0,5% от отложенных яиц, у многих рыб – 1-2% от количества выметанной икры.

Третий тип смертности отличается повышенной гибелью взрослых, в первую очередь, старых особей. Отличается у насекомых, личинки которых обитают в почве, воде, древесине, а также в других местах с благоприятными условиями.

### ***Возрастная структура популяции***

Рождаемость и смертность; динамика численности напрямую связаны с возрастной структурой популяции. Популяция состоит из разных по возрасту и полу особей. По отношению к популяции обычно выделяют три экологических возраста: предрепродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный.

В жизненном цикле растений выделяют периоды и возрастные состояния.

К периоду первичного покоя относятся покоящиеся семена; к предгенеративному – проростки (всходы), ювенильные, имматурные, виргинальные; к генеративному – молодые генеративные, средневозрастные генеративные, старые генеративные; к постгенеративному – субсенильные (старые вегетативные), сенильные.

Ценопопуляцию, в возрастном спектре которой в момент наблюдения представлены только семена и молодые особи, называют инвазионной. Обычно это молодая ценопопуляция, только что внедрившаяся в фитогеоз. Поддержание ее обеспечивается заносом зачатков извне. Ценопопуляция называется нормальной, если она представлена всеми или практически всеми возрастными группами. Она способна к самоподдержанию вегетативным или семенным путями. Нормальной полночленной называют популяцию, которая состоит из особей всех возрастных групп.

Возрастная структура ценопопуляции в значительной степени определяется биологическими особенностями вида: периодичностью плодоношения, числом продуцируемых семян и вегетативных зачатков, способностью вегетативных зачатков к омоложению, скоростью перехода особей из одного возрастного состояния в другое, длительностью возрастного состояния, способностью образовывать клоны и др.

У многих животных, так же как и у растений, более длительным является предрепродуктивный период. Так, у поденок

развития личинок. Репродуктивный же их возраст не превышает нескольких дней – время размножения взрослых особей. Пострепродуктивный период здесь практически отсутствует. Популяции быстро восстанавливают свою численность, если особи имеют короткий предрепродуктивный период

Таким образом, следствием правила максимальной рождаемости (плодовитости, воспроизводства) популяции служит правило стабильности ее возрастной структуры: любая естественная популяция стремится к стабильной возрастной структуре, четкому количественному распределению особей по возрастам.

Правило стабильности возрастной структуры популяций для многих организмов следует дополнить правилом стабильности соотношения полов, если дифференциация по полу вообще, существует, что бывает не всегда. В совокупности эти два правила составляют правило стабильности половозрастной структуры популяции.

#### *Половой состав популяции*

Генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление потомства по полу в отношении 1:1, так называемое соотношение полов. Так, у человека вторичное соотношение полов составляет 100 девочек на 106 мальчиков, к 16-18 годам это соотношение из-за повышенной мужской смертности выравнивается и к 50 годам составляет 85 мужчин на 100 женщин, а к 60 годам – 50 мужчин на 100 женщин.

#### *Генетические процессы в популяциях*

Начало генетического изучения популяций положила работа В. Иогансена «О наследовании в популяциях и чистых линиях», опубликованная в 1903 году, где экспериментальным путем была доказана эффективность действия отбора в гетерогенной смеси генотипов (все природные популяции). Была наглядно продемонстрирована неэффективность действия отбора в чистых линиях – генотипически однородном (гомозиготном) потомстве, исходно получаемом от одной самоопыляющейся или самоплодотворяющейся особи.

В настоящее время известно, что все природные популяции гетерогенны и насыщены мутациями. Генетическая гетерогенность любой популяции при отсутствии давления внешних

факторов должна быть неизменной, находиться в определенном равновесии.

Итак, при анализе природных совокупностей особей (популяций) необходимо различать понятия частота гена (количественное соотношение аллелей одного какого либо локуса), частота генотипа (количественное соотношение разных фенотипов).

Существование двух (или более) генетически различных форм в популяции в состоянии длительного равновесия в таких соотношениях, что частоту даже наиболее редкой формы нельзя объяснить только повторными мутациями, называется полиморфизмом.

Полиморфизм по механизму возникновения и поддержания разделяется на две большие группы: гетерозиготный и адаптационный.

Гетерозиготный полиморфизм устанавливается в результате давления на популяцию естественного отбора, положительно отбирающего гетерозигот.

Адаптационный полиморфизм – это две или несколько генетически различных форм внутри популяции, подвергающихся положительному отбору в разных экологических условиях.

## ***БИОСФЕРА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ***

### **Определение и структура биосферы**

Космический корабль Земля уникален среди планет Солнечной системы. В тонком слое, где встречаются и взаимодействуют воздух, вода и земля, обитают удивительные объекты – живые существа, среди которых и мы с вами. Согласно современным представлениям, биосфера – это своеобразная оболочка земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

***Границы биосферы.*** Принято считать, что нижняя граница биосферы в среднем лежит на глубине 3 км от поверхности суши и 0,5 км ниже дна океана. Верхняя граница включает всю тропосферу и нижнюю часть стратосферы, в среднем до высоты 20 км над поверхностью Земли. Следовательно в вертикальном разрезе биосфера включает три яруса господства фаз вещества: твердого (литосфера), жидкого (гидросфера) и газового (атмосфера). Приблизи-

тельная масса биосферы составляет 0,05% массы Земли, а ее объем, включая атмосферу – 0,45 ее объема.

Внизу биосферу окружают метаморфические породы и гранитная оболочка, то есть область былых биосфер, поскольку в их формировании в прошлом принимало участие живое вещество (некоторые исследователи включают область былых биосфер в биосферу). Вверху биосфера граничит с озоновым слоем стратосферы и ионосферы, также генетически связанных с биосферой. Озоносфера (озоновый экран), лежащая выше биосферы, в слое от 20 до 35 км, поглощая ультрафиолетовую радиацию, губительную для живого в биосфере, образуется за счет кислорода, биогенного по происхождению, то есть также созданного живым веществом Земли.

**Структура биосферы.** Биосфера – это не только оболочка Земли, где существует жизнь, но и оболочка, созданная жизнью и организованная ею в определенную систему. Биосфера, как оболочка планеты, непрерывна и ни одна из составных частей биосферы не может быть от нее отделена без уничтожения единого целого.

По физическим природным условиям биосфера может быть подразделена на три среды: атмосферу, гидросферу и литосферу.

Основные компоненты геосферы Земли представлены в табл. 7.

Таблица 7

Показатели	Атмосфера	Гидросфера	Литосфера	Мангя	Ядро Земли
Глубина толщина, км	1000-1300 до 2000	Средняя для океана-3,8 Максимум 11.022 (по другим данным 11.034)	Средняя – около 17, континенты в среднем 35 (до 70), под океанами – 5-7	До 2900	2900-6371
Объем	1320	1,4	10,2	896,6	175,2
Плотность г/см <sup>3</sup>	У поверхности Земли 10 <sup>-3</sup> на высоте 750 км -10 <sup>-16</sup>	0,99-1,03	3,32-5,68	3,32-5,68	9,43-17,20
Масса,	5,15-5,9	1455,8	5,10 <sup>4</sup>	405,10 <sup>4</sup>	188,10 <sup>4</sup>

Показатели	Атмосфера	Гидросфера	Литосфера	Мантия	Ядро Земли
$10^{-6}$ г					
Процент от общей массы Земли	Около $10^{-6}$	0,02	0,48	67,2	32,3

**Атмосфера** – газообразная оболочка планеты, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли. Через атмосферу осуществляется обмен веществ Земли с Космосом. Земля получает космическую пыль и метеоритный материал, теряет самые легкие газы: водород и гелий. Атмосферу делят на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, экзосферу. Обширная область разреженной верхней атмосферы состоит преимущественно из ионов. Эта область обозначается как ионо-сфера. Большая часть массы атмосферы имеет относительно однородный азотно-кислородный состав.

Приблизительный состав атмосферы представлен в табл. 8.

Таблица 8

Элементы и газы	Содержание в нижних слоях атмосферы, %	
	По объему	По массе
Азот	78,084	75,5
Кислород	20,946	23,14
Аргон	0,934	1,28
Неон	0,0018	0,0012
Гелий	0,000524	0,00007
Криптон	0,000114	0,0003
Водород	0,00005	0,000005
Углекислый газ (в среднем)	0,034	0,0466
Водяной пар: В полярных широтах и экватора	0,2 2,6	- -
Озон: В тропосфере В стратосфере	0,000001 0,001-0,0001	- -
Метан	0,00016	0,00009
Окись азота	0,000001	0,0000003
Окись углерода	Тысячные доли в воздухе городов – до 0,000008	0,0000078

Главными составными частями атмосферы являются азот, кислород, аргон и углекислый газ.

Одним из важнейших компонентов атмосферы является озон  $O_3$ . Его образование и разложение связаны с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов. Для образования озона необходимы свободные атомы кислорода, которые возникают при разложении молекул  $O_2$  под воздействием квантов излучения в ультрафиолетовой области.

**Гидросфера** – совокупность всех вод Земли: материковых (глубинных, почвенных, поверхностных), океанических, атмосферных. Как особая водная оболочка Земли, здесь рассматриваются лишь воды, находящиеся на поверхности планеты – материковые и океанические.

Гидросфера находится в тесной зависимости с литосферой (подземные воды), атмосферой (парообразная влага) и живым веществом биосферы, в которое она входит в качестве обязательного компонента (табл. 9).

Таблица 9

**Распределение водных масс в гидросфере Земли  
(по М.И. Львовичу, 1986)**

Форма нахождения	Объем воды, в $10^3 \text{ км}^3$	% от общего объема
Мировой океан	1370000	94,0
Подземные воды	60000	4,0
Подземные воды активного обмена	4000	0,3
Ледники	24000	1,7
Озера	280	0,02
Почвенная влага	85	0,01
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001
Всего:	1458000	100,0

Здесь происходит грандиозный процесс обмена и трансформации энергии и вещества нашей планеты. Различные физические, химические и биологические процессы объединяются, образуя единую природу океана – древнейшую область биосферы Земли.

Наиболее чистые атмосферные воды содержат 10-50 мг/л растворенных веществ. Морская (океаническая) вода представляет

собой раствор, содержащий в среднем в 1 кг 35 г вещества. Можно считать, что в морской воде присутствуют все химические элементы таблицы Менделеева. Однако преобладающая часть растворенных веществ представлена немногими химическими элементами: натрием, магнием, кальцием, хлором, углеродом, серой.

**Литосфера** – верхняя «твердая» оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сфере с меньшей прочностью вещества. Включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы – 50-100 км, в том числе земной коры – до 75 км на континентах и 10 км под дном океана.

Химический состав земной коры определяют немногие элементы. Всего лишь восемь элементов (кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, магний, натрий, калий) слагают основную ее массу. Земная кора сложена горными породами различного типа и различного происхождения. На осадочные породы приходится 9,2%, на метаморфические – 20% и на магматические – 70,8%. Поверхность континентов на 80% занята породами осадочными, а океаническое дно – почти полностью свежими осадками как продуктами сноса материала континентов и деятельности морских организмов.

Пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни. Всю совокупность организмов на планете В.И. Вернадский назвал живым веществом, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.

**Косное вещество** по В.И. Вернадскому, совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

**Биогенное вещество** создается и перерабатывается жизнью, совокупностями живых организмов. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть).

Особой категорией является биокосное вещество. В.И. Вернадский (1926) писал, что оно «создается в биосфере одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя системы динамического равновесия тех и других». Организмы в биокосном веществе играют ведущую роль.

Биосферу как место современного обитания организмов вместе с самими организмами можно разделить на три подсферы:

– **Аэриобиосфера** населенная аэриобионтами, субстратом жизни которых служит влага воздуха;

– **Гидробиосфера** – глобальный мир воды (водная оболочка земли без подземных вод), населенный гидробионтами;

Гидробиосфера распадается на мир континентальных, главным образом, пресных вод – аквабиосфера (с аквабионтами) и область морей и океанов маринобиосфера (с маринобионтами).

– **Геобиосфера** состоит из области жизни на поверхности суши террабиосфера (с террабионтами), которая подразделяется на фитосферу (от поверхности земли до верхушек деревьев) и педосферу (почвы и лежащие под ними подпочвы, нередко сюда включают всю кору выветривания) с педобионтами; литобиосферу – жизнь в глубинах земли (с литобионтами, живущими в порах горных пород). Литобиосфера распадается на два слоя: гипотеррабиосферу – слой, где возможна жизнь аэробов (или подтеррабиосфера) и теллуробиосферу – слой, где возможно обитание анаэробов (или глубинобиосфера). Жизнь в толще литосферы существует в основном в подземных водах.

### ***Живое вещество биосферы***

Длительное время считалось, что живое отличается от неживого такими свойствами, как обмен веществ, подвижность, раздражительность, рост, размножение, приспособляемость. Однако порознь все эти свойства встречаются и среди неживой природы, а следовательно, не могут рассматриваться как специфические свойства живого.

Особенности живого Б.М. Медников (1982) сформулировал в виде аксиом теоретической биологии:

1. Все живые организмы оказываются единством фенотипа и программы для его построения (генотипа), передающейся по наследству из поколения в поколение (аксиома А. Вейсмана).

2. Генетическая программа образуется матричным путем. В качестве матрицы, на которой строится ген будущего поколения, используется ген предшествующего поколения (аксиома Н.К. Кольцова).

3. В процессе передачи из поколения в поколение генетические программы в результате различных причин изменяются случайно и не направленно, и лишь случайно такие изменения могут оказаться удачными в данной среде (1-я аксиома Ч. Дарвина).

4. Случайные изменения генетических программ при становлении фенотипа многократно усиливаются (аксиома Н.В. Тимофеева-Рясовского).

5. Многократно усиленные изменения генетических программ подвергаются отбору условиями внешней среды (2-я аксиома Ч. Дарвина).

Из данных аксиом можно вывести все основные свойства живой природы и в первую очередь такие, как дискретность и целостность – два фундаментальных свойства организации жизни на Земле.

По своему активному воздействию на окружающую среду живое вещество занимает особое место и качественно отличается от других оболочек земного шара, так же, как живая материя отличается от мертвой.

Окружающий нас мир живых организмов биосферы представляет собой сочетание различных биологических систем разной структурной упорядоченности и разного организационного уровня. В связи с этим выделяют разные уровни существования живого вещества:

**1. Молекулярный** – самый низкий уровень, на котором биологическая система проявляется в виде функционирования биологически активных крупных молекул – белков, липидов, нуклеиновых кислот, углеводов. С этого уровня наблюдаются свойства, характерные исключительно для живой материи: обмен веществ, протекающий при превращении лучистой и химической энергии, передача наследственности с помощью ДНК и РНК. Этому уровню свойственна устойчивость структур в поколениях.

**2. Клеточный** – уровень на котором биологически активные молекулы сочетаются в единую систему. В отношении клеточной организации все организмы подразделяются на одноклеточные и многоклеточные.

**3. Тканевый** – уровень на котором сочетание однородных клеток образует ткань. Он охватывает совокупность клеток, объединенных общностью происхождения и функций.

**3. Органный** – уровень на котором несколько типов тканей функционально взаимодействуют и образуют определенный орган.

**4. Организменный** – уровень на котором взаимодействие ряда органов сводится в единую систему индивидуального организма. Представлен определенными видами организмов.

**5. Популяционно-видовой**, где существует совокупность определенных однородных организмов, связанных единством происхождения, образом жизни и местом обитания. На этом уровне происходят элементарные эволюционные изменения в целом.

**6. Биоценоз и биогеоценоз** (экосистема) – более высокий уровень организации живой материи, объединяющий разные по видовому составу организмы. В биогеоценозе они взаимодействуют друг с другом на определенном участке земной поверхности с однородными абиотическими факторами.

**7. Биосферный** – уровень на котором сформировалась природная система наиболее высокого ранга, охватывающая все проявления жизни в пределах нашей планеты. На этом уровне осуществляются все глобальные круговороты вещества и энергии, связанные с жизнедеятельностью организмов.

### **Эволюция биосферы**

Ученые считают, что возраст нашей Галактики 10-12 млрд.лет, Солнца – 5, Земли – около 4,5 млрд.лет.

В эволюции животных можно наметить несколько основных направлений развития:

1. Возникновение многоклеточности и все большее дифференцирование всех систем органов.

2. Возникновение твердого скелета (наружного – у членистоногих, внутреннего – у позвоночных).

3. Развитие центральной нервной системы. Два принципиально разных и чрезвычайно эффективных эволюционных «решений»: у позвоночных – развитие головного мозга и поведения, основанного на обучении и условных рефлексах; у насекомых – развитие нервной системы, связанной с наследственным закреплением любого типа реакций по типу инстинктов.

4. Развитие социальности в ряде ветвей древа животных, с разных сторон подходящих к рубежу, отделяющему биологическую форму движения материи от социальной формы движения, перешагнуть этот рубеж смогла лишь одна ветвь приматов – род Человек.

По мере развития все новых групп организмов происходит многократное усложнение среды жизни – биосферы. Эволюция одних групп оказывается тесно связанной с эволюцией других.

В течение истории Земли необратимость биологической эволюции определила необратимость динамики веществ в биосфере, выявляемых по характеру древних осадков.

Б. Коммонер (1974) выдвинул ряд положений, которые сегодня называют «законами» экологии:

1. Все связано со всем;
2. Все должно куда – то деваться;
3. Природа «знает» лучше;
4. Ничто не дается даром.

**Первый закон** «все связано со всем» отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в экосфере.

**Второй закон** «все должно куда – то деваться» вытекает из фундаментального закона сохранения материи.

**Третий закон** «природа «знает» лучше» исходит из того, что «структуры организмов нынешних живых существ или организмов современной природной экосистемы – наилучшие в том смысле, что они были тщательно отобраны из неудачных вариантов и что любой новый вариант, скорее всего, будет хуже существующего ныне.

**Четвертый закон** «ничто не дается даром», по мнению Б. Коммонера, объединяет предшествующие три закона, потому что биосфера как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которой ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что было извлечено из нее человеком, должно быть возмещено.

### **ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Экологическое образование не только дает научные знания из области экологии, но и является важным звеном экологического воспитания будущих специалистов. Это предполагает привитие им высокой экологической культуры, способности бережного отношения к природным богатствам и др. Иными словами, у специалистов, в нашем случае спортивно педагогического профиля, должно сформироваться новое экологическое сознание и мышление, суть которого в том, что человек – часть природы и сохранение природы – это сохранение полноценной жизни человека.

Экологические знания необходимы каждому человеку, чтобы сбылась мечта многих поколений мыслителей о создании достойной человека среды, для чего надо построить прекрасные города, развить настолько совершенные производственные силы, чтобы они смогли бы обеспечить гармонию человека и природы. Но эта гармония невозможна, если люди враждебно настроены друг к другу и, тем более, если идут войны, что, к сожалению, имеет место. Как справедливо отметил американский эколог Б. Коммонер в начале 70-х годов: «Поиски истоков любой проблемы, связанной с окружающей средой, приводят к неоспоримой истине, что коренная причина кризиса заключена не в том, как люди взаимодействуют с природой, а в том, как они взаимодействуют друг с другом... и что, наконец, миру между людьми и природой должен предшествовать мир между людьми».

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

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

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

Остановить стихийное развитие событий могут лишь знания о том, как ими управлять и, в случае с экологией эти знания должны

«овладеть массами», по крайней мере, большей частью общества, что возможно лишь через всеобщее экологическое образование людей начиная со школьной скамьи и заканчивая вузом.

Уничтожение природной среды влечет за собой пагубные последствия для жизни человека. Экологические знания позволяют ему понять, что человек и природа – единое целое и представления о господстве его над природой довольно призрачны и примитивны.

Экологически образованный человек не допустит стихийного отношения к окружающей его среде жизни. Он будет бороться против экологического варварства, а если в нашей стране таких людей станет больше, то они обеспечат нормальную жизнь своим потомкам, решительно став на защиту дикой от алчного наступления «дикой» цивилизации, преобразуя и совершенствуя саму цивилизацию, находя наилучшие «экологические чистые» варианты взаимоотношения природы и общества.

#### *АРАЛ И ПРИАРАЛЬЕ. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОБОСТРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА*

Аральское море и прилегающие к нему территория находится на севере Среднеазиатской региональной социозкосистемы. Общая площадь – 473 тыс. кв. км, численность населения – свыше 3 млн. человек.

За годы советской власти Приаралье, где ранее существовало кочевое скотоводство и поливное земледелие, превратилось в область многотоварного сельскохозяйственного производства, основанного на интенсивном орошении.

Широкомасштабные мелиоративные работы и развитие промышленности превратили этот район в крупный аграрно-промышленный комплекс. Производство продукции сельского хозяйства в регионе возросло по сравнению с уровнем 1950 года в 4 раза. В 1950 году в бассейне Арала орошалось 2,9 миллиона гектаров земель. К настоящему времени площадь выросла до 7 миллионов гектаров. Эта земля давала стране примерно 95 процентов всего хлопка, около 40 процентов риса, треть фруктов и винограда, четверть овощей и бахчевых культур. По сравнению со временем, когда гидрологический цикл Арала был близок к норме, ежегодный объем сельскохозяйственного производства вырос с 3,8 до 15,8

миллиона рублей, а доход на душу населения – даже с учетом местного демографического взрыва – в 1,8 раза.

Однако при этом не уделялось должного внимания реконструкции оросительных и мелиоративных систем староорошаемых земель, повышению плодородия почв, комплексному строительству совхозов. Допускалось отставание в строительстве социальных объектов (жилья, культуручреждений и др.). Все это отрицательно сказалось на эффективности сельского хозяйства, которое велось преимущественно экстенсивными методами.

Аральское море крупный внутриматериковый бессточный солевой водоем, имеющий характерные морские и озерные черты. Расположено оно в Туранской низменности в зоне внутропических пустынь на территории Республик Казахстан и Узбекистан. Питание моря осуществляется стоком рек Амударья и Сырдарья. Режим моря определяется, с одной стороны, поступлением в него стока вышеназванных рек, зависящего от климатических, геотектонических и антропогенных факторов, с другой стороны – испарением с водной поверхности, объем которого зависит от климатических условий и морфопараметрических данных моря.

Как свидетельствует древняя гидрографическая сеть, аллювиальные равнины Турана, Аральское море с его реками не является самостоятельным бассейном, а входит в ареал бассейна Каспийского моря. Было время, когда и реки, питающие Арал, Амударья и Сырдарья, впадали в Каспийское море. Затем поднявшиеся отроги хребта Нура-тау и гор Тамда-тау преградили путь Сырдарье, и она по выходу их из Ферганской долины на севере проложила себе дорогу юго-западнее хребта Каратау до возвышенности Устюрт. Оттуда через заполненную водой Саракамышскую впадину, вливалась в западный Узбой, а он сбрасывал свои воды в Каспийское море.

До 1960 года Аральское море было относительно стабильно, суммарный сток рек Амударья и Сырдарья (56 кубических километров в год) и атмосферные осадки (9 кубических километров в год) компенсировали потери воды на испарение с поверхности моря (65 кубических километров в год). Уровень моря незначительно колебался около средней многолетней отметки 53 м, при которой площадь водной поверхности составляла 67 тыс.км, объем 1064 км, наибольшая глубина 69 м, соленость 9,6-10,3%. Северный

берег преимущественно крутой, западный – высокий (до 250 м) обрывистый, южные и восточные берега – низменные. Дно относительно ровное, расчленено островами и подводными возвышенностями на ряд котлованов. Насчитывалось более 1100 островов, крупные острова: Барсакелмес, Возрождение. Климат континентальный.

За последние десятилетия рост водопотребления на развитие орошения и промышленности, а также ряд засушливых лет привели к постепенному уменьшению притока речных вод в Аральское море вплоть до его полного прекращения.

К началу 90-х годов уровень моря понизился до 39 м, объем воды уменьшился до 400 км<sup>3</sup>. Площадь зеркала до 40 тыс.км<sup>2</sup>, а минерализация увеличилась до 21 ч/л. При этом поверхностный сток сократился в период 1981-1986 гг. до 1-5 км<sup>3</sup> в год. Осадки, в связи с уменьшением площади поверхности до 4-6 км<sup>3</sup> в год, а испарение до 36-39 км<sup>3</sup>.

Безвозвратное использование воды для орошения плантаций хлопка привело в последние годы к резкому сокращению стока рек Амударьи и Сырдарьи в Аральское море. Уровень его упал более чем на 14 метров, площадь акватории уменьшилась на треть по сравнению с началом 60-х годов, а объем воды – на 60%. Катастрофически ухудшилось качество речных вод в нижнем течении Амударьи и Сырдарьи, которые стали малопригодны для питья. Происходит интенсивное иссушение и засоление земель в дельтах этих рек, глубокая деградация экологических систем, животного и растительного мира Аральского моря и прилегающих к нему территорий.

Сотни тысяч гектаров поливных земель региона подверглись подтоплению и засолению. Значительные площади земель, отведенных под выращивание хлопка, заражены возбудителями болезней и вредителями растений. Снижается плодородие почв на многих участках орошаемых земель, падает урожайность основных сельскохозяйственных культур.

В результате в Приаралье, особенно в Республике Каракалпакстан, Кызыл-ординской и Ташаузской областях сложилась тяжелая экономическая, экологическая и санитарно-эпидемиологическая обстановка, опасная для здоровья людей.

Высохшее дно Аральского моря ныне (1985-1990 годы) простирается на 26 тыс.км<sup>2</sup>. Две трети этой площади – солончаки, засолен-

ные пески и земли. По данным Госкомгидромета, с этой площади во все стороны от Аральского моря уносится ежегодно до 75 миллионов тонн песка и пыли. Но это видимые крупные частицы. Со дна Аральского моря ежегодно выносятся еще и 65 миллионов тонн тонкодисперсной пыли и солей, что подтверждают новые исследования Института почвоведения Академии наук Узбекистана. Высохшее дно Аральского моря становится одним из основных поставщиков аэрозолей в атмосферу Земли. Дальность переноса этих твердых мелкодисперсных частиц беспредельна.

Соли и мельчайший песок переносятся с Аральского моря на юг и запад, легко преодолевая плато Устюрт и попадают на Каспий, где встречаются с вертикальными копьями поверхностного скопления воды. И тут образуются хорошо известные климатологам и метеорологам пыле-солевые облака, которые поднимаются на большие высоты и переносятся на большие расстояния.

Особую опасность представляют соль и пыль, достигающие ледников. Ледники как раз находятся на пути переноса солей. Поэтому неудивительно, что во всем Приаралье за последнее время минерализация дождевой воды увеличилась почти в 2 раза, непосредственно на прилегающей территории Арала – в 7 раз. Минерализация осадков возросла в Литве и в Беларуси. Соли и пыль, срываемые ветром с пустынного Аральского дна, увеличивают загрязненность атмосферы Земли более чем на 5 процентов.

Усыхание Аральского моря изменило климатическую обстановку региона. Раньше Арал являлся своего рода регулятором температуры и влажности воздуха. Испаряющийся с его акватории столб водяного пара служил щитом на пути проникновения в низовьях Амударьи северных ветров. Смягчающее дыхание моря уменьшало сухость климата, жару и зимнюю стужу. В последние годы климат значительно ухудшился.

В среднем на 1,5-2 градуса выросла амплитуда годового хода температуры: лето стало жарче, а зима холоднее. Резко возросло число пыльных бурь, более продолжительными стали весенние и осенние заморозки, уменьшился на 15-20 дней вегетационный период. Это делает невозможным выращивание в северной зоне Республики Каракалпакстан хлопчатника, отрицательно влияет и на другие культуры.

Увеличился уровень заболеваемости, особенно у женщин и детей, и повысилась смертность. Ухудшение здоровья населения При-

аралья, помимо экологических факторов, вызвано также серьезными недостатками в работе медицинских учреждений, отсутствием в ряде населенных пунктов централизованной системы водопровода. Например, в Каракалпакии централизованный отвод стоков имеется лишь в 11% городских поселений и полностью отсутствует на селе.

Резкое обострение экологической обстановки в регионе связано, кроме того, с истощением и загрязнением стока рек Амударьи и Сырдарьи, и с интенсивным опустыниванием Приаралья. Загрязнение вод в реках и водоемах происходит вследствие сброса промышленных и хозяйственных сточных вод. С объектов сельского хозяйства поступает огромное количество соединений фосфора, азота и других веществ, в том числе токсичных, содержащихся в дефолиантах, инсектицидах. Сброс в реки высокоминерализованных коллекторно-дренажных вод обуславливает повышенную минерализацию речного стока. Общее количество бактерий превышает предельно допустимую концентрацию в 5-10 раз.

Новая суша, возникшая в результате отступления Аральского моря, стала очагом ветрового выноса мелкозема и солей. Перенос пыли происходит на расстояния свыше 200 км. По предварительным данным, ежегодно в атмосферу поднимается от 15 до 75 миллионов тонн пыли. Общая сумма солей, выпадающих на поверхность района Приаралья, в среднем равна 520 кг/га, что послужило одной из причин деградации почвы.

### *ПОНЯТИЕ О ЭКОСИСТЕМАХ, БИОЦЕНОЗЫ*

Любая биосистема, включающая все совместно обитающие организмы (сообщество живых организмов) в данном пространстве и взаимодействующая с физической средой, таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живыми и неживыми компонентами, формирует экологическую систему или экосистему.

Экосистема – это совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом и окружающей их природной средой.

Экосистема – основная функциональная единица в экологии, поскольку в нее входят и организмы, и неживая среда – компо-

ненты, взаимовлияющие на свойства друг друга и необходимые для поддержания жизни в той ее форме, которая существует на Земле. Если мы хотим чтобы наше общество перешло к целостному решению проблем, возникающих на уровне биомов и биосферы, нам следует прежде всего изучать экосистемный уровень организации.

Термин «экосистема» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тэнсли, хотя само представление об экосистеме возникло значительно раньше. Упоминания о единстве организмов и среды (а также человека и природы) можно найти в самых древних письменных памятниках истории. Но лишь в конце прошлого века стали появляться вполне определенные высказывания такого рода и, что весьма интересно, почти одновременно в американской, европейской и русской экологической литературе.

Так, немецкий ученый Карл Мебиус писал в 1877 году о сообществе организмов на устричной банке как «биоценозе». Выдающийся русский ученый В.В. Докучаев (1846-1903 гг.) и один из виднейших его учеников Г.Ф. Морозов (специализировавшийся в области лесной экологии) придавали большое значение представлению о «биоценозе».

Для обозначения сообществ В.Н. Сукачевым предложен (и общепринят) термин биогеоценоз (от биос – жизнь, гео – земля, ценоз – сообщество). «Биогеоценоз» – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы, представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении и развитии.

Биоценозы разных экосистем могут сильно различаться как по общей видовой насыщенности, так и по числу видов в отдельных группировках. На суше к наиболее бедным по числу видов относятся биоценозы арктических и антарктических пустынь, высокогорных ледников, некоторых типов тундр и аридных экосистем на засоленных почвах, а среди водных биоценозов можно отметить сообщества ультрасоленых озер и солоноватых эстуариев.

Число видов животных и растений в этих биоценозах (исключая микроскопические формы) редко превосходит десяток. На другом конце шкалы видового богатства находятся наземные и водные экосистемы тропического пояса, где общее число видов достигает 10000 и более.

Понятия «экосистема» и «биогеоценоз» близки друг к другу, но не являются синонимами. По определению А. Тэнсли, экосистемы – это безразмерные устойчивые системы живых и неживых компонентов, в которых совершается внешний и внутренний круговорот веществ и энергии. Таким образом, экосистема – это и капля воды с ее микробным населением, и лес, и горшок с цветком, и космический пилотируемый корабль, и сооружение для биологической очистки сточных вод. Экосистема может включать несколько биогеоценозов.

Таким образом, понятия «экосистема» шире, чем «биогеоценоз», т.е. любой биогеоценоз является экологической системой, но не всякая экосистема может считаться биогеоценозом, причем биогеоценозы – это сугубо наземные образования, имеющие свои четкие границы.



**Схема биогеоценоза (по В.И. Сукачеву, 1972)**

**Структура экосистем.** Наиболее признанным является трофическая структура (от греч. *trophos* – питание (по которой экосистемы можно разделить на два яруса:

1. Верхний – автотрофный (самостоятельно питающийся) ярус, или «зеленый пояс», включающий растения или их части, содержащий хлорофилл, где преобладают фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений и накопление сложных органических соединений.

2. Нижний гетеротрофный (питаемый другими) ярус или как отмечает Ю. Одум «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 экосистеме удобно выделять следующие компоненты:

1. Неорганические вещества (С,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и др.), включающиеся круговороты;

2. Органические соединения (белки, углеводы, гумусовые вещества и т.д.), связывающие биологическую и абиотическую части;

3. Воздушную, водную и субстратную среду, включающую климатический режим и другие физические факторы;

4. Продуцентов, автотрофных организмов, в основном зеленые растения, которые могут производить пищу из простых неорганических веществ;

5. Макроконсументов или фаготрофов (от греч. *фагос* – пожиратель), гетеротрофных организмов, в основном животных, питающихся другими организмами или частицами органического вещества;

6. Микроконсументов, сапротрофов (от греч. *сапρος* – гнилой), деструкторов или осмотров (от греч. *осмос* – толчок, давление), гетеротрофных организмов, в основном бактерий и грибов, получающих энергию либо путем разложения мертвых тканей, либо путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно или извлеченного сапротрофами из растений и других организмов.

Консументы питаются живым (биофаги) или мертвым (сапрофаги) органическим материалом. Среди биофагов могут быть выделены растительноядные организмы или фитофаги (первичные консументы, к ним относятся и повреждающие растения вирусы,

грибы и паразитические сосудистые растения), хищники (вторичные консументы, в том числе и паразиты первичных консументов) и конечные потребители – вершинные хищники (третичные консументы).

В экосистеме пищевые и энергетические связи между категориями всегда однозначны и идут в направлении:

Автотрофы ----- гетеротрофы

Или в более полном виде:

Автотрофы ----- консументы ----- редуценты (деструкторы)

Организмы, участвующие в различных процессах круговорота, частично разделены в пространстве. Автотрофные процессы наиболее активно протекают в верхнем ярусе («зеленом поясе»), где доступен солнечный свет. Гетеротрофные процессы наиболее интенсивно протекают в нижнем ярусе («коричневом поясе»), где в почвах и осадках накапливаются органические вещества.

### ***Поток энергии в экосистемах***

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот веществ в экосистемах, т.е. существование экосистем зависит от постоянного притока энергии, необходимой всем организмам для их жизнедеятельности и самовоспроизведения.

В отличие от веществ, непрерывно циркулирующих по разным блокам экосистемы, которые всегда могут повторно использоваться, входить в круговорот, энергия может быть использована один раз, т.е. имеет место линейный поток энергии через экосистему.

Односторонний приток энергии как универсальное явление природы происходит в результате действия законов термодинамики. Первый закон гласит, что энергия может превращаться из одной формы (например, света) в другую (например, потенциальную энергию пищи), но не может быть ни одного процесса, связанного с превращением энергии, без потерь некоторой ее части.

Живые организмы фактически не используют тепло как источник энергии для совершения работы – они используют свет и химическую энергию.

Внутри экосистемы содержащие энергию вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей для гетеротрофов. Пищевые связи – это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Типичный пример: животное поедает растения. Это животное, в свою очередь, может быть съедено другим животным. Таким путем

может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляющим ему сырье и энергию.

Такая последовательность переноса энергии называется пищевой (трофической) цепью, или цепью питания. Место каждого звена в цепи питания является трофическим уровнем. Первый трофический уровень, как уже было отмечено ранее, занимают автотрофы, или так называемые первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т.д.

### ***Продуктивность экосистем***

Продуктивность экосистем тесно связана с потоком энергии, проходящим через ту или иную экосистему. В каждой экосистеме часть приходящей энергии, попадающей в трофическую сеть, накапливается в виде органических соединений. Безостановочное производство биомассы (живой материи) – один из фундаментальных процессов биосферы. Органическое вещество, создаваемое продуцентами процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют первичной продукцией экосистемы (сообщества).

Мировое распределение первичной биологической продукции весьма неравномерно. Чистая продукция меняется от 3000 г/м<sup>2</sup> до нуля в экстрааридных пустынях, лишенных растений или в условиях Антарктиды с ее вечными льдами на поверхности суши, а запас биомассы – соответственно от 60 кг/м<sup>2</sup> до нуля. Р. Уиттекер (1980) делит по продуктивности все сообщества на четыре класса:

1. Сообщества высшей продуктивности, 3000-2000 г/м<sup>2</sup>/год. Сюда относятся тропические леса, посевы риса и сахарного тростника. Запас биомассы в этом классе продуктивности весьма различен и превышает 50 кг/м<sup>2</sup> лесных сообществ и равен продуктивности однолетних сельскохозяйственных культур.

2. Сообщества высокой продуктивности, 2000-1000 г/м<sup>2</sup>/год. В этот класс включены листопадные леса умеренной полосы, луга при применении удобрений, посевы кукурузы. Максимальная биомасса приближается к биомассе первого класса. Минимальная биомасса соответственно равна чистой биологической продукции однолетних культур.

3. Сообщества умеренной продуктивности 1000-250 г/м<sup>2</sup>/год. К этому классу относятся посевы основной массы возделываемых

сельскохозяйственных культур, степи. Биомасса степей меняется в пределах 0,2-5 кг/м<sup>2</sup>.

4. Сообщества низкой продуктивности, ниже 250 г/м<sup>2</sup>/год – пустыни, полупустыни (в отечественной литературе их называют чаще опустыненными степями), тундры.

Группы с высоким разнообразием образованы многими естественными экосистемами, не получающими извне концентрированной энергии и биогенных материалов и живущими только за счет рассеянной энергии солнечного излучения. Примером служат многие степи, леса на водоразделах и озера, получающие сток с выработанных и бедных питательными элементами водосборных бассейнов. В эту же группу попали многие биоценозы, существующие в очень стабильных условиях среды, например, на дне океанов и во влажных тропиках.

### **ЧЕЛОВЕК И ПРОБЛЕМЫ ШУМА В ГОРОДАХ**

Ухо человека воспринимает в виде звука колебания, частота которых лежит в пределах от 17 до 20 тыс.Гц. С физиологической точки зрения различают низкие, средние и высокие звуки. Колебания охватывают большой диапазон частот: от 1 до 16 Гц – *инфразвуковые*, от 16 до 20 тыс.Гц – *звуковые* и выше 20 тыс.Гц – *ультразвуковые* колебания. Область слышимых звуков, т.е. граница наибольшей чувствительности уха заключенная между порогом слышимости и болевым порогом равна 130 дВ А. Звуки, которые мы слышим каждый день, очень разнообразны. Звуки, издаваемые гармонически колеблющимся телом, называют музыкальным тоном. Музыкальные тона отличаются на слух громкостью и высотой. Громкость звука определяется амплитудой колебаний. Чувствительность нашего уха зависит от частоты звука. Звуковые колебания одинаковых амплитуд не кажутся нам одинаково громкими, если частоты их различны. Высота звука определяется частотой колебания. Для музыкального тона соответствует определенная частота колебания, а следовательно и определенная высота звука.

В шуме присутствуют колебания всевозможных частот.

Принято делить шумы на **низкочастотные** (ниже 350 Гц), **среднечастотные** (от 350 до 800 Гц) и **высокочастотные** (выше 800 Гц).

При малой частоте колебаний звук воспринимается как низкий, при большой частоте – как высокий. По закону резонанса различные по высоте звуки вызывают колебания различных по длине волокон основной мембраны улитки.

Высокие звуки оказывают более неблагоприятное действие на слух и на весь организм человека, чем низкие, поэтому и шум, в спектре которого преобладают высокие частоты, более вреден, чем шум с низкочастотным спектром.

Огромный диапазон восприятия звуков объясняется способностью человеческого слуха реагировать не на абсолютный, а на относительный прирост громкости звука. Это означает, что физиологическое ощущение одинаковых приростов громкости возникает при изменении силы звука не на одинаковое количество единиц, а в одинаковое число раз. Так, изменение звукового давления в 10 раз (от 1 до 10 бар, от 10 до 100 бар и т.д.) воспринимается как одинаковый прирост громкости. То же самое происходит и при восприятии частоты колебаний. Наш слух обладает способностью реагировать не на абсолютные приросты частоты, а на относительные ее изменения. Так, увеличение любой частоты всего вдвое приводит к ощущению повышения тона на определенную величину, называемую октавой.

С учетом указанных свойств слуха установлена логарифмическая шкала для измерения уровня звукового давления шума. Каждая ступень этой шкалы, соответствующая изменению интенсивности шума в 10 раз, называется белом. Так, если интенсивность одного звука больше интенсивности другого в 10 раз, считают, что второй звук больше первого на один бел, если в 100 раз – на 2 бела, в 10 000 раз – на 4 бела и т.д.

Практически оказалось более удобным пользоваться единицей, которая в 10 раз меньше бела – децибелом (дБ).

Шум листвы и мерный шелест морского прибоя соответствуют примерно 20 дБ А, телевизор, работающий с умеренной громкостью, дает около 70 дБ А, мотоцикл обрушивает на нас уже 110 дБ А, а отбойный молоток во время дорожных работ – 120 дБ А.

*Основные источники шума в городе.* Основные источники шума в городе – автотранспорт, рельсовый и воздушный транспорт, промышленные предприятия.

**Автотранспорт.** Наибольшие уровни шума отмечаются на магистральных улицах городов. Средняя интенсивность движения

достигает 2000-3000 транспортных единиц в час и больше, а максимальные уровни шума – 90 – 95 дБ А (Г.Л. Осипов, 1977).

Уровень уличных шумов определяется интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока. Кроме того, уровень уличных шумов зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зеленых насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума до 10 дБ.

В промышленном городе обычен высокий процент грузового транспорта на магистралях. Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к росту уровней шума. В целом грузовые и легковые автомобили создают на территории городов тяжелый шумовой режим. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и в глубь жилой застройки. Практикуется два метода ослабления шумового воздействия на среду обитания: а) снижение скорости движения транспортных средств, улучшение регулировки уличного потока, запрещение движения для отдельных видов автомобилей по определенным трассам и в определенное время суток, улучшение звукоизоляции зданий и сооружение противошумовых экранов вдоль скоростных автотрасс; б) совершенствование ходовой и моторной частей транспортных средств.

***Рельсовый транспорт.*** Повышение скорости движения поездов также приводит к значительному росту уровня шума в жилых зонах, расположенных вдоль железнодорожных путей или близ сортировочных станций. Максимальный уровень звукового давления на расстоянии 7,5 м от движущегося электропоезда 93 дБ, от пассажирского – 91, от товарного состава – 92 дБ А. При скорости 35 км/ч электропоезд создает шум в 82 дБ А; 43 км/ч – 84; при 55 км/ч уровень звука увеличивается до 89 дБ А.

Максимальные уровни шума на границе жилой застройки при разрывах 50-100 м, допускаемых СНиП П-60-75, составляют 62-72 дБ А и вызывают жалобы населения в 70-90% случаев.

Уровни шума при движении поездов на открытых линиях метрополитена при интенсивности 20-30 пар/ч достигает 70 дБ А, при 40 пар/ч и более – 75-80 дБ А (И.Л. Карагодина, 1979).

Шум, возникающий при прохождении электропоездов, легко распространяется на открытой территории. Наиболее значительно звуковая энергия снижается на расстоянии первых 100 м от источника (в среднем на 10 дБ А). На расстоянии 100-200 м снижение шума равно 8 дБ А, а на расстоянии от 200 до 300 м – всего на 2-3 дБ А. При удалении на 300 м от железнодорожных путей уровень шума лишь приближается к фоновым. Основным источником железнодорожного шума – удары вагонов при движении на стыках и неровностях рельсов.

Движение тепловозов, товарных составов, диспетчерская связь, сигналы локомотивов также могут быть причиной нарушений акустического режима на территории жилых кварталов.

Из всех видов городского транспорта наиболее шумный трамвай. Стальные колеса трамвая при движении по рельсам создают уровень шума на 19 дБ А выше, чем колеса автомобиля при соприкосновении с асфальтом. Трамвай создает шумовые нагрузки при работе двигателя, открывании дверей, подаче звуковых сигналов. Высокий уровень шума от движения трамвая – одна из основных причин сокращения трамвайных линий в городах. Однако трамвай обладает и целым рядом преимуществ, поэтому при снижении создаваемого шума он может выиграть в соревновании с другими видами транспорта. На Рижском вагоностроительном заводе создан вагон типа РВЗ-7, на котором применена пневматическая подвеска кузова, амортизирован пол. Эти меры позволили снизить структурную составляющую шума. Трамвай стал значительно тише благодаря эластичным элементам в колесах, балансировке роторов двигателей и другим изменениям в его конструкции и технологии изготовления.

Снижению уровня трамвайного шума может способствовать улучшение состояния трамвайных путей, а также изменения в конструкции самого вагона (применение экранирующих шум фальшторбов со звукопоглотителями, закрывающими колеса и др.). Ведутся поиски эффективного способа демпфирования колес трамвайного вагона. Определенный эффект может быть получен и от создания малошумного оборудования.

Усовершенствованный и модернизированный трамвай, судьба которого считалась предрешенной, вновь появляется на улицах городов разных стран. Государственный секретариат Франции по

вопросам транспорта объявил, что в девяти крупных городах страны планируется в ближайшие годы построить новые и значительно расширить существующие трамвайные линии, оснастить их современными скоростными вагонами. В таких городах, как Страсбург и Тулуза, трамвай должен стать основным средством городского транспорта. Принято также решение о расширении производства троллейбусов.

**Воздушный транспорт.** Значительный удельный вес в шумовом режиме многих городов занимает воздушный транспорт. Парк самолетов гражданской авиации непрерывно обновляется, на авиалиниях появились новые турбореактивные и турбовинтовые самолеты. Увеличиваются пассажиро- и грузоперевозки, строится большое количество аэродромов и аэропортов, реконструируются существующие.

Авиационный шум оказывает существенное влияние на шумовой режим территории в окрестностях аэропортов. Уровень шума зависит от направления взлетно-посадочных полос и трасс пролетов самолетов, интенсивности полетов в течение суток, сезонов года, от типов самолетов, базирующихся на данном аэродроме и т.д. При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов эквивалентные уровни звука на жилой территории достигают в дневное время 80 дБ А, в ночное – 78 дБ А, максимальные уровни колеблется от 92 до 108 дБ А. В некоторых городах по уровням создаваемого шума и общей площади зашумленности территории воздушный транспорт занимает первое место среди всех источников шума. Крайне неблагоприятные акустические условия для населения складываются при расположении аэропорта в черте города или на близком расстоянии от него.

**Промышленные предприятия.** Источником значительного шума в живых кварталах городов являются промышленные предприятия. Нарушение акустического режима отмечается в случаях, когда их территория непосредственно примыкает к жилым массивам. Изучение промышленного шума показало, что по характеру звучания он постоянный и широкополосный. Наиболее значительные уровни наблюдались на частотах 500-1000 Гц, т.е. в зоне наибольшей чувствительности органа слуха. Это свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по нормализации акустического режима в районах размещения данных объектов.

В производственных цехах устанавливается большое количество разнотипного технологического оборудования. Так, ткацкие цехи могут быть охарактеризованы уровнем звука 90-95 дБ А, механические и инструментальные – 85-92, кузнечно-прессовые – 95-105, машинные залы компрессорных станций – до 95-100 дБ А. Расчетные уровни звука промышленных предприятий (по И.Л. Карагодиной, 1979) приведены ниже (табл. 10).

Таблица 10

Тип предприятия	Уровни звука, дБ А
Мотороиспытательные станции, крепально-штамповочные цехи	110
Предприятия промышленности: Металлургической и металлообрабатывающей	100
Домостроительной и деревообрабатывающей	90
Пищевой и химической	85
Полиграфической, швейной, ткацкой и трикотажной	80
Компрессорные станции	85

Создаваемый предприятиями шум в значительной мере зависит от эффективности мероприятий по шумоглушению. Так, даже крупные вентиляционные установки, компрессорные станции, различные мотороиспытательные стенды могут быть оборудованы шумоглушащими устройствами различной эффективности. Предприятия могут иметь наружные ограждения, обладающие различной звукоизоляцией, что влияет на интенсивность шума, распространяющегося на прилегающую территорию.

### ***ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ***

Человек всегда жил в мире звуков и абсолютная тишина его пугает и угнетает.

При проектировании конструкторского бюро в Ганновере архитекторы предусмотрели все меры, чтобы ни один посторонний звук с улицы не проникал в здание: рамы с тройным остеклением, звукоизоляционные панели из ячеистого бетона и специальные пластмассовые обои, гасящие звук. Буквально через неделю сотрудники стали жаловаться, что не могут работать в условиях гнетущей

тишины. Они нервничали, теряли работоспособность. Администрации пришлось купить магнитофон, который время от времени автоматически включался и создавал эффект «тихого уличного шума». Рабочая атмосфера не замедлила восстановиться.

Ученые из лаборатории психологии Кембриджского университета (Англия) после многолетних исследований пришли к неожиданному выводу: звуки определенной силы стимулируют процесс мышления и в особенности процесс счета. Во время эксперимента лица, которые решали математические задачи при звуках музыки либо разговорах, справлялись со своими заданиями быстрее, чем те, которые выполняли такое же задание в тишине.

В Японии продаются подушки, в которые вмонтирован аппарат, имитирующий звуки дождевых капель, падающих в ритме человеческого пульса. Такой шум быстро навеивает сон.

Каждый человек воспринимает шум по-своему. Много зависит от возраста, температуры, состояния здоровья, окружающих условий.

Орган слуха человека может приспосабливаться к некоторым постоянным или повторяющимся шумам (слуховая адаптация). Но эта приспособляемость не может защитить от патологического процесса потери слуха, а лишь временно отодвигает сроки его наступления. В условиях городского шума происходит постоянное напряжение слухового анализатора. Это вызывает увеличение порога слышимости на 10-25 дБ А. Шум затрудняет разборчивость речи, особенно при уровне шума более 70 дБ А. Ущерб, который причиняет слуху сильный шум, зависит от спектра звуковых колебаний и характера их изменения. В первую очередь человек начинает хуже слышать высокие звуки, а затем постоянно и низкие.

Опасность потери слуха из-за шума в значительной степени зависит от индивидуальных особенностей человека. Некоторые теряют слух даже после короткого воздействия шума сравнительно умеренной интенсивности, другие могут работать при сильном шуме почти всю свою жизнь без сколько-нибудь заметной утраты слуха.

Постепенное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызывать другие вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышенные усталости.

Шум в больших городах сокращает продолжительность жизни человека. По данным австрийских исследователей, это сокращение жизни колеблется в пределах 8-12 лет. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения, психической угнетенности, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой системы. Шум мешает людям работать и отдыхать, снижает производительность труда.

Наиболее чувствительны к действию шума лица старших возрастов. Так, в возрасте до 27 лет на шум реагируют 46,3% людей, в возрасте 28-37 лет – 57, в возрасте 38-57 лет – 62,4, а в возрасте 58 лет и старше – 72%. Большое количество жалоб у лиц пожилого возраста, очевидно, связано с возрастными особенностями и состоянием центральной нервной системы этой возрастной группы населения. Наблюдается зависимость между количеством жалоб и характером выполняемой работы. Данные опроса показывают, что беспокоящее действие шума сказывается больше на людях, занятых умственным трудом, чем на работающих физически (соответственно, 60,2 и 55,0%). Большое количество жалоб лиц умственного труда, по-видимому, связано с большим утомлением нервной системы (Л.А. Олешкевич, 1973).

Результаты обследования 1200 человек подтвердили, что высокие уровни шума в городской среде (один из агрессивных раздражителей центральной нервной системы) способны вызвать ее перенапряжение. Об этом свидетельствуют данные неврологических исследований: у лиц опытных групп установлена явная тенденция к увеличению частоты вегетососудистой дисфункции, церебрального атеросклероза, функциональных нарушений со стороны центральной нервной системы по типу астенического синдрома. Городской шум оказывает неблагоприятное влияние и на сердечно-сосудистую систему: ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина у лиц отдельных возрастно-половых групп встречаются чаще в шумном районе, чем в тихом.

Углубленными исследованиями систематического воздействия авиационного шума на население установлен риск возникновения сердечно-сосудистой патологии как по данным функционального состояния системы кровообращения, так и по результатам изучения заболеваемости с временной утратой трудоспособности и по данным профилактических медицинских осмотров.

В зависимости от действующей шумовой нагрузки у населения выявлено статически достоверное повышение частоты признаков изменения миокарда, сократительной способности сердца, преобладание симпатического компонента в регуляции сердечной деятельности. Эта зависимость прослеживается по классу заболеваний сердечно-сосудистой системы как в целом, так и по отдельным нозологическим формам: нейроциркулярной дистонии, гипертонической болезни, хронической ишемической болезни сердца. Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, как правило, появлялись раньше, чем повреждения органа слуха.

Шумовой режим многих городов и населенных пунктов определяется близостью аэропортов гражданской авиации. Жители, проживающие в радиусе 5-10 км от взлетно-посадочной полосы, подвергаются воздействию высоких уровней авиационного шума от воздушных и наземных операций (эквивалентные уровни звука 78-82 дБ А, максимальные 93-108 дБ А), при опросе выявлено, что шум мешает полноценному отдыху 68% жителей, занятиям – 51%, нарушает сон 73%, создает помехи при телерадиоприеме 31%, а также вызывает испуг, тревогу и ощущение вибрации.

Шум уменьшает продолжительность и глубину сна. Установлено, что большую роль играет хронологическая конфигурация шумов, чередование шумов различной интенсивности. Так, неравномерное движение транспорта сильнее нарушает сон, чем интенсивное, но равномерное. Очевидно, адаптация к регулярным и частым шумам наступает гораздо легче, чем к нерегулярным и редким.

Люди по-разному реагируют на шум во время сна, реакция на шумовое воздействие не зависит от возраста, пола и состояния здоровья человека. Так, при одной и той же интенсивности шума люди в возрасте 70 лет просыпаются в 72% случаев, а дети 7-8 лет – только в 1% случаев. Пороговой интенсивностью шума, вызывающей пробуждение детей, является 50 дБ А, взрослых – 30 дБ А, а пожилые люди реагируют на еще меньшую величину. Женщины более легко просыпаются при шуме. Это объясняется тем, что они чаще, чем мужчины, переходят от стадии глубокого сна к легкому сну.

Впервые санитарные нормы допустимого шума в жилых помещениях разработаны в Московском научно-исследо-

вательском институте гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана и утверждены Министерством здравоохранения СССР в 1960 г. В 1965 г. нормы были расширены: установлен допустимый уровень для жилой территории. В настоящее время нормирование шумов для условий городской застройки проводится в соответствии с действующими «Санитарными нормами допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84 и II главой СНиП II-12-77 «Защита от шума». Санитарные нормы обязательны для всех министерств, ведомств и организаций, проектирующих, строящих и эксплуатирующих жилые и общественные здания, разрабатывающих проекты планировки и застройки городов, микрорайонов, жилых домов, кварталов, коммуникаций и т.д., а также для организаций, проектирующих, изготавливающих и эксплуатирующих транспортные средства, технологическое и инженерное оборудование зданий и бытовые приборы. Эти организации обязаны предусматривать и осуществлять необходимые меры по снижению шума до уровней, установленных настоящими нормами.

ГОСТ 19358-74 «Автомобили, автопоезда, автобусы, мотоциклы, мотороллеры, мопеды и мотовелосипеды, внешний и внутренний шум. Предельно допустимые уровни. Методы измерения» устанавливает шумовые характеристики, методы их измерения и допустимые уровни шума автомобилей (мотоциклов) всех образцов, принятых на государственные, межведомственные, ведомственные и периодические контрольные испытания. В качестве основной характеристики внешнего шума принимают уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей 84 дБ А, грузовых и автобусов – 85-92, мотоциклов – 80-86 дБ А. Для внутреннего шума приводятся ориентировочные значения допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот; уровни звука составляют для легковых автомобилей 80 дБ А, кабин рабочих мест водителя грузовых автомобилей, автобусов – 85, пассажирских помещений автобусов – 75-80 дБ А.

### *Карта шума города*

Представление о размещении источников шума и распространения шума в городе дает шумовая карта. По карте можно

судить о состоянии шумового режима улиц, микрорайонов, всего города. Большое значение имеют прогнозные шумовые карты, особенно при плановом развитии народного хозяйства нашей страны и массовом жилищном строительстве. Карта шума города дает возможность регулировать уровень шума на жилой территории города, а также служит основой для разработки комплексных градостроительных мер по защите жилой застройки от шума.

При составлении карты шума города учитывают условия движения на магистральных улицах, интенсивность и скорость движения, количество единиц грузового и общественного транспорта в потоке, наличие мощных дизельных автомобилей, трамваев. Для составления карты необходимо располагать сведениями о магистральных улицах (поперечные и продольные профили, длина перегонов, типы транспортных узлов с пересечениями на разных уровнях, типы перекрестков и площадей, дорожное покрытие, конструкция трамвайного пути). На карту шума города должны быть нанесены большие стоянки открытого типа и трансформаторные подстанции, карта должна содержать информацию о размещении промышленности, внешнем транспорте (интенсивность и скорость движения, конструкция рельсового пути, наличие мостов и путепроводов, класс и месторасположение аэропорта, авто- и железнодорожного вокзалов и др.), о плотности жилого фонда по районам и отдельным магистралям. Карта должна содержать сведения о типах возводимых зданий, о размещении лечебно-профилактических учреждений, научно-исследовательских институтов, парков и др. На карту города тщательно наносят существующие источники шума с их уровнями, полученными путем натурных измерений. Учитывают расчетные уровни шума.

#### *Мероприятия по улучшению акустического режима в городах*

В целях борьбы с производственными и иными шумами должны, в частности, осуществляться: внедрение малозумных технологических процессов: улучшение конструкций транспортных средств и их эксплуатации, а также содержания железнодорожных и трамвайных путей, автомобильных дорог, уличных покрытий, размещение аэродромов и аэропортов, промышленных и других сооружений и оборудования, являющихся источниками шума, на

необходимом расстоянии от населенных пунктов и районов жилой застройки; улучшение планировки и застройки городов и других населенных пунктов; организованные мероприятия по предупреждению и снижению бытовых шумов.

Снижают уровень шума полосы зеленых насаждений между проезжей частью магистрали и жилой застройкой. Для снижения уровня шума на 15-18 дБ А рекомендуется сочетать двух- и трехрядные зеленые полосы с экранирующими барьерами. В замкнутых дворах и на узких улицах целесообразно использовать вертикальное озеленение для уменьшения площади поверхностей, отражающих звук. Для достижения существенного (на 60-70%) звукозащитного эффекта на линии жилой застройки зеленые насаждения должны состоять из четырех, пятирядных плотных полос деревьев и кустарников. В зимнее время защитная функция зеленых насаждений снижается в 3-4 раза по сравнению с летним.

Защитный эффект достигается при размещении жилой застройки на расстоянии не менее 25-30 м от магистралей и зоны разрыва озеленения. Значительный эффект достигается при замкнутом типе застройки. Однако, защищенными оказываются только внутриквартальные пространства, а внешние фасады домов попадают в крайне неблагоприятные условия, поэтому подобная застройка автомагистралей нежелательна.

Наиболее целесообразна свободная застройка, защищенная со стороны улицы зелеными насаждениями и экранирующими зданиями временного пребывания людей (магазины, столовые, рестораны, ателье и др.), расположение магистрали на насыпи или в выемке также снижает на близрасположенной территории уровень загрязнения воздуха и шума.

Автомобильные дороги I и II категорий и железнодорожные линии не должны пересекать территории пригородной зоны, где размещаются лесопарки, дома отдыха, пансионаты, детские дачи и лесные школы, лечебные учреждения и санатории, вузы и НИИ. Дома отдыха необходимо размещать на расстоянии не меньше 500 м от автомобильных дорог, промышленных предприятий и в 1 км от железной дороги. Территория разрыва должна быть максимально озеленена.

**СВЕТ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ РАСТЕНИЙ  
ПО ОТНОШЕНИЮ К СВЕТУ.  
ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ.  
ЗНАЧЕНИЕ СВЕТОВОГО ФАКТОРА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ**

**Лучистая энергия.** Одним из важнейших экологических факторов, особенно для фотосинтезирующих зеленых растений является свет. Солнце излучает огромное количество энергии. При этом на видимые лучи (видимый свет) приходится примерно половина всей поступающей на Землю лучистой энергии. Остальные 50% составляют невидимые инфракрасные лучи, около 1% – ультрафиолетовые; значение их для растений и животных изучено недостаточно. Еще менее известна роль проникающей радиации. Однако влияние этих видов лучистой энергии Солнца на живые организмы несомненно. Например, проникающая радиация может вызвать необратимые изменения в клетках, привести к нарушению обмена веществ; ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,25-0,30 мкм стимулируют у животных образование витамина Д, с длиной волны 0,25-0,30 мкм губительно действуют на микроорганизмы, а с длиной волны 0,38-0,40 мкм обладают высокой фотосинтетической активностью. Инфракрасное излучение воспринимается всеми организмами.

Особое значение в жизни всех организмов имеет видимый свет. На свету происходит образование хлорофилла и осуществляется важнейший в биосфере процесс фотосинтеза. Фотосинтезирующая деятельность зеленых растений обеспечивает планету органическим веществом и аккумулированной в нем солнечной энергией – источником возникновения и фактором развития жизни на Земле.

Различные участки спектра видимого света действуют на растения и животных по-разному. Прежде всего различают физиологически активную радиацию, т.е. лучи, ускоряющие или замедляющие процессы фотосинтеза. Наиболее активны оранжево-красные, сине-фиолетовые и ультрафиолетовые лучи с длиной волны 0,38-0,40 мкм. Желто-зеленые и инфракрасные лучи растениями либо вовсе не поглощаются, либо поглощаются в незначительном количестве. Инфракрасные лучи с длиной волны свыше 1,05 мкм принимают участие в теплообмене растений. Установлено, что многие растения хорошо развиваются под прозрачными бесцветными стек-

лами, а под красными и особенно зелеными растут плохо и часто вообще не образуют генеративных органов.

Видимый свет оказывает смешанное действие на организмы: красные лучи – преимущественно тепловое, синие и фиолетовые изменяют скорость и направление биохимических реакций. В целом свет влияет на скорость роста и развития растений, на интенсивность фотосинтеза, на активность животных, вызывает изменение влажности и температуры среды, является важным сигнальным фактором, обеспечивающим суточные и сезонные биоциклы.

Вращение Земли вокруг своей оси обуславливает выработку у организмов режима суточной активности. Движение вокруг Солнца вызывает закономерные изменения длины дня и ночи по сезонам года. Это является причиной сезонной ритмичности в жизнедеятельности организмов. Она выработалась исторически в результате совершенствования механизмов, реагирующих на продолжительность светового дня.

*Световой режим.* Каждое местообитание характеризуется определенным световым режимом. Он определяется соотношением интенсивности, количества и качества света. Показатели светового режима весьма изменчивы и зависят от географического положения и рельефа местности, от высоты ее расположения над уровнем моря, от типа растительности, состояния атмосферы, времени года и суток и от других факторов.

Интенсивность или сила света измеряется количеством джоулей, приходящихся на 1 кв.см горизонтальной поверхности в минуту. Для прямых солнечных лучей этот показатель почти не изменяется в зависимости от географической широты. Наиболее существенно на него влияют особенности рельефа: на южных склонах интенсивность света всегда больше, чем на северных. Самым интенсивным является прямой свет, однако более полно растения используют рассеянный свет.

Количество света, определяемое суммарной радиацией, от полюсов к экватору увеличивается. Это сопровождается изменениями его качества. Однако ни интенсивность, ни количество света полностью не характеризуют световой режим, поскольку растения в процессе фотосинтеза поглощают не все лучи. Для определения светового режима необходимо учитывать и количество отражаемого света, так называемое альbedo. Оно выражается в процентах

от общей радиации и зависит от угла падения лучей и свойств отражающей поверхности. Например, снег отражает 85% солнечной энергии, альbedo зеленых листьев клена составляет 10%, а осенних пожелтевших – 28%. Но следует отметить, что растения отражают в основном лучи физиологически неактивные.

*Экологические группы растений по отношению к свету.* По отношению к свету различают следующие экологические группы растений: световые (светолюбы), теневые (тенелюбы) и теневыносливые. Световые виды (гелиофиты) обитают на открытых местах с хорошей освещенностью и в лесной зоне встречаются редко. Они образуют обычно разреженный и невысокий растительный покров, чтобы не затенять друг друга.

Теневые растения (сциофиты) не выносят сильного освещения и живут под пологом леса в постоянной тени. Это в основном лесные травы. На вырубках при резком осветлении они проявляют явные признаки угнетения и часто погибают.

Теневыносливые растения (факультативные гелиофиты) могут жить при хорошем освещении, но легко переносят и некоторое затенение. К ним относится большинство растений лесов.

В связи с такой спецификой местообитания этим группам растений свойственны определенные адаптивные особенности.

Для световых растений характерна приземистость, розеточное расположение листьев, укороченные побеги. На недостаточное освещение они реагируют развитием этиолированных (обесцвеченных) побегов, удлинением междоузлий, изгибанием побегов в сторону света. Цветки, например, таких светолюбимых растений, как подсолнечник, козлородник, череда, поворачиваются за солнцем.

Теневыносливые древесные породы и теневые травянистые растения отличаются мозаичным расположением листьев. У эвкалиптов листья обращены к свету ребром. У деревьев световые и теневые листья – хорошо освещаемые и затененные – имеют анатомические различия. Световые листья толще и грубое, иногда они блестящие, что способствует отражению света. Теневые листья обычно матовые, неопущенные, тонкие с очень нежной кутикулой или вовсе без нее.

В лесу теневыносливые деревья образуют густо сомкнутые насаждения. Под их пологом могут расти более теневыносливые де-

ревья и кустарники, а ниже – еще более теневыносливые и теневые кустарники и травы.

В общем световые растения почти не способны выносить затенение. Для них характерна наибольшая интенсивность фотосинтеза при полном солнечном освещении и значительная трата углеводов на дыхание.

***Свет как условие ориентации животных.*** Свет как средство ориентации наибольшее значение имеет в жизни животных. Уже у простейших появляются светочувствительные органеллы. Так, эвглена зеленая с помощью светочувствительного «глазка» реагирует на степень освещенности среды. Начиная с кишечнорастворимых практически у всех животных развиваются сложные светочувствительные органы – глаза, имеющие то или иное строение. У животных ориентация на свет осуществляется в результате фототаксисов: положительного и отрицательного.

Световой режим оказывает влияние и на географическое распространение животных. Так, определенные птицы и млекопитающие поселяются в высоких широтах с длинным полярным днем и осенью, когда день сокращается, они мигрируют или откочевывают на юг. Летом в тундре скапливается огромное количество животных, которые при обилии света успевают, несмотря на общую суровость климата, закончить размножение. В то же время в тундру почти не проникают ночные хищники – за короткую летнюю ночь они не могут прокормить ни себя, ни потомство.

Многие птицы во время перелетов ориентируются с помощью зрения по солнцу или звездам. Такой же способностью обладают и некоторые насекомые, например, пчелы.

Определенное сигнальное значение в жизни животных имеет биолюминесценция, т.е. способность живых организмов светиться. Происходит это в результате окисления сложных органических соединений люциферина при участии катализаторов люциферазы обычно в ответ на раздражения, поступающие из внешней среды. У многих люминесцирующих животных формируются специализированные, часто сложного строения органы свечения. Световые сигналы, испускаемые, например, рыбами, головоногими моллюсками и другими водными организмами, служат для привлечения особей противоположного пола, для приманивания добычи или отпугивания хищников, для ориентации в стае и т.д. В наземно-воздушной

среде люминесценция встречается значительно реже, чем в водной. Наиболее широко распространены светящиеся насекомые. Например, жуки семейства светляков используют световую сигнализацию в сумеречные и ночные часы для привлечения особей противоположного пола.

Таким образом, растениям свет необходим прежде всего для осуществления фотосинтеза – важнейшего процесса в биосфере по накоплению энергии и созиданию органического вещества, а для животных он имеет в основном информационное значение.

### **ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТЬ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР**

**Тепловой режим.** Одним из наиболее важных факторов, определяющих существование, развитие и распространение организмов по земному шару, является температура. Причем значение имеет не только абсолютное количество тепла, но и распределение его во времени, т.е. тепловой режим. Тепловой режим растений складывается из температурных условий, которым свойственна та или иная продолжительность и смена в определенной последовательности в сочетании с другими факторами. У животных он также в сочетании с рядом других факторов обуславливает их суточную и сезонную активность.

Тепловой режим сравнительно постоянен в течение всего года лишь в тропических зонах. К северу и к югу сезонные и суточные колебания температур возрастают по мере удаления от экватора. Растения и животные, приспосабливаясь к ним, проявляют различную потребность в тепле в разные периоды.

Растения не имеют собственной температуры тела и по отношению к тепловому фактору обладают определенной спецификой. Их анатомо-морфологические и физиологические механизмы терморегуляции направлены на защиту организма от вредного воздействия неблагоприятных температур. Например, у стланицевых форм карликовой березы, ели, можжевельника и кедровника верхние ветви, поднимающиеся высоко над землей, обычно всегда полумертвые или мертвые, а стелющиеся – живые, так как зимуют под снегом и не подвергаются вредному воздействию низких температур.

Отбор растений в зонах низких температур шел в течение тысячелетий в направлении максимального выживания низкорослых и

стеющихся форм. В зоне высоких температур при пониженной влажности исторически сформировался своеобразный морфологический тип растений с незначительной листовой поверхностью или с полным отсутствием листьев. У многих пустынных растений образуется своеобразное беловатое опушение, способствующее отражению солнечных лучей и предохраняющее их от перегрева.

Температура среды оказывает существенное формообразующее влияние на животных. Под действием теплового фактора у них формируются такие морфологические признаки, как отражательная поверхность тела; пуховый, перьевой и шерстный покров у птиц и млекопитающих; жировое отложение. В Арктике и высоко в горах большинство насекомых, как правило, имеет темную окраску. Это способствует усиленному поглощению солнечных лучей. Темный пигмент яиц многих водных животных выполняет ту же функцию. Насекомые, подвергающиеся длительному воздействию яркого солнечного света, часто вырабатывают светлую окраску тела, которая как известно, отражает лучи солнца. У животных с постоянной температурой тела в холодных климатических зонах наблюдается тенденция к уменьшению площади выступающих частей тела (правило Аллена), поскольку они отдают в окружающую среду наибольшее количество тепла. У млекопитающих при низких температурах относительно сокращаются размеры хвоста, конечностей, ушей, лучше развивается волосной покров. Правило Аллена наглядно проявляется, например, при сравнении размеров ушей экологически близких видов: песца – обитателя тундры, лисицы обыкновенной, типичной для умеренных широт и фенека – обитателя пустынь Африки.

Реакция животных на тепловой режим проявляется и в изменениях пропорций отдельных органов и тела. У многих мелких млекопитающих теплых стран вес ряда органов часто оказывается меньше, чем у особей того же вида, но живущих в более холодных климатических зонах. Так, у горностая из северных районов увеличено сердце, почки, печень и надпочечники по сравнению с таковыми у зверьков в местностях с более высокой температурой. Обычно подобная изменчивость затрагивает органы, имеющие непосредственное отношение к регулированию интенсивности обмена веществ.

В целом анатомо-морфологические изменения у животных в первую очередь направлены на регулирование уровня теплопотерь.

При этом адаптация животных к тепловому режиму, выражающаяся в изменении размеров и строения внутренних органов, нередко приводит к исключениям из правил Бергмана и Аллена. Низкие температуры отрицательно влияют на размеры животных. Однако часто в условиях холодного климата животные из-за медленного развития растут дольше обычного и бывают более крупными. Замечено, к примеру, что мыши, крысы, живущие в домах, на элеваторах, на полях значительно мельче тех, которые встречаются в холодильных камерах на мясокомбинатах.

Температура тела у пойкилотермных животных незначительно или вообще не отличается от температуры окружающей среды и изменяется вместе с ней. У гомойотермных она благодаря развитию сложных механизмов терморегуляции поддерживается на сравнительно постоянном уровне и практически не изменяется даже при существенных колебаниях температуры внешней среды.

**Температурный оптимум и пессимум.** Животные и растения в ходе длительного исторического развития, приспособляясь к периодическим изменениям температурных условий, выработали в себе различную потребность к теплу в разные периоды жизни. К примеру, прорастание семян растений протекает при более низких температурах, чем последующий их рост. Семена клевера, люцерны, конопли прорастают при 0-1°С, а всходы их появляются при 2-3°С. При 1-2°С прорастают и семена ржи, пшеницы, ячменя, овса, всходы же их появляются при 4-5°С. У гречихи, льна, люпина эти температуры, соответственно, равны 3-4 и 6-7°С, а у хлопчатника и риса для прорастания семян требуется температура не ниже 12-14°С. Периоду цветения необходимо больше тепла, чем периоду созревания плодов. При этом многие растения нуждаются в смене температур. Так, томаты лучше растут и развиваются, если дневная температура в среднем равна 26°С, а ночная – 17-18°С.

У всех организмов физиологические процессы наиболее интенсивно протекают при оптимальных температурах, при которых темпы роста, как правило, довольно большие. При таких температурах к биологическим процессам организма в какой-то степени применимо правило Вант-Гоффа. Согласно этому правилу, скорость химических реакций возрастает в 2-3 раза при повышении температуры на каждые 10°С. При температурах выше или ниже оптимальных скорость биохимических реакций в организме снижается или

они вообще нарушаются, что приводит к замедлению темпа роста и даже гибели организма.

**Тепловой фактор и распределение растений и животных по земному шару.** Поскольку растения и животные исторически приспособлены к определенным тепловым режимам, то совершенно очевидно, что температурный фактор имеет непосредственное отношение к распределению их на Земле и в той или иной степени обуславливает заселенность разных природных зон живыми организмами. Подтверждением этому служит тот факт, что значительное потепление, происходящее в течение последних 40-50 лет в арктических морях, сопровождается перемещением населяющих их растений и особенно животных с запада на восток. Так, сравнительно теплолюбивые обитатели вод северной Атлантики продвинулись в Баранцево и даже Карское моря, а холодолюбивые жители последних оказались далеко на востоке и севере.

Еще в 1918 г. А. Хопкинс сформулировал биоклиматический закон. Он установил, что существует закономерная, довольно тесная связь развития фенологических явлений с широтой, долготой и высотой над уровнем моря. Он подсчитал, что по мере продвижения на север, восток и в горы время наступления периодических явлений в жизнедеятельности организмов запаздывает на 4 дня на каждый градус широты, 5 градусов долготы и примерно на 100 м высоты.

Некоторые исследователи связывают границы распространения растений и животных с числом дней в году, имеющих определенную среднюю температуру. Например, изолинии со среднесуточной температурой свыше  $7^{\circ}\text{C}$  в течение более 225 дней в году совпадают с границей распространения бука в Европе. Подобные эколого-географические изолинии высчитаны для многих растений и животных. Однако при этом большое значение имеют не среднесуточные температуры, а колебание их в комплексе с другими экологическими факторами, эоклиматическими и микроклиматическими условиями. Изолинии без учета этого сложного комплекса не могут дать объективной картины географического распространения живых организмов и тем более вскрыть закономерности их распределения в пространстве.

Одной из наиболее важных закономерностей в распределении современных организмов служит их биополярность. Она заключа-

ется в том, что у организмов в высоких широтах умеренных зон (в обоих полушариях) наблюдается определенное сходство в систематическом составе и ряде биологических явлений. Это характерно и для наземной и для морской фауны и флоры. Биполярность отмечается и в поширотном качественном составе живых организмов. Так, тропической хоне свойственно значительное видовое разнообразие, в то время как в высоких широтах видов намного меньше.

Однако экологическое распределение видов зависит не только от температурного фактора, поскольку само распределение тепла связано с местными условиями, особенностями рельефа, топографии, наличием водоемов. Поверхность морей и озер нагревается солнцем примерно в 4 раза медленнее и слабее, чем суша. Вблизи водоемов меньшая амплитуда температурных колебаний. Растения и животные, обитающие здесь, почти не страдают от поздних весенних заморозков. На общее распределение тепла оказывают воздействие даже такие незначительные топографические изменения, как наличие кочек. Еще большие температурные различия наблюдаются на северных и южных склонах холмов, оврагов. Рельеф местности, определяя экспозицию склонов, влияет на степень их прогреваемости. Это приводит к формированию на южных и северных склонах несколько различающихся растительных ассоциаций и животных группировок. В понижениях колебания температур имеют больший диапазон, чем на возвышенностях. Как правило, в долинах, оврагах, западинах ночные температуры ниже, а дневные выше, чем на возвышенных участках.

### ***Влажность***

**Вода.** Важнейшим экологическим фактором в жизни наземных организмов является вода. Она служит основной частью протоплазмы клеток, тканей, растительных и животных соков. Только при наличии воды в организме могут осуществляться биохимические процессы ассимиляции и диссимиляции, газообмен. Вода с растворенными в ней веществами обуславливает осмотическое давление клеточных и тканевых жидкостей, а вместе с тем и межклеточный обмен.

Содержание воды в организме животных и растений в период их активной жизнедеятельности довольно высокое.

Потребность растений в воде в различные периоды развития неодинакова, особенно у разных видов; меняется она и в зависи-

мости от климата и типа почвы. Например, злакам в период прорастания семян и их созревания нужно меньше влаги, чем во время наиболее интенсивного роста. Для каждой фазы роста и стадии развития любого вида растений можно выделить критический период, когда недостаток воды особенно отрицательно сказывается на его жизнедеятельности. При этом почти повсеместно, кроме влажных тропиков, наземные растения испытывают засуху, временный недостаток воды. Атмосферная засуха особенно проявляется при высоких летних температурах; почвенная – при уменьшении почвенной влаги, доступной растению. Дефицит влаги снижает прирост растений, является причиной их низкорослости, а также бесплодия из-за недоразвития генеративных органов. У злаков оказываются щуплыми и недоразвитыми зерна и их количество в колосе резко падает.

**Основные показатели влажности.** Различают абсолютную влажность воздуха, представляющую собой количество газообразной воды в граммах на 1 куб.м воздуха и относительную. Последняя в экологических исследованиях учитывается наиболее часто. Она характеризует степень насыщения воздуха парами воды при определенной температуре и выражает в процентах соотношение абсолютной влажности и максимальной, определяющей массу водяных паров, способных создать полное насыщение 1 куб.м воздуха.

Наибольшее значение для организмов имеет дефицит насыщения воздуха водяными парами, т.е. разность между максимальной и абсолютной влажностью при определенной температуре. Они наиболее четко характеризуют испаряющую силу воздуха и для экологических исследований играют особую роль.

**Сезонное распределение влаги.** Исключительную влажность приобретает сезонное распределение влаги в течение года, а также её суточное колебание.

Влажность воздуха обуславливает периодичность активной жизни организмов, сезонную динамику протекания жизненных циклов, влияет на продолжительность развития, плодовитость и их смертность.

Каждая фаза развития животного требует строго определенных условий влажности. При недостатке влаги в пище или в воздухе у животных резко сокращается плодовитость, особенно у влаголюбивых.

вых форм. Недостаточное количество воды в корме приостанавливает деятельность гонад у многих грызунов, снижает интенсивность роста практически у всех животных, замедляет их развитие, сокращает продолжительность жизни, увеличивает смертность.

Таким образом, водный режим, т.е. последовательные изменения в поступлении, состоянии и содержании воды во внешней среде, оказывает существенное влияние на жизнедеятельность живых организмов.

*Подразделения экологических групп растений и животных по отношению к водному режиму.* По отношению к водному режиму наземные организмы подразделяются на три основные экологические группы гигрофильные, ксерофильные и мезофильные, предпочитающие умеренную влажность. Однако это деление относительно и в значительной степени условно, поскольку между указанными группами имеется множество переходных форм.

Гигрофиты – растения, обитающие во влажных местах, не переносящие водного дефицита и обладающие не высокой засухоустойчивостью. К ним прежде всего относят тропические растения, живущие при высокой температуре и влажности воздуха.

Мезофиты – это растения умеренно увлажненных местообитаний. Способность переносить почвенную и атмосферную засухи у них ограничена. К типичным мезофитам относится значительное количество луговых трав, многие лесные травы, лиственные деревья, большинство сельскохозяйственных культур и сорняков.

Ксерофиты – растения сухих местообитаний. Они способны хорошо переносить почвенную и атмосферную засухи. Наиболее обильны и разнообразны ксерофиты в областях с жарким и сухим климатом.

По отношению к колебаниям водоснабжения и испарения растения подразделяют на пойкилогидрические гомойогидрические. У первых количество воды в тканях непостоянно и зависит от условий влажности среды. Вторые способны поддерживать относительное постоянство содержания воды в тканях много зависят от увлажнения окружающей среды.

## **ОХРАНА ПРИРОДЫ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В УЗБЕКИСТАНЕ**

Охрана природы и природных ресурсов в Узбекистане проводится согласно Закону Республики Узбекистан от 9.02.92 г. №754-ХП «Об охране природы».

Настоящий Закон устанавливает правовые, экономические и организационные основы сохранения условий природной среды, рационального использования природных ресурсов. Он имеет целью обеспечить сбалансированное гармоничное развитие отношений между человеком и природой, охрану экологических систем, природных комплексов и отдельных объектов, гарантировать права граждан на благоприятную окружающую среду.

Отношения в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов в Республике Узбекистан регулируются настоящим Законом, а также земельным, водным, лесным законодательством, законодательством о недрах, об охране и использовании атмосферного воздуха, растительного и животного мира, иными актами законодательства Республики Узбекистан. Отношения в области охраны природы в Республике Каракалпакстан также регулируются законодательством Республики Каракалпакстан.

Целью охраны природы является:

- Создание благоприятных условий для здоровья людей, сохранение экологического равновесия, рационального неистощительного природопользования в интересах эффективного и устойчивого социально-экономического развития республики;

- Сохранение богатства видов и генетического фонда;
- Сохранение живой природы;
- Сохранение многообразия экологических систем, ландшафтов и уникальных природных объектов;
- Обеспечение экологической безопасности;
- Сохранение культурного наследия, связанного с объектами природы.

Для достижения целей охраны природы в процессе хозяйственной, управленческой и иной деятельности местные органы государственной власти, министерства и ведомства, предприятия, учреждения, организации, фермерские и кооперативные хозяйства, а также отдельные лица обязаны руководствоваться следующими принципами:

- Сохранение устойчивости биосферы и ее экологических систем как среды обитания человека и забота об экологической безопасности людей, о генофонде человека и его будущих поколений;

● Обеспечение прав граждан на благоприятную для жизни окружающую природную среду, обязательность экологического обучения во всех видах образовательных учреждений;

● Научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов общества;

● Платность специального и бесплатность общего природопользования;

● Обязательность экологической экспертизы;

● Стимулирование рационального природопользования и охраны природы;

● Необходимость воспроизводства природных ресурсов, недопущение вредных, необратимых последствий для окружающей природной среды и здоровья человека;

● Гласность в решении природоохранных задач;

● Сочетание национальных, региональных и международных интересов в области охраны природы;

● Ответственность за нарушение требований природоохранного законодательства.

Охране от загрязнения, порчи, повреждения, истощения, разрушения, уничтожения, нерационального использования подлежат земля, недра, воды, растительный и животный мир, атмосферный воздух.

К особо охраняемым природным территориям и объектам в Узбекистане относятся государственные заповедники, национальные, историко-природные и мемориальные парки, заказники, памятники природы, ботанические и зоологические сады, дендрарии, а также животные и растения, занесенные в международную Красную книгу и Красную книгу Республики Узбекистан.

Особой охране подлежат также курортные и рекреационные зоны, зоны формирования поверхностных и подземных вод (речные долины, конусы выноса, предгорные шлейфы), месторождения редких и ценных металлов, прибрежные полосы и водоохраные зоны (полосы) водных объектов, охранные (буферные) зоны особо охраняемых природных территорий, рыбохозяйственные зоны, запретные полосы лесов и другие зоны в порядке, определяемом законодательством Республики Узбекистан и международными договорами.

Решениями местных органов государственной власти и управления могут предусматриваться и иные категории особо охраняемых природных территорий и объектов.

В соответствии с Конституцией Республики Узбекистан земля, ее недра, воды, растительный и животный мир и другие природные ресурсы являются общенациональным богатством, подлежат рациональному использованию и охраняются государством.

Условия, порядок предоставления, использования и охраны природных ресурсов определяются законодательством Республики Узбекистан.

В Республике Узбекистан осуществляется общее и специальное природопользование.

Общее природопользование осуществляется гражданами бесплатно для удовлетворения жизненно необходимых потребностей без закрепления природных ресурсов за отдельными пользователями и без предоставления соответствующих разрешений.

В порядке специального природопользования предприятиям, учреждениям, организациям и гражданам предоставляется во владение, пользование или аренду природные ресурсы на основании специальных разрешений за плату для осуществления производственной и иной деятельности.

Государственное управление охраной окружающей природной среды и использованием природных ресурсов в Республике Узбекистан в соответствии с ее законами и иными нормативными актами осуществляется Кабинетом Министров Республики Узбекистан, Государственным комитетом республики.

К компетенции Кабинета Министров Республики Узбекистан в области охраны природы относятся:

- Проведение единой природоохранной политики;
- Регулирование использования природных ресурсов;
- Установление порядка и обеспечение ведения государственных кадастров природных ресурсов, утверждение запасов природных ресурсов республиканского значения;
- Разработка мер по предотвращению экологических кризисных ситуаций, стихийных бедствий и катастроф;
- Реализация мер по ликвидации последствий стихийных бедствий и крупных аварий;

- Установление порядка платы за пользование природными ресурсами, за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, других видов вредного воздействия, а также лимитов на использование природных ресурсов, размещение отходов;

- Создание системы экологического просвещения и воспитания, обеспечение ее функционирования;

- Утверждение границ районов особого природопользования, режимов охраны природы и хозяйственной деятельности;

- Развитие межгосударственных отношений в области охраны природы и природопользования;

- Осуществление иных мер, предусмотренных актами законодательства Республики Узбекистан.

К компетенции местных органов государственной власти и управления в области охраны природы относится:

- Определение основных направлений охраны природы на своей территории, утверждение региональных (территориальных) экологических программ;

- Учет и оценка состояния природных ресурсов, учет экологически вредных объектов;

- Материально-техническое обеспечение мероприятий по охране природы;

- Выдача и аннулирование разрешений на право пользования природными ресурсами, на складирование или захоронение промышленных или бытовых отходов в установленном порядке;

- Взимание платы за пользование природными ресурсами;

- Контроль за охраной природы, принятие решений о приостановлении, прекращении и перепрофилировании деятельности объектов местного значения, вредно воздействующих на окружающую среду;

- Регулирование других вопросов, предусмотренных законодательством Республики Узбекистан.

Жители Республики Узбекистан имеют право на проживание в благоприятной для их здоровья и здоровья будущих поколений природной среде, охрану здоровья от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

В этих целях жители Республики Узбекистан имеют право объединяться в общественные организации по охране природы, требовать и получать информацию о состоянии окружающей при-

родной среды и мерах, принимаемых по ее охране. Жители Республики обязаны рационально использовать природные ресурсы, бережно относиться к богатствам природы, соблюдать экологические требования.

Природопользование допускается при условии сохранности пригодной для жизни окружающей природной среды, пользования природными ресурсами в пределах, установленных соответствующими нормативами, и обеспечения воспроизводства возобновляющихся и возобновляемых природных ресурсов.

В качестве почвы рассматривается охваченный жизнедеятельностью и функционирующий вместе с растительным покровом поверхностный плодородный слой земной коры. Почва используется для получения урожаев естественных и культурных растений без снижения ее плодородия. Попадающий под сооружения гумусовый слой почвы подлежит удалению и переносу для повышения плодородия почв в других местах.

В качестве недр рассматривается пространство, охватывающее верхнюю часть земной коры и доступное для исследований и добычи полезных ископаемых, а в качестве полезных ископаемых – геологические образования, имеющие экономическое и оздоровительное значение.

Недра и полезные ископаемые используются при условии:

- Обеспечения при добыче комплексного и экономного использования их и сопутствующих природных ресурсов, а также предотвращения загрязнения окружающей природной среды и недр;

- Рекультивации земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых;

- Использования возобновляющихся полезных ископаемых лишь в пределах их естественного возобновления.

Почва – особое природное образование, обладающее рядом свойств, присущих живой и неживой природе, сформировавшееся в результате длительного преобразования поверхностных слоев литосферы под совместным взаимообусловленным воздействием гидросферы, атмосферы, живых и мертвых организмов.

Почва – одна из составных частей окружающей человека среды. Важнейшее её свойство – плодородие, т.е. способность обеспечивать рост и развитие растений. Это свойство почвы играет перво-

степенную роль в жизни человека. Ценность почвы не ограничивается ее значением для сельскохозяйственного производства. Она является важнейшим звеном всех наземных биоценозов и биосферы Земли в целом.

Чтобы обеспечить продуктами питания растущее население земного шара, необходимо не только охранять почву, но и постоянно увеличивать ее производительность.

Суммарная площадь распаханых почв Земли  $1,5 \cdot 10^9$  га, леса занимают  $4,06 \cdot 10^9$  га и травянистые ландшафты –  $2,6 \cdot 10^9$  га. Сельским хозяйством освоено около 30% площади суши. В Европе обрабатываемые почвы составляют 30,8% от всей площади, в Азии – 20,2, в Северной и Южной Америке – 14,4, в Америке – 14,4, в Австралии и Океании – 4,1%.

### **ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Две трети поверхности нашей планеты покрыто водами Мирового океана. Кроме того, около 11% территории суши заняты льдами Антарктиды, ледниками Гренландии и высокогорьями. Около 3% суши покрывают воды рек, озер и болот.

Создается впечатление, что водные запасы Земли неисчерпаемы, но это не так. Воды Мирового океана, составляющие 93,3% всех водных ресурсов планеты, мало используются из-за высокой солености. Значительная масса воды сосредоточена в природных ледниках (около  $28,5$  млн. км<sup>3</sup>), но они располагаются в труднодоступных местах. Поэтому из общих гидроресурсов нашей планеты воды, пригодные для всех видов использования, составляют всего 0,3% общего объема гидросферы. Меньше всего воды в руслах рек – примерно  $1,2$  тыс. км<sup>3</sup>.

Вода – один из основных факторов, обуславливающих возможность жизни на Земле. Живые организмы не могут обходиться без воды, так как вода входит в состав клеток и тканей любого живого существа. В растительных и животных организмах вода содержится в больших количествах: в надземных органах многих растений находится 80-90% воды, в плодах арбузов и дынь – 90-95%. В теле взрослого человека воды около 80%. Обезвоживание животного организма на 10-20% влечет за собой его гибель.

В настоящее время особенно неблагоприятная обстановка сложилась в Казахстане, Узбекистане, Туркменистане и Азербайджане.

на долю которых приходится только 2% водных ресурсов, хотя именно в этих сухих и жарких областях с широко развитым орошаемым земледелием потребность в воде максимальна.

В аридных районах Средней Азии искусственное орошение возникло в начале второго тысячелетия до нашей эры. Следы древних ирригационных сооружений сохранились на Амударье, в бассейне р. Зарафшан, в Хорезме и Ферганской долине.

Около 1 века нашей эры в Хорезме возник крупный оазис, орошавшийся каналами Кирккыз и Топраккала.

Известно, что оседлые жители Мавераннахра, защищая свои города, села, сады и поля, оказывали упорное сопротивление войскам Александра Македонского, вторгшимся в Среднюю Азию в 329-327 гг.

В раннем средневековье в Средней Азии существовали крупные оазисы, орошаемые водами рек Чирчик (Шаш), Сырдарья (Отрар), Зарафшан (Самарканд, Бухара), Амударья (Хорезм).

Однако в начале XIII века на цветущие города и села Мавераннахра обрушилось полчище монгольских завоевателей. Монголы дотла сожгли Отрар, обратили в руины Самарканд, Бухару, Ургенч, перебили большинство населения, а искусных мастеров и ремесленников угнали в рабство. Разрушению подверглись не только города и села, дворцы и храмы, в значительной мере пострадали и ирригационные сооружения.

Разрушение монголами ирригационных систем привело к резкому упадку орошаемого земледелия и сильно сократило объем сельскохозяйственной продукции. Даже в конце XIV века ни земледелие, ни торговля, ни ремесленные производства не достигли того уровня, который существовал в Мавераннахре в конце XII-XIII веков, до монгольского вторжения. Некоторые древние каналы действуют и поныне. К их числу относятся в Хорезме – Шават и Палван, в долине Зарафшана – Даргом, Нарпай, Шахруд и другие. В Вахшской долине сохранились древние каналы Джуйбор и Джилижкуль, ныне перестроенные в составе Вахшской инженерной оросительной системы.

Были построены крупные оросительные системы в Учкурганской и Савайской степях Ферганской долины, Дальверзинской и Голодной степях, бассейне реки Зарафшан и в Сурхандарьинской области. Общий прирост поливных площадей за этот период

составил 246 тыс.га, что в 4 раза больше, чем за 50-летний колониальный период истории Средней Азии.

Только за годы десятой пятилетки в Узбекистане введено в эксплуатацию около 215 тыс.га вновь орошенных земель, мелиоративно улучшено 455 тыс.га старопахотных земель, повышена водообеспеченность 660 тыс.га. Для регулирования стока рек в Узбекистане и использования их гидроэнергетических ресурсов создан ряд крупнейших водохранилищ: Чардарьинское, Кайракумское, Чарвакское, Каттакурганское и другие.

Для охраны и улучшения мелиоративного состояния пахотных земель чрезвычайно важна постоянная борьба с вторичным почвенным засолением, ветровой и водной эрозией, а также неукоснительное соблюдение всех правил технологии выращивания сельскохозяйственных культур, особенно их поливного режима. Например, правильное применение агротехнических методов и использование более продуктивных сортов сельскохозяйственных культур в некоторых развивающихся странах позволили резко повысить урожай.

В повышении объемов получаемой продовольственной продукции в Узбекистане существенную роль может сыграть расширение масштабов использования земель предгорий (адыры) и нижних поясов гор. Однако и здесь нужен строгий контроль, чтобы избежать возникновения эрозионных процессов, в том числе селей.

Развитие животноводства в республике нередко тормозится неудовлетворительным состоянием пастбищного хозяйства. Необходимо повсеместно регулировать выпас животных, применять загонную систему пастбы.

Не менее важно увеличение площадей лесов в горных районах. Их роль во влагонакоплении, питании рек, предотвращении селей общеизвестна, поэтому они заслуживают всемерной охраны.

В решении указанных проблем велика роль науки, которая призвана «... усилить исследования, в частности, по рациональному использованию водных ресурсов и охране их от загрязнения и истощения, созданию экономичных и надежных в эксплуатации оросительных систем с механизированным и автоматизированным водораспределением...., развить теоретические исследования по проблемам генной инженерии в селекции растений, микроорганизмов и животных, биотехнологии синтеза белка, биологически активных веществ. Обеспечить создание новых эффективных средств

защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, регуляторов роста и других препаратов для сельского хозяйства, а также разработку и внедрение технологии промышленного производства этих средств».

В деле охраны природы недопустимо медленно используются научно-технические достижения. В проекты строительства новых и реконструкции действующих предприятий еще закладываются устаревшие решения, слабо внедряются безотходные и малоотходные технологические процессы. При переработке полезных ископаемых подавляющая часть добываемой массы идет в отходы, засоряя окружающую среду.

Это в равной мере относится и к Узбекистану, где были допущены серьезные ошибки в природопользовании: вырубка горных и пустынных лесов, засоление сотен тысяч гектаров земель в Голодной степи, в результате чего усилились эрозионные процессы. Экологическая обстановка в Узбекистане остается серьезной – продолжают загрязняться водоемы и атмосфера, нерационально используются земельноводные и лесные ресурсы, нарушаются правила использования и хранения ядохимикатов.

Один из мощнейших факторов воздействия на почву – земледельческая деятельность человека.

Многочисленные археологические исследования и находки в различных регионах земного шара свидетельствуют о том, что возникновение земледелия и обработка почвы относятся к глубокой древности – периоду неолита, отдаленного от нашей эры 5-2 тысячелетиями. В этот период техника земледелия была примитивна. Предпосевная обработка почвы отсутствовала.

В условиях аридного климата равнин Средней Азии грунты и подземные воды обычно содержат значительное количество водорастворимых солей серной и соляной кислот (сульфаты и хлориды). Неумелое водопользование может привести к весьма тяжелым последствиям – вторичному почвенному засолению. При искусственном орошении, особенно избыточных поливах без сброса, уровень минерализованных грунтовых вод поднимается, водорастворимые соли насыщают верхние горизонты почвы или даже выносятся на ее поверхность.

Водорастворимые соли (особенно хлориды) токсичны для растений. Кроме того, они повышают осмотическое давление почвен-

ного раствора и создают так называемую «физиологическую сухость почвы», при которой обычные растения страдают от недостатка влаги так же, как при почвенной засухе.

Засоленные почвы встречаются во многих аридных зонах земного шара. Они нередки в Северо-Западном Китае, Индии, странах Ближнего и Среднего Востока.

Пестициды, вносимые в почву, изменяют состав почвенной микрофлоры и микрофауны. В одних случаях они стимулируют размножение почвенных микроорганизмов, в других вызывают их угнетение и гибель.

Существенно влияют на ход физико-химических процессов в почве минеральные и органические удобрения, например, в Узбекистане с каждым годом вносится все большее количество удобрений. Удобрятся не только поля, занятые техническими культурами, но подкармливаются и посевы зерновых, иногда – луга и пастбища.

Применение минеральных и органических удобрений – необходимое звено в системе возделывания большинства сельскохозяйственных культур, но количество удобрений должно быть строго регламентировано в зависимости от почвенных условий и высеваемых растений.

Избыточные дозы минеральных удобрений наносят ущерб не только культивируемым растениям, но сказываются на качестве их урожая. Например, при внесении высоких доз минеральных (азотных) удобрений в плодах бахчевых культур накапливается большое количество нитратов, что вызывает отравление людей и животных.

Опасно содержание в сухом веществе растения 0,2-5,8% нитратов. Поэтому не рекомендуется вносить более 120 кг/га азотных удобрений под зерновые культуры и более 150 кг/га под пашенные.

Поступление избыточного количества нитратов в организм человека приводит к токсическому цианозу, возникновению патологических процессов, а также повышает уровень онкологической заболеваемости населения.

С 1980 г. в Узбекистане установлен контроль за качеством продукции овоще-бахчевых культур, который осуществляется зональными агрохимическими лабораториями. В 1981 г. по республике проанализировано 1667 образцов урожая бахчевых культур, причем

установлено, что качество арбузов и дынь заметно улучшилось по сравнению с 1977-1979 гг., снизилось содержание нитратного азота, повысилась сахаристость. Однако проблема снижения объема применяемых минеральных удобрений остается и по сей день.

Бесконтрольный водозабор, отсутствие водомеров, завышение нормы полива привели к перерасходу воды. По всему региону в 1985 г. согласно официальной статистике, на каждый из орошаемых гектаров выливалось в среднем по 16 тыс.кубометров воды. В том числе в Туркменистане – 20, на юге Казахстана – 17,5, в Узбекистане – 15, в Таджикистане – 14,5.

В настоящее время осуществляются жесткие меры по рациональному использованию водных ресурсов и борьбе с потерями воды при орошении. В систему этих мероприятий входит установление оросительных норм применительно к конкретным почвенно-гидрологическим условиям, недопущение переполивов, использование для орошения сбросных и дренажных вод.

### ***ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И БОРЬБА С НИМ***

Атмосферный воздух – один из основных компонентов окружающей природной среды, без которого жизнь на Земле невозможна.

Ныне земная атмосфера – сложная смесь различных газов, где ведущая роль принадлежит азоту и кислороду. Газовый состав атмосферы довольно постоянен: в него входит 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,93 аргона, 0,03% углекислого газа.

Атмосферный воздух – это источник кислорода для дыхания всех живых организмов, углекислого газа для фотосинтеза растений, защита Земли от космических излучений, переносчик водяных паров по планете.

Быстрый рост численности населения, промышленных предприятий, автотранспорта, химизация сельского и лесного хозяйства и другие процессы влекут за собой загрязнение воздушного бассейна.

Загрязнение атмосферы – явление крайне опасное, так как с чистотой воздуха, прежде всего, связано здоровье человека, состояние животного и растительного мира.

Под действием загрязненной атмосферы происходит изменение микроклимата, закисление почвы, отравление и гибель растений и

животных, химическое разрушение зданий, сооружений, памятников искусства и архитектуры.

Источники загрязнения атмосферного воздуха можно разделить на две категории: естественные, постоянно действующие – пыльные бури, смерчи, лесные и степные пожары, вулканическая деятельность, выветривание горных пород, космическая пыль и т.д.; искусственные, связанные с промышленной и сельскохозяйственной деятельностью человека, в результате которой в воздух выбрасываются частицы топлива, мельчайшая пыль и т.д.

До недавнего времени считалось, что промышленность – главный источник вредных примесей в атмосфере. Сейчас ведущая роль переходит к автотранспорту и сельскому хозяйству.

Основное влияние промышленных предприятий на окружающую среду – выброс несгоревших частиц топлива в виде золы и хлопьев сажи, которые оседают на поверхность почвы, водоемы и растения. Цементные заводы загрязняют атмосферу мельчайшей, но весьма вредной пылью. Задымленность атмосферы снижает годовую радиацию.

Существенный источник загрязнения атмосферы – автомобильный транспорт, особенно в крупных городах и густонаселенных пунктах. В выхлопных газах автомобилей содержится много вредных веществ: угарный газ (СО), окислы азота (NO, NO<sub>2</sub>) и некоторые токсичные соединения свинца. Автомобильный парк Земного шара (свыше 300 млн единиц) выбрасывает в атмосферу ежедневно около 1 тыс.т свинца (1), тысяча автомобилей в день – более 3т окиси углерода, не считая других ядовитых газов.

Сельскохозяйственное производство современного индустриального типа также способствует загрязнению атмосферы. Одно из первых мест принадлежит дефолиантам и другим пестицидам.

Крупные животноводческие комплексы – также источники существенного загрязнения атмосферы. Вблизи животноводческих предприятий атмосферный воздух резко ухудшается, насыщаясь аммиаком, сероводородом и другими вредными газами.

Самое опасное загрязнение атмосферы и всей окружающей среды – радиоактивное. Радиоактивное загрязнение среды не только крайне губительно для растений, животных и человека, вызывая смертельно опасную лучевую болезнь, но оно обуславливает повреждение генетического аппарата – появление наследственных заболеваний и уродств.

**Загрязнение воздуха очень опасно для человека, животных и растений.**

Известный американский ученый-метеоролог Л.Д. Баттан писал: «Одно из двух: или люди сделают так, что в воздухе станет меньше дыма, или дым сделает так, что на Земле станет меньше людей».

В пылегазовых выбросах промышленности насчитывается около 140 вредных веществ. Многие из них, не имея запаха и цвета, не сразу оказывают вредное влияние, и представляют собой своеобразный «заряд замедленного действия».

В атмосферном воздухе присутствуют также канцерогенные вещества, вызывающие злокачественные опухоли у человека и домашних животных. Ученые считают, что более 50% заболеваний раком вызвано воздействием химических факторов внешней среды.

В Узбекистане Гидрометслужбой с 1981 года проводятся систематические наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха полиароматическими углеводородами и бензапиреном в Ташкенте, Чирчике, Алмалыке, Ангрене. Выявлено 10-12 компонентов, кроме бензапирена, рекогносцировочно обследовано его содержание в почвах Ташкентской области.

С загрязнением воздуха у людей часто появляется недомогание, снижается работоспособность, появляются кашель, головокружение, спазмы голосовых связок, различные заболевания легких, глаз, общее отравление организма, ослабление сопротивляемости.

Загрязнение воздушного бассейна носит глобальный характер, поскольку вредные примеси, выбрасываемые автотранспортом, промышленными и сельскохозяйственными объектами, переносятся на большие расстояния. Возникла необходимость создать специализированную систему наблюдений за воздушным бассейном – систему мониторинга.

Мониторинг состояния загрязнения атмосферы включает в себя: наблюдение за источниками и факторами, вызывающими загрязнение; оценку фактического состояния и прогноз загрязнения воздушного бассейна.

Структурно система мониторинга делится на:

- Мониторинг источников загрязнения;
- Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха;
- Фоновый мониторинг.

Контроль загрязнения воздуха во всех городах проводится по 5 основным загрязняющим ингредиентам, а также по специфическим: углеводы (толуол, ксилол, бензол), сульфаты, сероводород, формальдегид, аммиак, фенол, бензапирен.

В Узбекистане проблема охраны атмосферы от загрязнения носит ярко выраженный региональный характер.

В Узбекистане наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха для выполнения программы мониторинга состояния загрязнения проводятся в 19 городах на 46 стационарных пунктах, 14 маршрутных постах и 70 под факельных точках. В Ташкенте таких пунктов 11.

В городах Алматыке, Андижане, Навои, Самарканде, Фергане и Чирчике на стационарных постах ведутся ежедневные наблюдения за наиболее распространенными примесями – окисью углерода, сернистым газом, двуокисью азота, пылью и сажей.

В Ташкенте контролируется содержание в атмосфере фенола и сероводорода, в Алматыке, Навои – аммиака.

Загрязнение воздуха над Ташкентом довольно ощутимо не только для горожан, но и жителей прилегающих сельских районов. В частности, Ташкентская ГРЭС, расположенная вблизи города, ощутимо загрязняет воздух окислами азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) и продуктами недожога бензапирена. Однако главный загрязнитель – автомобильный транспорт. По данным ГАИ в Узбекистане количество автомобилей в 1980 г. по сравнению с 1970 г. увеличилось в 2 раза, к 1990 г. оно возросло в 3 раза, в 2000 г. в 4-5 раза.

Для поддержания чистоты воздуха в крупных городах важно рационально размещать промышленные предприятия, тепловые электростанции и автохозяйства, не допуская их концентрации на небольших территориях, а также переводить на газовое топливо предприятия, ранее работавшие на угле, мазуте и других видах топлива, загрязняющих атмосферу, окружающую среду.

### ***ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНЫХ***

Растения – единственный источник органических веществ необходимых для питания животных и человека. Они обогащают атмосферу кислородом, необходимым для жизни большинства организмов. От наличия растений зависит круговорот ряда эле-

ментов в природе, климат, скорость движения воздуха, обводненность земель, защита почв от эрозионных процессов и т. д.

На протяжении всей своей истории, с самых ранних этапов развития, человечество всегда было связано с растительным миром. Леса служили человеку убежищем от непогоды и хищников. Здесь же он находил пищу и строил жилье.

Растения доставляли человеку основные продукты питания: белки, углеводы, растительные масла, витамины и лекарственные средства. А также использовались для строительства жилищ, как топливо, материал для различных поделок, изготовления предметов домашнего обихода и оружия.

Позднее из растений стали добывать волокнистые материалы, изготавливать пряжу, ткани, обувь, бумагу, краски, лаки, дубильные вещества, бездымный порохкино- и фотопленку, ацетон, спирты и многие другие виды химического сырья. В настоящее время только из древесины изготавливается до 20 тыс. различных изделий.

Отрицательное воздействие человека на естественную растительность резко возросло с зарождением и развитием земледелия, когда деревья и кустарники вырубались для освобождения земель под пашни.

Еще древнеримский политический деятель Цицерон утверждал, что люди, уничтожающие леса, являются врагами общества. Охрана растительных богатств предпринималось с глубокой древности.

Леса Узбекистана принято делить на три категории: горные (располагающиеся по склонам хребтов Тянь-Шаня и Памиро-Алая), тугайные (лежащие на нижних речных террасах крупных рек Узбекистана) и пустынные (растущие в песках и сухих депрессиях старых речных долин).

Горные леса в Узбекистане занимают всего 2% территории республики, но их народнохозяйственное значение очень велико.

Следует иметь в виду еще одно важнейшее обстоятельство: в Средней Азии дикорастущие плодовые (яблони, груши, инжир, гранат, виноград), косточковые (миндали, абрикосы, алыча, дикие вишни, лох, унаби, рябина), ягодные (смородина, ежевика), орехоплодные (грецкий орех, фисташки) представлены не только десятками видов, но и сотнями форм, обладающими ценными хозяйственными признаками: засухоустойчивостью, морозостойкостью, неприхотливостью к почвенным условиям и иммунитетом к болезням и вредителям.

Кроме дикорастущих плодовых, большой интерес для селекционера и генетика представляют многие кормовые растения (дикорастущие люцерны, эспарцеты, астрагалы, пыреи, житняки), лекарственные (адонис, лагохилос, черкез, ревени), дубильные, эфиромасличные, сапниноносные, декоративные и другие.

В горных лесах республики заготавливают грецкие орехи, фисташки, миндали, алычу, боярышник, дикитй виноград и сырье лекарственных и пряных растений. Барбарис (зирк), буниум (зира), базилик (райхон), душица и некоторые другие растения используются как приправа и пряность.

Пустынные леса занимают около 8% территории республики. Они располагаются преимущественно по песчаным равнинам Кызылкума. Называть эти редколесья или заросли кустарников лесами можно условно, тем более что изреженность насаждений возрастает в связи с усиленной эксплуатацией их местным населением в качестве топлива, дефицит которого в пустынях очень велик. Иногда древесная растительность (черный саксаул) встречается в депрессиях рельефа по сухим руслам древних рек (Джанадарья).

Псаммофильная растительность играет большую роль, скрепляя песчаные субстраты сетью горизонтальных корней и не позволяя им перемещаться в направлении господствующих ветров. Кроме того, пустынная растительность (в том числе и древесная) служит основной кормовой базой для выпаса сотен тысяч голов овец и верблюдов.

Древесно-кустарниковая растительность пустынь Узбекистана подлежит охране и восстановлению. В этом отношении в республике проводятся большие работы: ежегодно на многих сотнях гектаров закладываются искусственные саксаульники, многие из этих насаждений уже достигли возраста плодоношения (в Южном и Центральном Кызылкуме, в Карнабчуле и других пустынных районах).

Тугайные леса, хотя и располагаются преимущественно в пустынной зоне, не могут быть отнесены к растительности пустынного типа. Находясь по берегам крупных рек, на пойменных террасах или участках с близким уровнем залегания грунтовых вод, они не испытывают недостатка во влаге и не отличаются ксероморфностью. Эта растительность хорошо выражена по долинам крупных рек Средней Азии: Амударья, Сырдарья, Вахша, Пянджа, Зарафша-

на и др. В тугаях обитают деревья разнолистный тополь (туранга), различные ивы (тал), лох (джида). Деревья часто оплетаются вьющимися растениями: ломоносом, ластовнем, спаржей и другими, образуются труднопроходимые заросли.

Естественная растительность Узбекистана богата и содержит ряд видов, являющихся источниками ценного технического и лекарственного сырья. Таковы дубильные растения, сапониноносные, алкалоидные, эфирно-масличные, красильные и масличные. Многие из них в течение ряда лет подвергались усиленной эксплуатации, часто проводившейся без учета возможностей естественного возобновления. В результате некоторые из них оказались на грани исчезновения.

В Узбекистане огромный ущерб нанесен мыльному корню, ценному сапониноносному растению. Значительно сократились запасы тарана – прекрасного дубильного растения, обеспечивавшего сырьем дубильную промышленность республики. За последние годы усиленные промышленные заготовки уничтожили значительные массивы солодки голой, некогда широко распространенной на тугайных землях по Сырдарье и Амударье. Корни солодки – ценное сырье, экспортируемое за границу.

Начаты также опытно-производственные работы по введению в культуру листовых дубителей герани и сумаха, посевы которых сосредоточены вблизи единственного в Средней Азии дубильно-экстрактивного завода в Андижанской области.

Подлежит тщательной охране памятники природы: рощи из редких и ценных пород деревьев или отдельные экземпляры деревьев, поражающие возрастом, мощными размерами, внешней красотой. В Узбекистане к числу их относятся огромные чинары и древовидные тамариски в Гиссарском хребте, колоссальные деревья биоты восточной в Нуратау, мощные экземпляры фисташки в Копетдаге и др.

Животный мир нашей планеты чрезвычайно богат и разнообразен, включает в себя самые различные формы – от простейших до млекопитающих – наиболее высокоорганизованных представителей живых существ. Ныне на земном шаре насчитывается более 1,5 млн. видов животных и их влияние на природные процессы и деятельность человека весьма велико.

Некоторые животные активно участвуют в почвообразовательных процессах (кроты, суслики, песчанки, слепушонки, земле-

ройки и мышевидные грызуны), прокладывая ходы, рыхлят почву, перемешивают ее, удобряют экскрементами и растительными остатками. Ту же роль играют и многие беспозвоночные: дождевые черви, жуки, муравьи и другие насекомые. Даже такие крупные животные, как кабаны, барсуки, лисицы, дикобразы существенно влияют на состояние почвы.

Животные имеют и эстетическое значение. Много лет разводят птиц с ярким и красивым оперением (павлины, фазаны, попугаи). Культивируют и мелких певчих птиц (канарейки, соловьи, щеглы, чижи, дрозды). Пруды заселяют лебедями и дикими утками. С декоративными целями разводят и охраняют оленей, ланей, косуль. В некоторых странах охраняют пестрых и красивых бабочек.

Не всегда роль животных в природе и жизни человека была положительной.

Животные отрицательно влияют на древесную и кустарниковую растительность в лесах и горах. Копытные (олени, лоси, косули) уничтожают побеги подроста деревьев, скусывают верхушечные почки, что приводит к искривлению стволов деревьев, ослаблению их роста, иногда к гибели. Кабаны, «вспахивающие» почву в поисках корма, также наносят существенный вред растениям, разрывая и обнажая корни.

В песчаных пустынях Узбекистана большой вред саксаульникам наносят крысы – песчанки.

В Узбекистане к числу опасных хищников относятся только два вида: волк и шакал, причем первый наиболее опасен.

Среди вредителей сельскохозяйственных культур и пастбищных растений есть млекопитающие. В Узбекистане суслики, наносящие ущерб богарным посевам ячменя и пшеницы, песчанки (большая, полуденная, краснохвостая) – серьезные вредители пастбищной растительности, особенно саксаула. К этой же категории относятся тушканчики, слепушонка и мышевидные грызуны.

Некоторые птицы также портят посевы зерновых культур (воробьи), виноградники (майна, скворцы), болотные луны и серые вороны уничтожают гнезда и выводки полезных птиц.

Хозяйственная и охотничья деятельность человека за последние десятилетия существенно отразилась на фауне Южной и Юго-Восточной Азии. Здесь почти исчез персидский лев (немногие его представители ныне сохраняются в заповеднике), перестал суще-

ствовать индийский гепард. Почти не осталось носорогов, резко сократилось количество тигров и леопардов, орангутангов, многих копытных и других.

Животный мир представляет большую ценность для общества. В целях его охраны в нашей стране широко применяются меры правового характера, т.е. законодательное регулирование режима использования богатств полезной фауны с учетом бережного расходования и восстановления, а также ответственность за нарушения охранительного режима. Устанавливаются постоянные или временные запреты на добычу отдельных видов животных.

В целях охраны редких и исчезающих видов животных Международный союз охраны природы и природных ресурсов учредил «Красную книгу», в которую заносятся указанные виды животных и меры по их охране.

### ***ОХРАНА ЛАНДШАФТОВ И ЗАПОВЕДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В УЗБЕКИСТАНЕ***

Под термином ландшафт принято понимать сложные природные комплексы, включающие в себя климат, рельеф, недра, почвы, воды, растительный и животный мир. Все части ландшафта взаимосвязаны и взаимообусловлены, поэтому нарушение какого либо звена в этом комплексе влечет за собой быстрое изменение других составных частей.

Охрана ландшафтов осуществляется различными путями. Создается полная охрана всех комплексов биогеоценозов (недр, почвы, водоемов, животного и растительного мира) или частичная охрана отдельных объектов (ценных видов животных или растений) при сохранении общего облика ландшафта.

Для полной или частичной охраны природных объектов обычно выделяются заповедные территории или акватории.

Заповедные территории – своеобразные живые экологические лаборатории для исследования взаимоотношений организмов и среды.

В настоящее время на нашей планете существует более 2600 крупных заповедников, охватывающих различные природные зоны земного шара и занимающих площадь свыше 4 млн. км<sup>2</sup>, что составляет около 3% всей суши Земли.

Для охраны природных ландшафтов в зарубежных странах создаются особые резерваты и национальные парки, по существу выполняющие функции заповедников (табл.11).

Под национальные парки отводятся территории, отличающиеся оригинальностью ландшафта, красотой и эстетической ценностью. Принимаются меры, чтобы максимально оградить ландшафты парка, его животный и растительный мир от воздействия потока туристов: экскурсии совершаются по определенным дорожкам, устраиваются смотровые площадки и вышки.

Национальные парки привлекающие огромное количество туристов, содействуют сохранению других ландшафтов (горы, озера, реки), где организованные туристические походы могут нанести большой ущерб всем звеньям природных комплексов.

В Узбекистане с 1978 года в живописной местности среди арчовников Туркестанского хребта в Зааминском районе (Джизакская область) создан национальный (народный) парк, привлекающий много туристов.

В Узбекистане по сравнению с некоторыми другими территориями СНГ много государственных заповедников, отражающих характерные особенности природных зон республики. Тугайную флору и фауну оберегает Сурханский заповедник (до 1986 г. он назывался Арал-Пайгамбар), расположенный на одноименном острове р. Амударьи. Здесь хорошо представлены тугайные леса, состоящие из тала (ивы), джиды (лоха), туранги (разнолистного тополя). Многочисленны кустарники: джингил, тамариск и другие. В пониженных местах располагаются труднопроходимые тростниковые крепи. В тугаях обитают: бухарский олень, кабан, волк, лисица-караганка, шакал, камышовый кот, индийская пластинчатозубая крыса и другие. Много птиц, в том числе белохвостый орлан, черный гриф, фазан, филин, сизоворонка и др.

Тугайная растительность и своеобразный животный мир сохраняются в заповеднике Бадайтугай, расположенном в пойме р. Амударьи (Берунийский район) на площади 6479 га, из них 105 га занимают водоемы.

В сходных условиях в пойме Амударьи и Кызылкумский заповедник. Площадь 4000 га, из них 820 га – водоемы. Здесь хорошо выражены природные песчано-тугайные комплексы. В заповеднике обитают: бухарский олень, джейран, кабан, зайцы, фазаны. Много рептилий, в том числе ядовитых змей (эфа, гюрза, реже кобра).

Различные горные пояса Узбекистана также представлены рядом заповедников, отражающих природную обстановку отдельных регионов. К их числу относится крупный Чаткальский заповедник (площадь 35255 га), организованный в 1947 г. в горах Западного Тянь-Шаня. В настоящее время он приобрел статус биосферного заповедника. Растительный покров здесь представлен орехово-плодовыми лесами (грецкий орех, несколько видов диких яблонь, груш, боярышника, многоствольные формы алычи, рябины) и арчовниками. Древесная растительность располагается преимущественно на склонах северных экспозиций. На южных склонах развиты формации туркестанской разнотравной сухой степи, многочисленны розарии. Животный мир заповедника богат и представлен белокотным медведем, горным козлом, косулей, дикобразом, кабаном, сурком Мензбира, иногда сюда заходит снежный барс. Из птиц характерны: улар, кеклик, белоголовый сип, дикие голуби и др. Научный профиль заповедника – изучение экосистем различных вертикальных зон Западного Тянь-Шаня и разработка методов сохранения и восстановления горных лесов и их фауны.

В Гиссарском хребте на территории Дехканабадского района Кашкадарьинской области в 1983 г. образован Гиссарский государственный арчовый заповедник, охватывающий различные вертикальные пояса этого региона Памиро-Алая. Он объединил Кызылсуйский и Миракинский заповедники, общая территория охранной зоны составляет 87,5 тыс.га. Древесная растительность здесь представлена двумя видами арчи, кленами, рябиной персидской и некоторыми другими. Многочисленны кустарники: жимолость, боярышник, барбарис, шиповник. Заповедник охватывает различные вертикальные пояса растительности: арчовник разнотравно-субальпийские и альпийские формации. Здесь находятся ледники, высокогорные озера, водопады. Фауна заповедника состоит из редких видов животных. Здесь обитают: снежный барс, белокотный медведь, центральноазиатский козел, туркестанская рысь, выдра, куница, дикобраз, длиннохвостный сурок, лисица и др. Из птиц обычны: улар, кеклик, снежный гриф, бородач, беркут, вяхирь, скалистый голубь. Уникальный объект заповедника – крупная карстовая пещера Тамерлана, в которой сохранились следы динозавров.

В Центральной части Нурагинского хребта (Фаришский район Джизакской области) в 1975 г. организован Нурагинский орехово-плодный заповедник (площадь 22537 га). Древесная и кустарни-

ковая растительность здесь располагается преимущественно по саям – особенно северной экспозиции. Деревья немногочисленны: грецкий орех, каркас, очень редко биота восточная (деревья тысячелетнего возраста). Более обильны кустарники, миндаль бухарский и колючий, боярышник, эфедра и другие. В фауне обычны дикобраз, волк, лиса.

В 1975 г. в Самаркандской области образован Зарафшанский государственный долинный пойменно-тугайный заповедник (площадь 2518 га). Он простирается по правому берегу Зарафшана на 46 км. Цель создания заповедника – восстановление и сохранение фазана, лекарственного кустарника облепихи, тугайной растительности. Флора заповедника – туранговая, лоховая, облепиховая, гребенщикова (или тамарисковая), ивовая, вейниковая, разнотравная, камышово-сусаковая растительная формация. Кроме того, процарастают яблоня домашняя, персики, груша обыкновенная, грецкий орех, виноград.

Основная фауна – пернатые. Более 160 видов птиц обитают в разные сезоны года.

Красная книга – аннотированный список редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, растений и грибов. Красные книги бывают различного уровня – международные, национальные и региональные.

Первая организационная задача охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов – их инвентаризация и учет как в глобальном масштабе, так и в отдельных странах. Без этого нельзя приступать ни к теоретической разработке проблем, ни к практическим рекомендациям по спасению отдельных видов.

Животный мир представляет большую ценность для общества. В целях его охраны в нашей стране широко применяются меры правового, т.е. законодательное регулирование режима использования богатств, полезной фауны с учетом бережного расходования и восстановления, а также ответственность за нарушение охранительного режима.

Устанавливаются постоянные или временные запреты на добычу отдельных видов животных.

В целях охраны редких и исчезающих видов животных Международный Союз охраны природы (МСОП) и природных ресурсов учредил «Красную книгу», в которую заносятся указанные виды животных и меры по их охране.

На территории Узбекистана насчитывается около 4500 видов дикорастущих высших растений и более 2000 видов грибов. Среди них около 400 редких, эндемичных и реликтовых видов (10-12% флоры), для охраны которых необходимы эффективные меры. И хотя состояние флоры, охраняемой в заповедниках, относительно благополучно, природные запасы многих дикорастущих видов резко сократились. Так, вследствие усиленной промышленной заготовки уменьшились ареалы тюльпанов и пионов, мыльного корня, зайцегуба опьяняющего. Значительное число видов находится на грани исчезновения.

Обретение Республикой Узбекистан независимости дало принципиально новый импульс в деле охраны окружающей среды, растительного и животного мира.

9 декабря 1992 года был принят Закон «Об охране природы», 7 мая 1993 года Закон «Об особо охраняемых природных территориях», 26 декабря 1997 года Закон «Об охране и использовании растительного мира», 1999 года «О лесе». Это важные документы, способствующие сохранению растительного мира во всем его многообразии.

Таблица 11

**Особо охраняемые природные территории  
Республики Узбекистан**

Название ООПТ	Год организации	Площадь (га)	Подчиненность	Государственные заповедники, регион
«Бадай-Тугай»	1971	6642	Минсельводхоз	Рес. Каракалпакстан
Гиссарский	1983	80986	Госкомприрода	Кашкадарьинская обл.
Зааминский	1926	26848	Минсельводхоз	Джизакская обл.
Зеравшанский	1975	2352	Минсельводхоз	Самаркандская обл.
Китабский	1979	3938	Госкомгеология	Кашкадарьинская обл.
Кызылкумский	1971	10311	Минсельводхоз	Хорезмская и Бухарская обл.
Нуратинский	1975	17752	Минсельводхоз	Джизакская обл.
Сурханский	1987	24554	Минсельводхоз	Сурхандарьинская обл.

Название ООПТ	Год организации	Площадь (га)	Подчиненность	Государственные заповедники, регион
Чаткальский	1947	35724	Национальные парки	Ташкентская обл.
Зааминский народный парк	1976	24110	Минсельводхоз	Джизакская обл.
Угам-Чаткальский гос. нац. природный парк	1990	574590	Специализированные учреждения	Обл. хокимият Ташкентская обл.
Экоцентр «Джейран»	1976	7122	Госкомприрода	Бухарская обл.
Заказники «Актау»	1992	15420	Госкомприрода	Самаркандская обл.
«Денгизкуль»	1992	50000	Госкомприрода	Бухарская обл.
«Каракир»	1992	86225	Госкомприрода	Бухарская обл.
Карнабчульский	1992	40000	Госкомприрода	Самаркандская обл.
Кушрабатский	1992	16300	Госкомприрода	Самаркандская обл.
Мубарекский	1992	236846	Госкомприрода	Кашкадарьинская обл.
Сайгачий	1991	1000000	Госкомприрода	Рес. Каракалпакстан
«Сармыш»	1991	5000	Госкомприрода	Навоийская обл.
«Сечанкуль»	1992	7037	Госкомприрода	Кашкадарьинская обл.
«Судочье»	1991	50000	Госкомприрода	Рес. Каракалпакстан
Памятники природы Мингбулакского района	1993	1000	Госкомприрода	Наманганская обл.
Памятник природы Чустского района	1994	96	Госкомприрода	Наманганская обл.
«Центральная Фергана»	1995	142	Госкомприрода	Ферганская обл.
«Язъяван»	1991	1842		Ферганская обл.

## *ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В УЗБЕКИСТАНЕ*

Экология окружающей нас среды, а значит существование всего живущего на планете, волнует мир давно. К этой проблеме человечество обращается не один десяток лет, но именно в последние годы, когда люди становятся свидетелями серии экологических катастроф, вечный вопрос «быть или не быть» становится особенно актуальным. В том числе и для нас, живущих в Узбекистане, где в последние десятилетия произошла одна из крупнейших трагедий века – аральская.

Арал, некогда дававший многотысячному населению региона жизнь и благополучное существование, сегодня несет боль и многие беды, связанные напрямую со здоровьем людей и нанесением огромного вреда всей экосистеме Приаралья.

По сведениям ООН, с высохшего дна Арала ежегодно выносятся до 700 тысяч тонн вредных солей в радиусе более одной тысячи километров, из которых более 500 кг осаждается на каждый гектар почвы в дельте реки Амударьи. В Каракалпакстане на 10 тыс. населения приходится 938 случаев кожных заболеваний, что в два раза больше, чем в целом по Узбекистану. Аральский кризис породил не только медицинские, но и социальные, экономические, бытовые проблемы, решение которых требует колоссальных затрат. И все же государство идет на это – сюда направляется медицинская помощь, возводятся больницы, не прекращается жилищное строительство. Создано много различных фондов, в том числе международный фонд «Арал» пяти центральноазиатских государств с личным участием в нем Президентов этих государств. Приоритетными направлениями организации стало развитие социальной сферы, без которой Приаралье не встанет на ноги еще долгие годы.

Людская трагедия тесно связана с трагедией природы, которой уход моря нанес невосполнимый ущерб. Нарушился экологический баланс региона, что привело к исчезновению множества видов животных, целого ряда представителей флоры. А на огромной территории оголившегося дна Арала появилась еще одна пустыня, которая несет угрозу нормальной жизнедеятельности людей и природы не только в непосредственной близости от не, но и в других регионах.

Поэтому, говоря о Приаралье, нужно всегда помнить о том, какой вред окружающей среде может нанести активная бездумная

деятельность человека. Экология вокруг каждого из нас – в чистоте жилищ, городов, в зелени лесов и парков, в голубизне неба и водоемов. Только при бережном отношении ко всему окружающему нас миру мы можем быть спокойны за себя и будущие поколения.

Открывая новую страницу «Экологии», в которой мы постараемся подробно рассказывать об экологических проблемах и охране окружающей среды в нашей стране и за рубежом, надеемся, что она поможет по-новому взглянуть на мир вокруг нас. Понять, что в единстве и гармонии человека и природы наше спасение как шанс на лучшее будущее.

**Зеленый пояс.** Грунтовые воды, засоленность земель, постоянные ветры с пылью сделали свое дело – деревья в Нукусе практически не приживаются, а если и живут, то представляют собой довольно печальное зрелище. А теперь еще в результате усыхания моря в наступление пошли пески, которые со всех сторон окружили город.

Положение должно исправиться, если оградить Нукус поясом лесонасаждений. К реализации этого проекта приступили представители Программы развития ООН совместно с местными властями. Согласно проекту 550 гектаров земли будет засажено породами деревьев, приспособленных к здешним условиям. Это тополь, карагач, лох, ясень, шелковица и другие, которые «зеленым поясом» в 17 километров закроют город от песков.

Первая партия саженцев уже посажена в 1996 году на 47 гектарах. Посадочный материал взят из питомников лесного хозяйства Каракалпакстана. Сюда проведена и поливная система, вода для которой берется из каналов.

**Защитим леса, чтобы они защищали нас.** Особенность лесов заключается в том, что они имеют защитное, водоохранное, санитарно-гигиеническое и климаторегулирующее значение. Они предохраняют сельскохозяйственные и другие угодья от водной и ветровой эрозии, предотвращают формирование селевых потоков, закрепляют пески.

Именно леса являются главными природными регуляторами, поддерживающими и восстанавливающими условия жизни. Они поглощают и связывают большую часть поступающей в атмосферу углекислоты, пополняют запасы кислорода, накапливают и очищают воду, регулируют ее поступление в реки, защищают нас от ра-

диационной пыли и иных промышленных загрязнителей. Леса Узбекистана, кроме того, служат зоной рекреации и помогают частично решать продовольственные проблемы населения.

Площадь наших лесов составляет 2776,1 тыс. гектаров, следовательно страна получает 19.432.000.000 тонн органических веществ.

Мы говорим, что лесные насаждения очищают воздушный бассейн городов от пыли, вредных газов, копоти, дыма, защищают нас от шума. Конкретно это выглядит так: ель на площади 1 га способна задержать до 32 тонн пыли в год, сосна – 35 тонн, вяз-карагач – 43 тонны.

Еще немного статистики: в наш век содержание двуокиси углерода в атмосфере возросло на 15 процентов и если увеличение будет происходить такими темпами, то можно ожидать, что количество углекислого газа в воздухе удвоится. Например, при сгорании 100 литров бензина расходуется количество кислорода, достаточное для одного человека в год. Так вот, один гектар соснового леса дает в год около 30 тонн кислорода – столько, сколько его требуется для 19 человек. Поэтому расширение площадей зеленых насаждений будет способствовать спасению людей от кислородного голода.

В наших условиях это еще и регулирование климата. Установлено, что температура воздуха в лесу в летнее время по сравнению с безлесными участками на 4-6 градусов ниже, а относительно влажность воздуха на 10-15 процентов выше. Не забывая больше головы наших читателей цифрами, скажем, может быть, банальную фразу «Леса – это богатство любой страны». А тем более нашей, где они занимают небольшую площадь и к тому же неравномерно распределены.

Географическое положение Узбекистана обуславливает разнообразие лесных экосистем. Наблюдается уникальное сочетание биоразнообразия на ландшафтном, видовом и генетическом уровнях. В общей сложности в Узбекистане 68 видов древесной, 320 видов кустарниковой, 134 вида полукустарниковой растительности. Однако прогрессирующий антропогенный пресс на лесные экосистемы поставил на грань вымирания редкие уникальные виды животного и растительного мира. Деградируют тугайные леса, сокращается их площадь, меняются геосистемы, что неразрывно связано с известными проблемами Аральского моря.

Проблема с огромной территорией обнажившегося дна Арала стоит особо остро. Что делается для того, чтобы свести к минимуму вынос соли, песка, пыли?

Некоторые скептики утверждают, что на осушенном дне моря не будет ничего расти, это мертвая земля, и единственный путь закрепления песков – покрытие дна бетоном или асфальтом.

Однако исследования ученых института лесного хозяйства, опыт наших работников убедительно доказали, что можно создать здесь защитные насаждения из пустынных видов растений. Лесные культуры уже через 4-5 лет образуют значительный запас зеленой массы – 7-10 центров на гектар. В семилетних насаждениях саксаула и черкеза ежегодно происходит самосев, то есть самовозобновление леса.

Хороших результатов мы ждем и от проектов волонтеров ООН, которые работают вместе с нами на участке. Эти проекты предлагают комплекс природоохранных мероприятий, уменьшающих отрицательные последствия снижения уровня Аральского моря. В частности, предлагается создать «зеленый барьер» в прибрежной полосе и провести другие фитомелиоративные мероприятия. Использование в этом древесно-кустарниковых растений позволит создать почвозащитные насаждения, пастбищезащитные полосы, введение изеня, кейреука, чогона, терескена, боянлыча будет способствовать развитию пастбищных угодий. Этими мероприятиями мы вовлечем часть новой суши в хозяйственный оборот, который компенсирует потерю пастбищ в Приаралье. Кроме того, лесные насаждения в период вегетации поглощают 5-7 тонн углекислого газа, перехватывают до 100 тонн пыли, выделяют 4-6 тонн кислорода с одного гектара.

---

## **ЧАСТЬ 2**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ЭКОЛОГИИ**

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ**

### **ПРИРОДЫ**

#### *ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ЭКОЛОГИИ*

Через год после принятия Конституции Республики Узбекистан, 9 декабря 1992 года был принят Закон «Об охране природы». Руководствующийся Конституцией Узбекистана, он стал основным законом, установившим правовые, экономические и организационные основы взаимодействия общества с окружающей природной средой и рационального использования ее ресурсов для процветания республики, улучшения среды обитания и устранения негативных последствий производственно-хозяйственной деятельности человека.

В 1996 году 27 декабря был принят Закон Республики «Об охране атмосферного воздуха».

Основу Закона «Об охране природы» составляют следующие положения Конституции:

- В том, что Республика Узбекистан гарантирует правовую (в том числе эколого-правовую) защиту и покровительство своим гражданам как на территории Республики Узбекистан, так и за её пределами (ст.22);

- Граждане обязаны бережно относиться к окружающей природной среде;

- Земля, ее недры, воды, растительный и животный мир и другие природные ресурсы являются общенациональным богатством, подлежат рациональному использованию и охраняются государством (ст.55);

Статьей 47 предусмотрена ответственность за нарушение природоохранного законодательства. На лиц, виновных в:

- Нарушении стандартов, норм, правил и иных нормативно-технических требований, предъявляемых к охране природы, в том числе в нарушенных установленной экологической емкости территории, экологических норм, правил при планировании, строительстве и реконструкции, эксплуатации или ликвидации предприятий, сооружений, транспортных средств и иных объектов, экспорте, импорте экологически опасной продукции;

## РАЗДЕЛЫ ЭКОЛОГИИ



- Самовольном использовании природных ресурсов, невыполнении требований государственной экологической экспертизы;
- Невыполнении предписаний органов, осуществляющих государственный контроль и надзор за охраной природы;
- Отказе от предоставления своевременной и достоверной информации о состоянии ОПС и использовании ее ресурсов, несут дисциплинарную, административную, уголовную и иную ответственность в соответствии с законодательством Республики Узбекистан.

### *АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ К ФАКТОРАМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ*

Живые организмы по-разному воспринимают факторы окружающей среды. У одних организмов требования к температуре, влажности, солёности воды, освещённости и т.д. более широкие, у других – более узкие. Соответственно, одни организмы могут выживать при более широкой, другие – при более узкой амплитуде колебаний конкретного фактора.

Рассмотрим, например, как зависит активность роста различных видов от изменения температуры среды. Пусть один из этих (условных) видов приспособлен к широкой амплитуде. Изменения температуры и относятся к так называемым эвритермным видам (греч. эври – широкий). Второй имеет достаточно узкие пределы устойчивости в диапазоне относительно низких температур, а третий – в диапазоне высоких. Такие виды называются стенотермными (стенос – узкий). Как видим, эвритермный вид способен развиваться при очень широких колебаниях температуры от возможного минимума, до максимума, причем в средней зоне условия наиболее благоприятны (оптимальны). В состоянии такого организма колебания температуры не вызывают резких изменений. Иначе обстоит дело со стенотермными видами. Пределы их устойчивости лежат в очень узком диапазоне высоких или низких температур и даже незначительное отклонение от оптимума в сторону повышения или понижения вызывает резкое снижение жизненной активности.

Значение любого экологического фактора (не только  $t$ , но и освещённости, влажности, pH, содержания солей и т.п.), близкие к предельным минимальным и максимальным величинам, характеризуется как пессимальные или пессимумы.

В pessимальных условиях снижаются жизненная активность, питанность, подвижность, плодовитость и другие свойства организмов.

Кроме того, для организма имеет значение не только амплитуда, но и скорость колебаний того или иного фактора, например, в экспериментах по охлаждению насекомых подопытные гусеницы погибли при резком понижении  $t$  с  $15^{\circ}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$ , в то время как и при медленном постоянном понижении  $t$  их удалось охладить до абсолютного нуля и после этого вернуть к жизни (рис. 1).

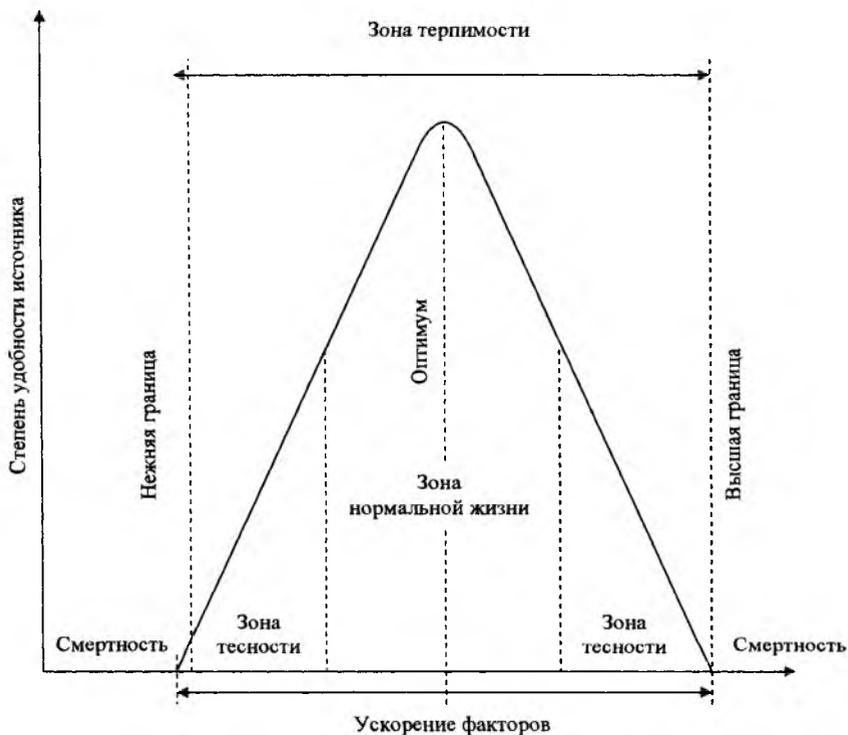


Рис. 1. Адаптация организмов к факторам окружающей среды

## **ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

Большой жизненный цикл растений включает все этапы развития особи – от возникновения зародышка до ее смерти или до полного отмирания всех поколений ее вегетативно возникшего потомства. В жизненном цикле растений выделяют периоды и возрастные состояния.

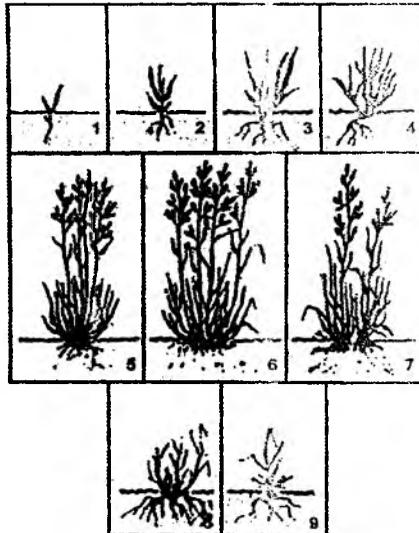
К периоду первичного покоя относятся покоящиеся семена; к предгенеративному – проростки (всходы), ювенильные, имматурные, виргинальные; к генеративному – молодые генеративные, средневозрастные генеративные, старые генеративные; к постгенеративному – субсенильные (старые вегетативные), сенильные.

**Проростки** имеют смешанное питание как за счет запасных веществ, так и собственной ассимиляции. **Ювенильные** растения переходят к самостоятельному питанию. **Имматурные** имеют признаки и свойства, переходные от ювенильных растений к взрослым, происходит смена типов нарастания, начало ветвления и т.д. У **виргинильных** (взрослых вегетативных) растений проявляются черты типичной для вида жизненной формы в структуре подземных органов. **Молодые генеративные** растения развивают генеративные органы происходит окончательное формирование взрослых структур. **Средневозрастные** растения характеризуются резким снижением генеративной функции, ослаблением процессов корне – и побегообразования. Процессы отмирания преобладают над процессами новообразования. **Субсенильные** (старые вегетативные) растения отличаются прекращением плодоношения. У них возможно упрощение жизненной формы, появление листьев имматурного типа. **Сенильные** растения крайне дряхлы, при возобновлении реализуются немногие почки, Вторично появляются некоторые ювенильные черты: форма листьев, характер побегов.

Возрастная структура ценопопуляции в значительной степени определяется биологическими особенностями вида: периодичностью плодоношения, числом продуцируемых семян и вегетативных зачатков, способностью вегетативных зачатков к омоложению, скоростью перехода особей из одного возрастного состояния в другое, длительностью возрастного состояния, способностью образовывать клоны и др. (рис.2).

## ЖИЗНЕННЫЕ ПЕРИОДЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ РОЖДЕНИЯ ДО СТАРОСТИ

1.	Новорожденный	1-10 дней
2.	Грудной возраст	10 мес. -3 года
3.	Ранний детский возраст	4-7 лет
4.	Детство	8-12 лет (мальчики)
		8-11 лет (девочки)
5.	Подростковый возраст	13-16 лет (мальчики)
		12-15 лет (девочки)
6.	Юность	17-21 лет (мальчики)
		16-20 лет (девочки)
7.	Средний возраст	22-35 лет (мужчины)
		21-35 лет (женщины)
8.	Зрелый возраст	36-60 лет (мужчины)
		36-55 лет (женщины)
9.	Старший возраст	61-71 лет (мужчины)
		56-74 лет (женщины)
10.	Старость	75-90 лет (мужчины и женщины)
11.	Долголетие	90 лет и старше



**Рис. 2. Возрастная структура популяции растений**  
 1 – проросток; 2, 3, 4 – молодые растения; 5, 6, 7 – взрослые растения;  
 8, 9 – старые растения

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ

Продуктивность экосистемы тесно связана с потоком энергии, проходящим через ту или иную экосистему. В каждой экосистеме часть проходящей энергии, попадающей в трофическую сеть, накапливается в виде органических соединений. Безостановочное производство биомассы (живой материи) – один из фундаментальных процессов биосферы. Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза или хемосинтеза, называют первичной продукцией экосистемы (сообщество).

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется вторичной продукцией. Вторичную продукцию вычисляют отдельно для каждого трофического уровня, так как прирост массы на каждом из них происходит за счет энергии, поступающей с предыдущего. Гетеротрофы, включаясь с трофические цепи, в конечном итоге живут за счет чистой первичной продукции сообщества. Полнота ее расхода в разных экосистемах различна. Постепенное увеличение общей биомассы продуцентов отмечается, если скорость изъятия первичной продукции в целях питания отстает от темпов прироста растений.

Мировое распределение первичной биологической продукции весьма неравномерно. Чистая продукция меняется от 3000 г/м<sup>2</sup>/год до нуля в экстрааридных пустынях, лишенных растений или в условиях Антарктиды с ее вечными льдами на поверхности суши, а запас биомассы – соответственно, от 60 кг/м<sup>2</sup>. Р. Уиттекер (1980) делит по продуктивности все сообщества на четыре класса.

1. Сообщества высшей продуктивности, 3000-2000 ч/м<sup>2</sup>/год. Сюда относятся тропические леса, посевы риса и сахарного тростника. Запас биомассы в этом классе продуктивности весьма различен и превышает 50 кг/ м<sup>2</sup> в лесных сообществах и равен продуктивности у однолетних сельскохозяйственных культур.

2. Сообщество высокой продуктивности, 2000-1000 ч/м<sup>2</sup>/год. В этот класс включены листопадные леса умеренной полосы, луга при применении удобрений, посевы кукурузы. Максимальная биомасса соответственно равна чистой биологической продукции однолетних культур.

3. Сообщество умеренной продуктивности, 1000-250 ч/м<sup>2</sup>/год. К этому классу относятся посевы основной массы возделываемых

сельскохозяйственных культур, степи. Биомассы степей меняются в пределах 0,2-5 кг/ м<sup>2</sup>.

4. Сообщество низкой продуктивности ниже 250 ч/м<sup>2</sup>/год – пустыни, полупустыни (в отечественной литературе их называют чаще опустыненными степями), тундры.

Экосистемы	Биомасса, т/га	Продукция, т/га, год
Пустыни	0,1-0,5	0,1-0,5
Центральные зоны океана	0,2-1,5	0,5-2,5
Полярные моря	1 - 7	3 – 6
Тундра	1 – 8	1 – 4
Степи	5 – 12	3 – 8
Агроценозы	-	3 – 10
Саванна	8 – 20	4 – 15
Тайга	70 – 150	5 – 10
Лиственный лес	100 – 250	10 – 30
Влажный тропический лес	500 – 1500	25 – 60
Коралловый риф	15 – 50	50 – 120

### СТРУКТУРА БИОГЕОЦЕНОЗА

В 1940 г. В.Н. Сукачев применил термин «биогеоценоз». По его определению, биогеоценоз – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействий этих её компонентов и определенного типа обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии».

В биогеоценоз входят следующие компоненты: растительный – фитоценоз; животный – биоценоз; микроорганизмы. Они образуют в почве, в водной или воздушной среде микробные биокомплексы – микробиоценозы (рис.3).

Взаимодействуя с компонентами биоценоза (растениями, микроорганизмами и др.), почва и грунтовые воды образуют эдафотоп, а атмосфера – климотоп. Компоненты относящиеся к неживой природе, образуют – экотоп. Относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом, называют биотопом.

С биологической точки зрения, в составе экосистемы выделяют следующие компоненты:

– Продуценты, автотрофные организмы зеленые растения, сине-зеленые водоросли, фото и хемосинтезирующие бактерии, производящие пищу из простых неорганических веществ;

– Консументы или фаготрофы гетеротрофные организмы. Главным образом животные, питающиеся другими организмами или частицами органического вещества;

– Редуценты и детритофаги гетеротрофные организмы, в основном бактерии и грибы, получающие энергию либо путем разложения мертвых тканей, либо путем поглощения растворенного органического вещества, выделяющегося самопроизвольно или извлеченного сапробитами из растений и др. организмов.

### БИОГЕОЦЕНОЗ

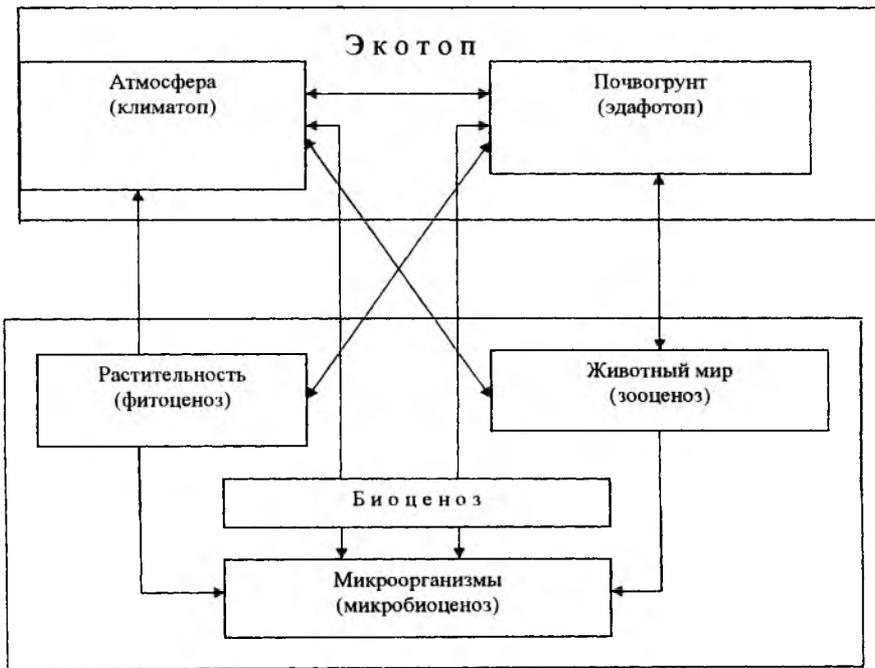


Рис. 3. Структура биогееценоза

## ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОГО ФИТОЦЕНОЗА И УСЛОВИЯ СРЕДЫ

Лес – великий дар природы. Он играет огромную роль в сохранении водных и земельных ресурсов, в улучшении окружающей среды, в оздоровлении всей жизни на земле. Значение леса как природного экологического потенциала особенно велико в связи с его способностью возрождаться.

Поверхность нашей планеты составляет 51 млрд.га. Из них 36,1 млрд.га (71% всей площади) занято океанами и морями и только 14,9 млрд.га приходится на материки. На материках на долю лесов приходится всего 4,1 млрд.га или только 8% поверхности Земли. Если же их этих цифр исключить низкопроизводительные и практически недоступные леса, то действительно ценных лесов очень мало.

Все компоненты лесов связаны между собой и с окружающей средой. Лесной фитоценоз находится под воздействием внешней среды и сам оказывает влияние на нее. Так, солнечную энергию – основной источник энергии в растительных сообществах – в лесу поглощает в основном кроны деревьев в процессе фотосинтеза и тем самым накапливают органическое вещество. Определенное количество энергии отражается от поверхности крон, почвы на прогалинах и уходит в атмосферу, незначительная часть расходуется на транспирацию.

Часть солнечных лучей проникает через просветы в кронах деревьев внутрь леса. Здесь под пологом в связи с незначительным количеством света и изменением его спектра развиваются, как правило, более теневыносливые кустарники и травянистые растения.

Лес влияет на распределение атмосферных осадков. Так, часть дождевых осадков испаряется с поверхности крон, не достигая почвы. В почву влага попадает стекая с листьев, хвои, по поверхности стволов и непосредственно через просветы в пологе леса. Если почва в лесу уплотненная, часть воды испаряется, стекает в понижения рельефа, не редко вызывая эрозию. При наличии рыхлой подстилки влага легко проникает в почву, где ее перехватывают корни деревьев. Количество поглощаемой корнями деревьев воды очень значительно. Часть просочившейся влаги идет на пополнение грунтовых вод.

Вся поглощаемая корнями деревьев вода по сосудам поступает в крону, там ее основная масса (около 99,8%) расходуется на транспирацию (физиологический процесс испарения воды листьями) и только 0,1-0,2%, поглощенной корнями воды, использует дерево на свой рост (рис.4).

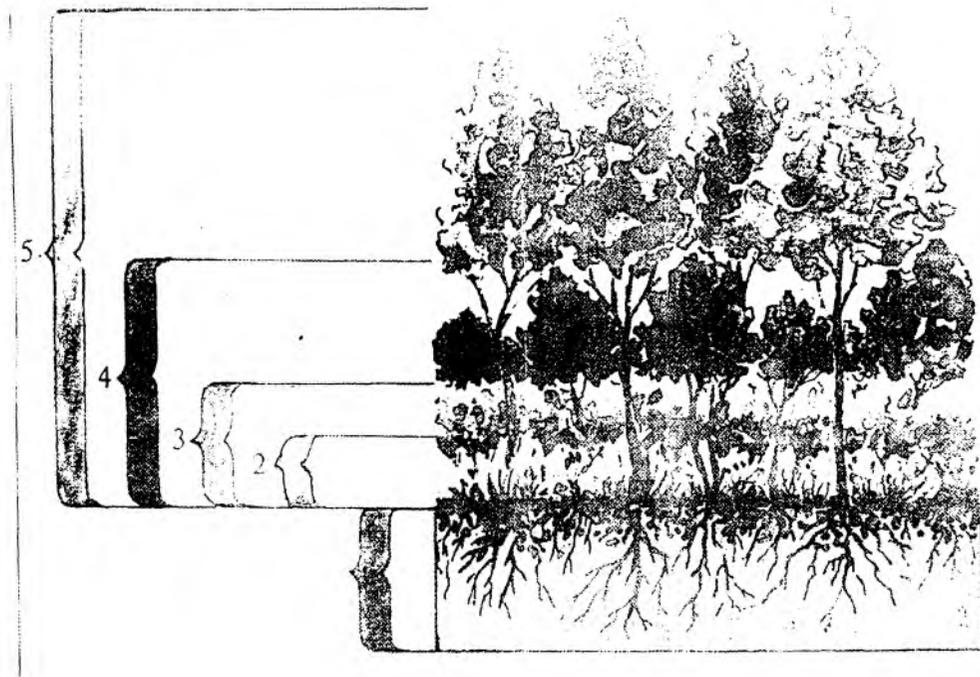


Рис.4. Слои биоценоза леса

1 – подземные слои; 2- почвенная поверхность; 3 – кустарники карликовые; 4 – кустарники; 5 – деревья

## ОБЩАЯ СТРУКТУРА БИОСФЕРЫ

Всю совокупность организмов В.И. Вернадский назвал «живым веществом», рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.

**Биосфера** – область распространения жизни на Земле, состав, структура и энергетика, которой определяется главным образом прошлой или современной деятельностью организмов, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. Биосферу, как место современного обитания организмов вместе с самими организмами, можно разделить на три подсферы:

1) **аэробiosфера** – населенная аэробиями, субстратом жизни, которых служит влага воздуха;

2) **гидробiosфера** – глобальный мир воды (водная оболочка земли без подземных вод) населенная гидробионтами;

3) **геобiosфера** – верхняя часть земной коры (литосфера), населенная геобионтами.

**Гидробiosфера** распадается на мир континентальных, главным образом, пресных вод – аквабиосфера (с аквабионтами) и область морей и океанов – маринобиосфера (с маринобионтами).

**Геобiosфера** состоит из жизни на поверхности суши.

**Террабиосфера** (с террабионтами), которая подразделяется на фитосферу (от поверхности земли до верхушек деревьев) и педосферу (почвы и лежащие под ними подпочвы, нередко сюда включают всю кору выветривания) с педобионтами и **литобiosферу** – жизнь в глубинах земли (с литобионтами, живущими в порых горных пород).

**Литобiosфера** распадается на два слоя: гипотеррабиосферу – слой, где возможно обитание анаэробов.

Пространство – это более тонкий слой, чем атмосферная тропосфера. Над ней простирается пространство, куда жизнь проникает лишь случайно и не часто – парабиосфера жизнь в глубинах Земли фактически не идет дальше 3-4, максимум 6-7 км. И лишь случайно в неактивных формах, могут быть проникнуты глубже в гипобiosферу.

Здесь, где замечают биогенные породы, образно выражаясь, следы белых сфер, расположена метабиосфера. Между верхней границей гипобiosферы и нижней парабиосферы лежит собственно биосфера – зубиосфера (рис. 5).



## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В БИОСФЕРЕ**

В.И. Вернадский, разрабатывая учение о биосфере, ввел в науку понятие «живое вещество». Под живым веществом понимается совокупность тел всех живых организмов, населяющих нашу планету. Живое вещество представлено биомассой растений (включая наземную и подземную части), биомассой животных (включая насекомых и биомассой бактерий).

Общая масса живого вещества Земли, по расчетам В.И. Вернадского, исчисляется сотнями миллионов тонн и включает 500 тыс. видов растений и около 2 млн. видов животных.

Согласно подсчетам Суетовой И.А., биомасса суши составляет  $6,5 \cdot 10^{12}$  т, биомасса океана –  $29,9 \cdot 10^9$  т, т.е. в 200 раз меньше биомассы суши. Причем в океане больше массы животных (в 30 раз), чем масса растений, на суше масса растений составляет 98-99%, зоомасса – 1-2% всей биомассы; 95-99,5% биомассы суши приходится на беспозвоночных и растений. Сегодня нет данных о массе микроорганизмов Земли, но для суши она, как полагают, достигает многих миллиардов тонн. Несмотря на то, что биомасса океана меньше биомассы суши, биологическая продуктивность суши и океана равны.

По В.И. Вернадскому, в глубь Земли биосфера распространяется на всю мощность осадочных пород, т.е. на глубину нескольких десятков километров, а в атмосферу до высоты озонового экрана (15-20 км), за пределами которого жизнь невозможна из-за ультрафиолетового излучения. Однако, наряду с биосферой в широком смысле слова В.И. Вернадский различал биосферу в узком смысле слова – сгущения современной жизни, пленки жизни (рис.6).

## **КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ**

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота веществ: большой или геологический, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы и малый, биологический (биотический), развивающийся на основе большого и состоящий в непрерывном, циклическом, но неравномерном во времени и пространстве, и сопровождающийся более или менее значительными потерями закономерного перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем различного уровня организации.

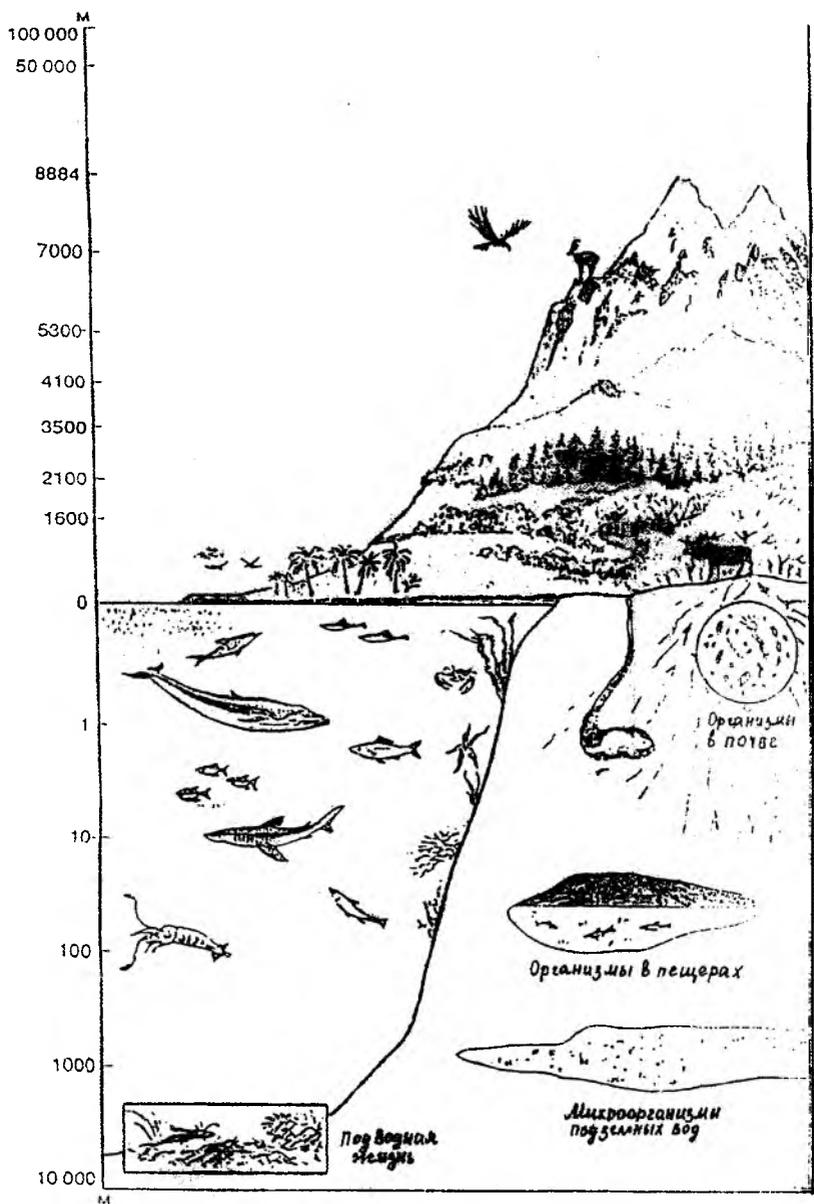


Рис. 6. Распространение живых организмов в биосфере

Оба круговорота взаимосвязаны и представляют как бы единый процесс. Подсчитано, что весь кислород, содержащийся в атмосфере, оборачивается через организмы (связывается при дыхании и высвобождается при фотосинтезе) за 2000 лет, углекислота атмосферы совершает круговорот в обратном направлении за 300 лет, а все воды на земле разлагаются и воссоздаются путем фотосинтеза и дыхания за 2000000 лет.

Взаимодействия абиотических факторов и живых организмов экосистемы сопровождается непрерывным круговоротом вещества между биотопом и биоценозом в виде чередующихся то органических, то минеральных соединений. Обмен химических элементов между живыми организмами и неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют биогеохимическим круговоротом или биогеохимическим циклом.

Существование подобных круговоротов создает возможность для саморегуляции экосистемы устойчивость – удивительное постоянство процентного содержания различных элементов. Здесь действует принцип функционирования экосистем: получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех элементов (рис. 7).



Рис. 7. Круговорот веществ в биосфере

## КРУГОВОРОТ АЗОТА

Азот – незаменимый биогенный элемент, т.к. он входит в *состав белков и нуклеиновых кислот*. Круговорот азота один из самых сложных, поскольку включает как газовую, так и минеральную фазу, и одновременно самых идеальных круговоротов.

Атмосферный воздух, содержащий 78% азота, является неисчерпаемым резервуаром. Однако основная часть живых организмов не может непосредственно использовать этот азот. Он должен быть предварительно связан в виде химических соединений. Например, для усвоения азота растениями необходимо, чтобы он входил в состав ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) или нитрата ( $\text{NO}_3^-$ ).

Важную роль в превращении газообразного азота в аммонийную форму в ходе так называемой азотофиксации играют бактерии их рода *Rhizobium*, живущие в клубеньках на корнях бобовых растений. Растения обеспечивают бактерии местообитанием и пищей (сахара), получая взамен от них доступную форму азота. По пищевым цепям органический азот передается от бобовых другим организмам экосистемы.

В почвах происходит процесс нитрификации, состоящий из цепи реакций, где при участии микроорганизмов осуществляется окисление иона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) до нитрата ( $\text{NO}_2^-$ ) или нитрита до нитрата ( $\text{NO}_3^-$ ). Восстановление нитритов и нитратов до газообразных соединений молекулярного азота ( $\text{N}_2$ ) или закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) составляет сущность процесса денитрификации.

В целом же среднее поступление нитратного азота абиотического происхождения при осадении их атмосферы в почву не превышает 10 кг (год/га), свободные бактерии дают 25 кг (год/га), в то время как симбиоз *Rhizobium* с бобовыми растениями в среднем продуцирует 200 кг (год/га). Преобладающая часть связанного азота перерабатывается денитрифицирующими бактериями в  $\text{N}_2$  и вновь возвращается в атмосферу. Лишь около 10% аммонифицированного и нитрифицированного азота поглощается из почвы высшими растениями и оказывается в распоряжении многоклеточных представителей биоценозов (рис. 8).

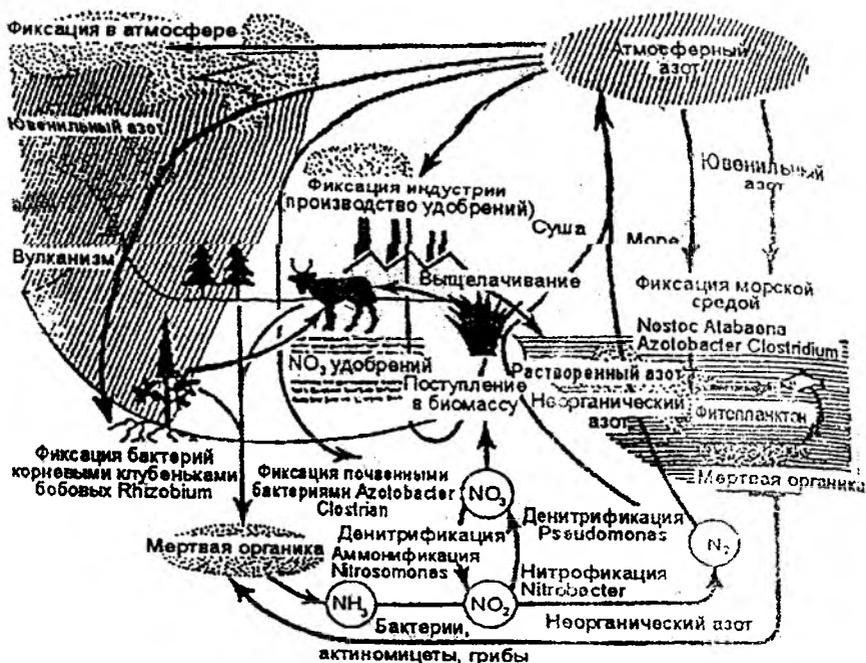


Рис.8. Биогеохимический цикл азота

### КРУГОВОРОТ ФОСФОРА В БИОСФЕРЕ

Биогеохимические циклы фосфора и серы, важнейших биогенных элементов, значительно менее совершенны, так как основная их масса содержится в резервном фонде коры, в «недоступном» фонде.

Круговорот серы и фосфора – типичный осадочный биогеохимический цикл. Такие циклы легко нарушаются от различного рода воздействий и часть обмениваемого материала выходит из круговорота. Возвратиться опять в круговорот она может лишь в результате геологических процессов или путем извлечения живым веществом биофильных компонентов.

**Фосфор** содержится в горных породах, образовавшихся в прошлые геологические эпохи. В биогеохимический круговорот (рис.9) он может попасть в случае подъема этих пород из глубины

зеленой коры на поверхность суши, в зону выветривания. Эрозионными процессами он выносится в море в виде широко известного минерала – апатита.

Общий круговорот фосфора можно разделить на две части – водную и наземную. В водных экосистемах он усваивается фитопланктоном и передается по трофической цепи вплоть до консументов третьего порядка – морских птиц. Их экскременты (гуано) снова попадают в море и вступают в круговорот, либо накапливаются на берегу и смываются в море.

Из отмирающих морских животных, особенно рыб, фосфор снова попадает в море и в круговорот, но часть скелетов рыб достигает больших глубин и заключенный в них фосфор снова попадает в осадочные породы.

В наземных экосистемах фосфор извлекается растениями их почв и далее он распространяется по трофической сети. Возвращается в почву после отмирания животных и растений и с их экскрементами. Теряется фосфор из почв в результате их водной эрозии. Повышенное содержание фосфора на водных путях его переноса вызывает бурное увеличение биомассы водных растений, «цветение» водоемов и их эвтрофикации. Большая же часть фосфора уносится в море и там теряется безвозвратно.

Последнее обстоятельство может привести к истощению запасов фосфорсодержащих руд (фосфоритов, апатитов и др.). Следовательно, надо стремиться избегать этих потерь и не ожидать того времени, когда Земля вернет на сушу «потерянные отложения».

**Сера** также имеет основной резервный фонд в отложениях и почве, но в отличие от фосфора, имеет резервный фонд и в атмосфере (рис.10). В обменном фонде главная роль принадлежит микроорганизмам. Одни из них – восстановители, другие – окислители.

В горных породах сера встречается в виде сульфидов ( $\text{FeS}_2$  и др.), в растворах – в форме иона ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), в газообразной фазе в виде сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) или сернистого газа ( $\text{SO}_2$ ). В некоторых организмах сера накапливается в чистом виде ( $\text{S}_8$ ) и при их отмирании на дне морей образуются залежи самородной серы.

В морской среде сульфат – ион занимает второе место по содержанию после хлора и является основной доступной формой серы, которая восстанавливается автотрофами и включается в состав аминокислот.

Круговорот серы, хотя ее требуется организмам в не больших количествах, является ключевым в общем процессе продуцирования и разложения (Ю. Одум, 1986). Например, при образовании сульфидов железа, фосфор переходит в растворимую форму, доступную для организмов.

В наземных экосистемах сера возвращается в почву при отмирании растений, захватывается микроорганизмами, которые восстанавливают ее до  $H_2S$ . Другие организмы и воздействие самого кислорода приводят к окислению этих продуктов. Образовавшиеся сульфаты растворяются и поглощаются растениями из поровых растворов почвы – так продолжается круговорот.

Однако круговорот серы, так же как и азота, может быть нарушен вмешательством человека (рис.9). Виной тому прежде всего сжигание ископаемого топлива, а особенно угля. Сернистый газ ( $SO_2$ ) нарушает процессы фотосинтеза и приводит к гибели растительности.

Биогеохимические циклы легко нарушаются человеком. Так, добывая минеральные удобрения, он загрязняет воду и воздушную среду. В воду попадает фосфор, вызывая эвтрофикацию, азотистые высокотоксичные соединения и др. Иными словами, круговорот становится не циклическим, а ациклическим. Охрана природных ресурсов должна быть направлена на то, чтобы ациклические процессы превратить в циклические.

Таким образом, всеобщей гомеостаз биосферы зависит от стабильности биогеохимического круговорота веществ в природе. Но являясь планетарной экосистемой, она состоит из экосистем всех уровней, первоочередное значение для её гомеостаза имеют целостность её и устойчивость природных экосистем.

### *КРУГОВОРОТ ВОДЫ*

Вода – основной элемент, необходимый для жизни. Количественно это самая распространенная неорганическая составляющая живой материи. У человека вода составляет 63% массы тела, грибов – 80%, растений – 80-90%, а у некоторых медуз – 98%.

Вода, участвующая в биологическом круговороте и служащая источником водорода и кислорода, составляет лишь небольшую часть своего общего объема.

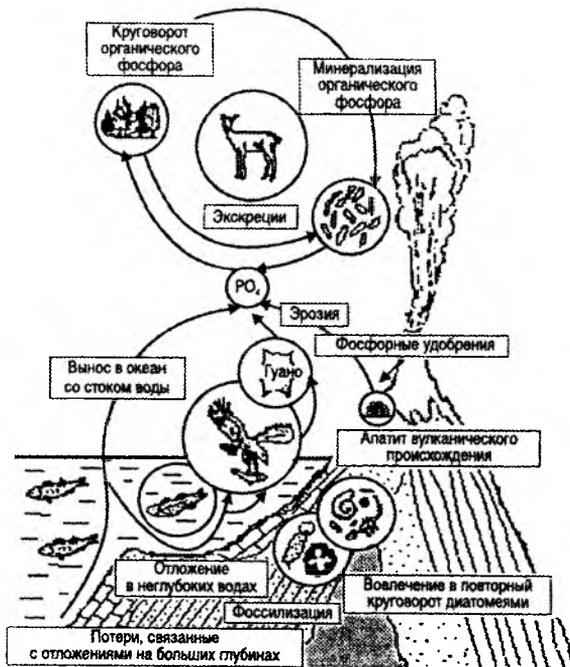


Рис. 9. Круговорот фосфора в биосфере (по Дювиньо, М.Тангу, 1973; с изменениями)



Рис. 10. Круговорот серы (по Ю.Одуму, 1975): «Кольцо» в центре иллюстрирует процессы окисления (O) и восстановления (R), благодаря которым происходит обмен серы между фондом доступного сульфата ( $SO_4$ ) и фондом сульфидов железа, находящихся глубоко в почве и в осадках



## *КРУГОВОРОТ (УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА) КАРБОНАТ АНГИДРИДА*

Миграция  $\text{CO}_2$  заключается в поглощении его в процессе фотосинтеза с образованием глюкозы и других органических веществ, из которых построены все растительные ткани. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых существ экосистемы. Следует заметить, что вероятность отдельно взятого углерода «побывать» в течение одного цикла в составе многих организмов мала, потому что при каждом переходе с одного трофического уровня на другой велика возможность, что содержащая его органическая молекула будет расщеплена в процессе клеточного дыхания для получения энергии. Атомы углерода при этом вновь поступают в окружающую среду в составе углекислого газа, таким образом завершив один цикл и приготовившись начать следующий. В пределах суши, где имеется растительность углекислый газ в атмосфере в процессе фотосинтеза поглощается в дневное время. В ночное время часть его выделяется растениями во внешнюю среду. С гибелью растений и животных на поверхности происходит окисление органических веществ с образованием  $\text{CO}$ .

Атомы углерода возвращаются в атмосферу и при сжигании органического вещества. Важная и интересная особенность круговорота углерода состоит в том, что в далекие геологические эпохи, сотни миллионов лет назад значительная часть органического вещества, созданного в процессах фотосинтеза, не использовалась ни консументами, ни редуцентами, а накапливалась в литосфере в виде ископаемого топлива: нефти, угля, горючих сланцев, торфа и др. Это ископаемое топливо добывается в огромных количествах для обеспечения энергетических потребностей нашего индустриального общества. Сжигая его, мы в определенном смысле завершим круговорот углерода (рис. 12).

### *БОТАНИЧЕСКИЙ САД*

В 1920 году Среднеазиатским государственным университетом в бывшем губернаторском парке при резиденции Туркестанского генерал-губернатора был организован Ботанический сад на площади 12 га. Первоначальная деятельность сада сосредотачивалась на изучении дикорастущих растений Средней Азии, но год за годом в нем накапливалась коллекция иноземных растений и расширялась интродуктивная работа.

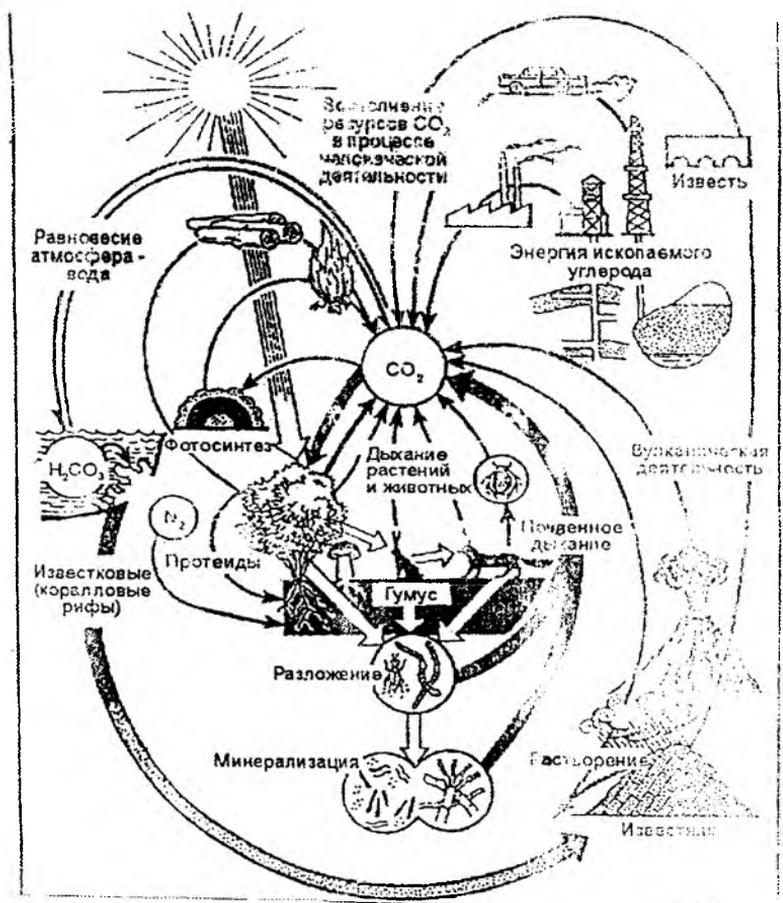


Рис. 12. Круговорот углерода (по И.П. Герасимову, 1980)

Ботанический сад расположен в северно-восточной части г. Ташкента, к северу от канала Салар. Его общая площадь более 80 га, на которых 40 га занимает дендрарий, состоящий из экспозиций дендрофлор Восточной Азии, Дальнего Востока, Европы, Крыма, Кавказа, Северной Америки. Имеются биологический, систематический, опытно-производственный участки, питомники, оранжереи и теплицы. В Ботаническом саду работают пять лабораторий. Коллекция живых растений Ботанического сада насчитывается до 6 тыс. видов и форм природной флоры, а так же сортов цветочно-

декоративных структур. Наиболее полно представлены роды: боярышник, розы, кизильник, липа, клен, вяз, актинидия, рябина и др.

Экспериментальные и экспозиционные участки травянистых растений насчитывают 2200 видов, среди них выделяются коллекции видов и родов эримурус, лук, ипомея, кувшинки и др. Особое внимание заслуживают коллекции редких и исчезающих видов местной и среднеазиатской флоры: тюльпаны, отостегия бухарская, софра мягкая, недваемкая семиреченская и др.

Интродуценты, собранные по целевому назначению, представлены лекарственными – 375 видов и цветочно-декоративными растениями – более 1400 видов. Среди цветочно-декоративных выделяются коллекции чайно-гибридных роз, ирисов, хризантем, лилейников. Коллекция закрытого грунта содержит около 1000 видов тропических и субтропических растений.

С учетом географии и почвенно-климатических условий, анализа местообитания и экологических особенностей местной растительности Узбекистан оценивается как плацдарм для интродукции растений, при этом особенно выделяется роль оазисов. Большая часть растений умеренной зоны успешно интродуцируется в условиях Узбекистана.

Собрана богатая коллекция лекарственных трав. Для производственного выращивания рекомендовано большое число перспективных видов: кендырь проломниколитственный (сырье для производства строфантина К), желтушник серый, кассия остролистая, лаванда лекарственная, лапчатка прямая и др.

Ботанический сад на перспективу планирует развитие биологических основ селекции интродуцентов с применением отдаленной гибридизации.

Ботанический сад регулярно принимает участие в различных выставках. Его работы отмечены тремя малыми и тремя большими золотыми медалями.

## **ОСНОВНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА**

### **Музей природы Республики Узбекистан**

Республиканский музей природы создан в 1876 году. За 120 лет плодотворной работы, музей неоднократно был отмечен наградами. Экспозиции музея представлены разделами: О происхождении

планеты. История геологических преобразований и развитии жизни на Земле. Учение Дарвина. Антропология. Основы генетики и селекции. Физико-географическая характеристика Узбекистана. Минералы, горные породы и полезные ископаемые Узбекистана. Природные ландшафты: экосистемы пустынь, орехово-плодовых лесов, арчовники, высокогорья и тугайные системы. Культурные ландшафты: оазис и богара.

*Экологические зоны Узбекистана:*

1. Долина речная, тугайная система.
2. Песчаная пустыня, как экосистема.
3. Адырные экосистемы.
4. Разнотравные сухие степи.
5. Экосистема горных орехово-плодовых лесов.
6. Экосистема высокогорий и альпийских лугов.

---

## ЧАСТЬ III

### ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЭКОЛОГИИ

**Тема: *Краткая история экологии. Цель и задачи. Значение для физической культуры и спорта***

**1. *Что такое экология?***

А. Экология – это наука о взаимоотношениях живых существ между собой и с окружающей их неорганической природой, о связях в надорганизменных системах, о структуре и функционировании этих систем.

В. Экология – это наука о животных и растениях.

С. Экология – это наука о земле и биологии.

Д. Наука о популяционной экологии.

Е. Экология – это наука, которая изучает действие экологических факторов.

**2. *Термин «экология» введен в науку:***

А. Э. Геккелем, К.Ф. Рулье.

В. К.Ф. Рулье, Н.А. Северцевым.

С. Э. Геккелем.

Д. Т. Фабер, А. Гумбольдом.

Е. К.Ф. Рулье.

**3. *Что означает слово «экология»?***

А. Слово «экология» происходит от греческого «ойкос», что означает жилище, местопребывание, убежище.

В. Слово «экология» означает равновесие видов.

С. Экология – это жизнь в одиночестве.

Д. Экология – это жизнь в товариществе.

Е. Все ответы правильные.

**4. *С чем связаны труды Аристотеля?***

А. Аристотель – автор первого эволюционного учения

В. Он подробно описал влияние отдельных факторов среды (температуры, влажности, света, типа почвы) на растения и обратил

внимание на повышенную экологическую пластичность растений по сравнению с животными.

С. Он описал свыше 500 видов известных ему животных и рассказал о их поведении, например, о миграциях и зимней спячке рыб, перелетных птиц, строительной деятельности животных, паразитизме кукушки и способе защиты у каракатицы.

Д. Он привел сведения о своеобразии растений в разных условиях, зависимости их формы и особенности роста от почвы и климата.

Е. Он широко пропагандировал необходимость развития особого направления в зоологии, посвященного всестороннему изучению и объяснению жизни животных, их сложность взаимоотношений с окружающим миром.

**5. Кто из перечисленных ученых является учеником Аристотеля?**

- А. П.С. Паллас, И.И. Лепехина.
- В. Теофаст Эрейзийский.
- С. Т. Эрейзийский, И.И. Лепехина.
- Д. Ж. Бюффон, Ж.Ф. Ламарк.
- Е. Ж.Ф. Ламарк, К.Ф. Рулье.

**6. Кого из перечисленных ученых называют «отец ботаники»?**

- А. Ж.Ф. Ламарк, Т. Эрейзийский.
- В. Теофаст Эрейзийский.
- С. Т. Эрейзийский, Ж. Турнефор.
- Д. К.Ф. Рулье, Ж. Турнефор.
- Е. Ч. Дарвин, Ж.Ф. Ламарк.

**7. Кто и в каком труде описал образ жизни 151 вида млекопитающих и 425 видов птиц?**

- А. П.С. Паллас в своем капитальном труде «Зоография».
- В. Э. Геккель в труде «Всеобщая морфология организмов».
- С. Э. Геккель в труде «Естественная история миротворения».
- Д. А. Декандоль в труде «География растений».
- Е. К.Ф. Рулье в труде «Зообиология».

**8. Кто из перечисленных ученых является основоположником популяционной экологии?**

- А. Ч. Элтон, В.Н. Беклемишев.
- В. Е.Н. Павловский, Ч. Элтон.
- С. Ч. Элтон.
- Д. Д.М. Кашкаров.
- Е. Ч. Элтон, Д.Н. Кашкаров.

**9. Кто написал первый учебник по основам экологии?**

- А. Е.Н. Павловский, В.Н. Беклемишев
- В. Д.А. Кашкаров.
- С. Ж.К. Саидов, В.В. Захаров.
- Д. Д.А. Кашкаров, В.В. Дотель.
- Е. Я.Х. Туракулов, Я.Д. Давлятов.

**10. Какие ученые внесли большой вклад в популяционную экологию?**

- А. Д.А. Кашкаров, К.З. Захаров.
- В. С.А. Северцев, С.С. Шварц, Н.П. Наумов, Т.А. Викторов.
- С. Я.Х. Туракулов, Д.Х. Хамидов.
- Д. Е.Н. Синской, А.Е. Басов.
- Е. Е.Н. Паловский, В.Н. Беклемишев.

**11. Кто впервые обосновал представление о биогеоценозе?**

- А. В.Н. Сукачев.
- В. Линделан.
- С. Т.Т. Винберг.
- Д. А. Тенсли.
- Е. М.С. Гиляров.

**12. Биогеоценоз изучает:**

А. Совокупность организмов в абиотическом окружении, закономерности, которые лежат в основе связи всего сообщества и окружающей неорганической среды, круговорот веществ и превращение энергии.

- В. Закон оптимума экологического фактора.
- С. Различные экологические факторы.
- Д. Антропогенные факторы.
- Е. Биотические факторы.

## **Тема: Среда и экологические факторы**

### **1. Среда обитания**

- А. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.
- В. Это водная среда.
- С. Это живые организмы.
- Д. Это почва.
- Е. Это паразиты или симбиозы.

### **2. Какие среды обитания вы знаете?**

- А. Это – водная, наземная (воздушная), почвенная, тело другого организма, используемое паразитами и полупаразитами.
- В. Температура, воздух.
- С. Почва и солнечная радиация.
- Д. Воздух и вода.
- Е. Вода и солнечная энергия.

### **3. Что такое адаптация?**

- А. Неприспособленность организмов к среде называется адаптацией.
- В. Приспособленность организмов к среде называется адаптацией.
- С. Это отдельные свойства среды.
- Д. Это действие экологических факторов.
- Е. Все ответы правильные.

### **4. Экологические факторы делятся на:**

- А. Абиотические, биотические, антропогенные.
- В. Абиотические, биосферу, биогеоценозы.
- С. Антропогенные, биотические.
- Д. Биотические, растения, животные и микроорганизмы.
- Е. Все ответы правильные.

### **5. Что изучают абиотические факторы?**

- А. Это формы воздействия живых организмов друг на друга.
- В. Это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

С. Изучают температуру, свет, радиоактивное излучение, давление, влажность воздуха, солевой состав воды, ветер, течения, рельеф местности.

Д. Это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы, это формы воздействия живых существ друг на друга.

Е. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

#### **6. Биотические факторы:**

А. Это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

В. Это формы воздействия живых существ друг на друга.

С. Это действие на температуру, света, радиоактивного излучения, давления, влажности воздуха, солевого состава воды, ветра, рельефа местности, течения.

Д. Это формы деятельности человека, которые приводят к изменению природы, как среди обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

Е. Каждый фактор имеет лишь положительное влияние на организм.

#### **7. Антропогенные факторы:**

А. Это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы, как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

В. Это формы воздействия живых существ друг на друга.

С. Это температура, свет, радиоактивное излучение, давление, влажность и др.

Д. Каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организм.

Е. Ответы С и Д.

#### **8. Изменение факторов среды во времени могут быть:**

А. Экологическими.

В. Постоянными и непостоянными.

С. Регулярно-периодическими, нерегулярными, без четкой периодичности, направленными на протяжении известных, иногда длительных отрезков времени.

Д. Регулярно-периодическими, меняющими силу воздействия в связи со временем суток или сезона года или ритмом приливов и отливов в океане.

Е. Нерегулярными, без четкой периодичности, например, изменение погодных условий в разные годы, явления катастрофического характера – бури, ливни, обвалы и т.д.

**9. Экологические факторы среды оказывают на живые организмы различные воздействия:**

А. Могут влиять как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций.

В. Как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях.

С. Как модификаторы, вызывающие анатомические и формологические изменения организмов.

Д. Как сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

Е. Все ответы правильные.

**10. Зона пессимума – это:**

А. Состояние угнетения организма при резком недостатке или избытке фактора.

В. Отрицательное действие экологического фактора на жизнедеятельность организма.

С. Это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть.

Д. Это экологические факторы.

Е. С и Д.

**Тема: Популяция. Понятие популяции в экологии**

**1. Что означает слово популяция?**

А. Популяция – это убежище или жилище.

В. Популяция – это группа особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющие общую территорию.

С. Популяция – это народ, население.

Д. Популяция – это среда обитания.

Е. Ответы В и С.

2. **Гомеостаз популяции – это:**

А. Поддержание оптимальной в данных условиях численности.

В. Это численность людей.

С. Это адаптация к среде.

Д. Это элементы экологического фактора.

Е. А, Д – **неправильные ответы.**

3. **Что такое популяция в экологии?**

А. Это группа особей одного вида, находящаяся во взаимодействии между собой и совместно населяющие общую территорию.

В. Популяция в экологии – это поддержание оптимальной численности в данных условиях.

С. Это основные характеристики популяции.

Д. Это плотность популяций.

Е. Рождаемость и смертность – это популяция в экологии.

4. **К основным характеристикам в экологии относятся:**

А. Численность и плотность популяции.

В. Численность, плотность, рождаемость, смертность, прирост и темпы роста.

С. Темп роста и прирост популяции.

Д. Смертность и прирост популяции.

Е. Ответы В и С правильные.

5. **Что такое численность популяции?**

А. Число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.

В. Общее количество особей на выделяемой территории.

С. Показатель, отражающий количество популяций особей за определенный отрезок времени.

Д. Разница между рождаемостью и смертностью.

Е. Средний прирост за единицу времени.

6. **Определите плотность популяции...**

А. Среднее число особей на единицу площади или объема занимаемого популяцией пространства.

В. Число новых особей появившихся за единицу времени в результате размножения.

С. Показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.

- Д. Разница между рождаемостью и смертностью.
- Е. Средний прирост за единицу времени.

**7. Что такое прирост популяции?**

- А. Это средний прирост за единицу времени.
- В. Это разница между рождаемостью и смертностью, прирост может быть как положительным, так и отрицательным.
- С. Это показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.
- Д. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.
- Е. Это общее количество особей на выделяемой территории.

**8. Рождаемость популяции...**

- А. Это показатель отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.
- В. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.
- С. Разница между рождаемостью и смертностью.
- Д. Это общее количество особей на выделяемой территории.
- Е. Нет правильного ответа.

**9. Смертность популяции...**

- А. Это показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.
- В. Это разница между рождаемостью и смертностью.
- С. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.
- Д. Это общее количество особей на выделяемой территории.
- Е. Это среднее число особей на единицу площади.

**10. Что отражает структуру популяции?**

- А. Структуру популяций отражает территория.
- В. Распределение особей по территории, соотношение групп по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям.
- С. Поведенческие и генетические особенности.
- Д. По полу и возрасту.
- Е. По физиологическим и генетическим особенностям.

**Тема: Экосистемы. Понятие о экосистемах. Учение о биогеоценозе**

**1. Экосистемой называют...**

- А. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.
- В. Любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.
- С. Регулярно-периодическими, меняющими силу воздействия в связи со временем суток.
- Д. Совокупность экологических факторов.
- Е. Ответы С и Д неправильные.

**2. Термин «экосистема» был предложен:**

- А. Д.Н. Кашкаровым и В.В. Дотельем.
- В. А. Тенсли.
- С. И.А. Максимовым и Н.А. Темирязовым.
- Д. Н.П. Наумовым и В.Н. Беклемишевым.
- Е. Е.Х. Туракуловым и Я.Д. Давлатовым.

**3. Назовите три функционально различные экологические группы организмов?**

- А. Продуценты, консументы, пессимума.
- В. Консументы, продуценты, биотические.
- С. Продуценты, консументы, редуценты.
- Д. Абиотические, биотические, антропогенные.
- Е. Только абиотические.

**4. Что означает слово «консументы»?**

- А. Это гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы.
- В. Это живущие за счет мертвого органического вещества, переводы его в новые неорганические соединения.
- С. Это автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.
- Д. Это все факторы экологии.
- Е. Это химические факторы.

**5. За счет чего живут редуценты:**

А. За счет мертвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения.

В. Гетеротрофных организмов, потребляющих органическое вещество продуцентов.

С. Автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.

Д. Гетеротрофных и автотрофных организмов.

Е. Микроорганизмов и растений.

**6. Продуцентами выступают (являются):**

А. Автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.

В. Гетеротрофные организмы, потребляющие органические вещества продуцентов.

С. Все факторы экологии.

Д. Мертвые организмы.

Е. Ответы С и Д.

**7. Кто является основоположником учения о биогеоценозах?**

А. В.В. Дотель.

В. Д.Н. Кашкаров.

С. В.Н. Секачев.

Д. В.Н. Беклемишев.

Е. А. Тенсли.

**8. Суточные циклические изменения сообществ отражают...**

А. Преобразование в биоценозах обычно выражены тем сильнее, чем значительнее разница температуры, влажности и других факторов среды днем и ночью.

В. Нормальное явление в жизни любого биоценоза. Она зависит от изменения по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

С. В изменении не только состояния и активности от циклов их размножения сезонных миграций, отмирании отдельных генераций в течение года и т.п.

Д. Особенности жизненного цикла растений – эдификаторов, с повторением массовых размножений животных или патогенов для растений микроорганизмов и т.п.

Е. Явления, возникающие в результате процессов, происходящих внутри самих сообществ.

### **9. *Сезонная изменчивость биоценозов выражается:***

А. Преобразования в биоценозах обычно выражены тем сильнее, чем значительнее разница температуры, влажности и других факторов среды днем и ночью.

В. В изменении не только состояния и активности, но и количественного соотношения отдельных видов в зависимости от циклов их размножения, сезонных миграций, отмирания отдельных генераций в течение года и т.п.

С. Нормальное явление в жизни любого биоценоза.

Д. Изменение по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

Е. Возникновение в результате процессов, происходящих внутри самих сообществ.

### **10. *Многолетняя изменчивость отражает...***

А. Нормальное явление в жизни любого биоценоза. Она зависит от изменения по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

В. Преобразование в биоценозах.

С. В изменении не только состояния и активности, но и количественного состояния отдельных видов в зависимости от циклов их размножения, сезонных миграций, отмирания отдельных генераций в течении года и т.п.

Д. Возникающие в результате процессов происходящие внутри самих сообществ.

Е. Особенности жизненного цикла растений – эдификаторов, с повторением массовых размножений животных или патогенов для растений микроорганизмов и т.п.

## **Тема: Биосфера, понятие о биосфере**

### **1. *Наука о биосфере принадлежит академику...***

А. В.И. Вернадскому.

В. Я.Х. Туракулову.

С. О.С. Садыкову.  
Д. А.Н. Баху.  
Е. А.Н. Опарину.

## **2. Что изучает биосфера?**

А. Биосферой В.И. Вернадский назвал ту область нашей планеты, в которой существует или когда либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействиям живых организмов.

В. Биохимические процессы, осуществляющиеся в организмах, представляют собой сложные организованные в циклы цепи реакций.

С. Участие различных химических элементов в построении живого вещества атмосферы, гидросферы и литосферы.

Д. Постоянно накапливающиеся в океане гигантских осадочных пород, происхождение которых связано с деятельностью живых существ – это часть биосферы.

Е. В водной оболочке Земли.

## **3. Живое вещество – это:**

А. Совокупность организмов на планете, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.

В. Совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

С. Источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

Д. Та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

Е. В водной оболочке Земли.

## **4. Назовите косное вещество, по В.И. Вернадскому.**

А. Это совокупность организмов на планете, рассматриваемая в качестве его основных характеристик: суммарную массу, химический состав и энергию.

В. Это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

С. Это в водной оболочке Земли.

Д. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

Е. Эта та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

**5. Литосфера какой части земли?**

- A. Это водная оболочка Земли.
- B. Это нижний слой воздушной оболочки Земли.
- C. Это верхняя часть земной коры.
- D. Это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.
- E. Эта та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

**6. Атмосфера какой части земли?**

- A. Водная оболочка Земли.
- B. Верхняя часть земной коры.
- C. Нижний слой воздушной оболочки Земли.
- D. Совокупность тех веществ в биосфере.
- E. B и D неправильные ответы.

**7. Гидросфера какой части земли?**

- A. Водная оболочка Земли.
- B. Нижний слой воздушной оболочки Земли.
- C. Верхняя часть земной коры.
- D. Совокупность тех веществ в биосфере.
- E. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

## **ИТОГОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЭКОЛОГИИ**

### **1. Что изучает экология?**

А. Экология – это наука о взаимоотношениях живых существ между собой и с окружающей их неорганической природой, о связях в надорганизмных системах, о структуре и функционировании этих систем.

В. Экология – это наука о животных и растениях.

С. Экология – это наука о земле и биологии.

Д. Наука о популяционной экологии.

Е. Экология – это наука, которая изучает действие экологических факторов.

### **2. Термин «экология» введен в науку:**

А. Э. Геккелем, К.Ф. Рулье.

В. К.Ф. Рулье, Н.А. Северцевым.

С. Э. Геккелем.

Д. Т. Фабер, А. Гумбольдом.

Е. К.Ф. Рулье.

### **3. Что означает слово «экология»?**

А. Слово «экология» происходит от греческого «ойкос», что означает жилище, местопребывание, убежище.

В. Слово «экология» означает равновесие видов.

С. Экология – это жизнь в одиночестве.

Д. Экология – это жизнь в товариществе.

Е. Все ответы правильные.

### **4. С чем связаны труды Аристотеля?**

А. Аристотель – автор первого эволюционного учения.

В. Он подробно описал влияние отдельных факторов среды (температуры, влажности, света, типа почвы) на растения и обратил внимание на повышенную экологическую пластичность растений по сравнению с животными.

С. Он описал свыше 500 видов известных ему животных и рассказал о их поведении, например, о миграциях и зимней спячке рыб, перелетных птиц, строительной деятельности животных, паразитизме кукушки и способе защиты у каракатицы.

Д. Он привел сведения о своеобразии растений в разных условиях, зависимости их формы и особенности роста от почвы и климата.

Е. Он широко пропагандировал необходимость развития особого направления в зоологии, посвященного всестороннему изучению и объяснение жизни животных, их сложность взаимоотношений с окружающим миром.

**5. Кто из перечисленных ученых является учеником Аристотеля?**

- А. П. С. Паллас, И. И. Лепехина.
- В. Теофаст Эрейзийский.
- С. Т. Эрейзийский, И. И. Лепехина.
- Д. Ж. Бюффон, Ж. Ф. Ламарк.
- Е. Ж. Ф. Ламарк, К. Ф. Рулье.

**6. Кого из перечисленных ученых называют «отец ботаники»?**

- А. Ж. Ф. Ламарк, Т. Эрейзийский.
- В. Теофаст Эрейзийский.
- С. Т. Эрейзийский, Ж. Турнефор.
- Д. К. Ф. Рулье, Ж. Турнефор.
- Е. Ч. Дарвин, Ж. Ф. Ламарк.

**7. Кто и в каком труде описал образ жизни 151 вида млекопитающих и 425 видов птиц?**

- А. П. С. Паласс в труде «Зоография».
- В. Э. Геккель в труде «Всеобщая морфология организмов».
- С. Э. Геккель в труде «Естественная история миротворения».
- Д. А. Декандоль в труде «География растений».
- Е. К. Ф. Рулье в труде «Зообиология».

**8. Кто из перечисленных ученых является основоположником популяционной экологии?**

- А. Ч. Элтон, В. Н. Беклемишев.
- В. Е. Н. Павловский, Ч. Элтон.
- С. Ч. Элтон.
- Д. Д. М. Кашкаров.
- Е. Ч. Элтон, Д. Н. Кашкаров.

**9. Кто написал первый учебник по основам экологии?**

- А. Е.Н. Павловский, В.Н. Беклемишев.
- В. Д.А. Кашкаров.
- С. Ж.К. Саидов, В.В. Захаров.
- Д. Д.А. Кашкаров, В.В. Дотель.
- Е. Я.Х. Туракулов, Я.Д. Давлятов.

**10. В популяционной экологии большой вклад внесли:**

- А. Д.А. Кашкаров, К.З. Захаров.
- В. С.А. Северцев, С.С. Шварц, Н.П. Наумов, Т.А. Викторов.
- С. Я.Х. Туракулов, Д.Х. Хамидов.
- Д. Е.Н. Синской, А.Е. Басов.
- Е. Е.Н. Павловский, В.Н. Беклемишев.

**11. Кто впервые обосновал представление о биогеоценозе?**

- А. В.Н. Сукачев.
- В. Линделан.
- С. Т.Т. Винберг.
- Д. А. Тенсли.
- Е. М.С. Гиляров.

**12. Биогеоценоз изучает:**

А. Совокупность организмов в абиотическом окружении, закономерности, которые лежат в основе связи всего сообщества и окружающей неорганической среды, круговорот веществ и превращение энергии.

- В. Закон оптимума экологического фактора.
- С. Различные экологические факторы.
- Д. Антропогенные факторы.
- Е. Биотические факторы.

**13. Среда обитания**

А. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

- В. Это водная среда.
- С. Это живые организмы.
- Д. Это почва.
- Е. Это паразиты или симбиозы.

**14. Какие среды обитания вы знаете?**

- A. Это – водная, наземная (воздушная), почвенная, тело другого организма, используемое паразитами и полупаразитами.
- B. Температура, воздух.
- C. Почва и солнечная радиация.
- D. Воздух и вода.
- E. Вода и солнечная энергия.

**15. Что такое адаптация?**

- A. Неприспособленность организмов к среде называется адаптацией.
- B. Приспособленность организмов к среде называется адаптацией.
- C. Это отдельные свойства среды.
- D. Это действие экологических факторов.
- E. Все ответы правильные.

**16. Экологические факторы делятся на:**

- A. Абиотические, биотические, антропогенные.
- B. Абиотические, биосферу, биогеоценозы.
- C. Антропогенные, биотические.
- D. Биотические, растения, животные и микроорганизмы.
- E. Все ответы правильные.

**17. Что изучают абиотические факторы?**

- A. Это формы воздействия живых организмов друг на друга.
- B. Это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.
- C. Изучают температуру, свет, радиоактивное излучение, давление, влажность воздуха, солевой состав воды, ветер, течения, рельеф местности.
- D. Это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы, это формы воздействия живых существ друг на друга.
- E. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

**18. Биотические факторы:**

- A. Это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

В. Это формы воздействия живых существ друг на друга.

С. Это действие температуры, света, радиоактивного излучения, давления, влажности воздуха, солевого состава воды, ветра, рельефа местности, течения.

Д. Это формы деятельности человека, которые приводят к изменению природы, как среди обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

Е. Каждый фактор имеет лишь положительное влияние на организм.

### ***19. Антропогенные факторы:***

А. Это формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы, как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

В. Это формы воздействия живых существ друг на друга.

С. Это температура, свет, радиоактивное излучение, давление, влажность и др.

Д. Каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организм.

Е. Ответы С и Д.

### ***20. Изменение факторов среды во времени могут быть:***

А. Экологическими.

В. Постоянными и непостоянными.

С. Регулярно-периодическими, нерегулярными, без четкой периодичности, направленными на протяжении известных, иногда длительных отрезков времени.

Д. Регулярно-периодическими, меняющими силу воздействия в связи со временем суток или сезонам года или ритмом приливов и отливов в океане.

Е. Нерегулярными, без четкой периодичности, например, изменение погодных условий в разные годы, явления катастрофического характера – бури, ливни, обвалы и т.д.

### ***21. Экологические факторы среды оказывают на живые организмы различные воздействия:***

А. Могут влиять как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических и биохимических функций.

В. Как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях.

С. Как модификаторы, вызывающие анатомические и формологические изменения организмов.

Д. Как сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

Е. Все ответы правильные.

**22. Объясните понятие «Зона пессимума»:**

А. Состояние угнетения организма при резком недостатке или избытке фактора.

В. Отрицательное действие экологического фактора на жизнедеятельность организма.

С. Это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть .

Д. Это экологические факторы.

Е. С и Д.

**23. Что означает слово популяция?**

А. Популяция – это убежище или жилище.

В. Популяция – это группа особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющие общую территорию.

С. Популяция – это народ, население.

Д. Популяция – это среда обитания.

Е. Ответы В и С.

**24. Гомеостаз популяции – это:**

А. Поддержание оптимальной в данных условиях численности.

В. Это численность людей.

С. Это адаптация к среде.

Д. Это элементы экологического фактора.

Е. А, Д – неправильные ответы.

**25. Что такое популяция в экологии?**

А. Это группа особей одного вида, находящаяся во взаимодействии между собой и совместно населяющие общую территорию.

В. Популяция в экологии – это поддержание оптимальной численности в данных условиях.

С. Это основные характеристики популяции.

Д. Это плотность популяций.

Е. Рождаемость и смертность – это популяция в экологии.

**26. К основным характеристикам в экологии относятся:**

А. Численность и плотность популяции.

В. Численность, плотность, рождаемость, смертность, прирост и темпы роста.

С. Темп роста и прирост популяции.

Д. Смертность и прирост популяции.

Е. Ответы В и С правильные.

**27. Что такое численность популяции?**

А. Число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.

В. Общее количество особей на выделяемой территории.

С. Показатель, отражающий количество популяций особей за определенный отрезок времени.

Д. Разница между рождаемостью и смертностью.

Е. Средний прирост за единицу времени.

**28. Определите плотность популяции...**

А. Среднее число особей на единицу площади или объема занимаемого популяцией пространства.

В. Число новых особей появившихся за единицу времени в результате размножения.

С. Показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.

Д. Разница между рождаемостью и смертностью.

Е. Средний прирост за единицу времени.

**29. Что такое прирост популяции?**

А. Это средний прирост за единицу времени.

В. Это разница между рождаемостью и смертностью, прирост может быть как положительным, так и отрицательным.

С. Это показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.

Д. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.

Е. Это общее количество особей на выделяемой территории.

### **30. Рождаемость популяции...**

А. Это показатель отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.

В. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.

С. Разница между рождаемостью и смертностью.

Д. Это общее количество особей на выделяемой территории.

Е. Нет правильного ответа.

### **31. Смертность популяции...**

А. Это показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени.

В. Это разница между рождаемостью и смертностью.

С. Это число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения.

Д. Это общее количество особей на выделяемой территории.

Е. Это среднее число особей на единицу площади.

### **32. Что отражает структуру популяции?**

А. Структуру популяций отражает территория.

В. Распределение особей по территории, соотношение групп по полу, возрасту, морфологическим, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям.

С. Поведенческие и генетические особенности.

Д. По полу и возрасту.

Е. По физиологическим и генетическим особенностям.

### **33. Экосистемой называют...**

А. Это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

В. Любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.

С. Регулярно-периодическими, меняющими силу воздействия в связи со временем суток.

- Д. Совокупность экологических факторов.  
Е. Ответы С и Д неправильные.

**34. Термин «экосистема» был предложен:**

- А. Д.Н. Кашкаровым и В.В. Дотельем.  
В. А. Тенсли.  
С. И.А. Максимовым и Н.А. Темирязовым.  
Д. Н.П.Наумовым и В.Н. Беклемишевым.  
Е. Е.Х. Туракуловым и Я.Д. Давлатовым.

**35. Назовите три функционально различные экологические группы организмов?**

- А. Продуценты, консументы, пессимума.  
В. Консументы, продуценты, биотические.  
С. Продуценты, консументы, редуценты.  
Д. Абиотические, биотические, антропогенные.  
Е. Только абиотические.

**36. Что означает слово «консументы»?**

- А. Это гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы.  
В. Это живущие за счет мертвого органического вещества, переводы его в новые неорганические соединения.  
С. Это автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.  
Д. Это все факторы экологии.  
Е. Это химические факторы.

**37. За счет чего живут редуценты:**

- А. За счет мертвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения.  
В. Гетеротрофных организмов, потребляющих органическое вещество продуцентов.  
С. Автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.  
Д. Гетеротрофных и автотрофных организмов.  
Е. Микроорганизмов и растений.

**38. Продуцентами выступают (являются):**

А. Автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений.

В. Гетеротрофные организмы, потребляющие органические вещества продуцентов.

С. Все факторы экологии.

Д. Мертвые организмы.

Е. Ответы С и Д.

**39. Кто является основоположником учения о биогеоценозах?**

А. В.В. Дотель.

В. Д.Н. Кашкаров.

С. В.Н. Сукачев.

Д. В.Н. Беклемишев.

Е. А. Тенсли.

**40. Суточные циклические изменения сообществ отражают...**

А. Преобразование в биоценозах обычно выражены тем сильнее, чем значительнее разница температуры, влажности и других факторов среды днем и ночью.

В. Нормальное явление в жизни любого биоценоза. Она зависит от изменения по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

С. В изменении не только состояния и активности от циклов их размножения сезонных миграций, отмирании отдельных генераций в течение года и т.п.

Д. Особенности жизненного цикла растений – эдификаторов, с повторением массовых размножений животных или патогенов для растений микроорганизмов и т.п.

Е. Явления, возникающие в результате процессов, происходящих внутри самих сообществ.

**41. Сезонная изменчивость биоценозов выражается:**

А. Преобразования в биоценозах обычно выражены тем сильнее, чем значительнее разница температуры, влажности и других факторов среды днем и ночью.

В. В изменении не только состояния и активности, но и количественного соотношения отдельных видов в зависимости от циклов их размножения, сезонных миграций, отмирания отдельных поколений в течение года и т.п.

С. Нормальное явление в жизни любого биоценоза.

Д. Изменение по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

Е. Возникновение в результате процессов, происходящих внутри самих сообществ.

#### **42. Что отражает многолетняя изменчивость?**

А. Нормальное явление в жизни любого биоценоза. Она зависит от изменения по годам метеорологических условий или других внешних факторов, действующих на сообщество.

В. Преобразование в биоценозах.

С. В изменении не только состояния и активности, но и количественного состояния отдельных видов в зависимости от циклов их размножения, сезонных миграций, отмирания отдельных поколений в течение года и т.п.

Д. Возникающие в результате процессов происходящие внутри самих сообществ.

Е. Особенности жизненного цикла растений – эдификаторов, с повторением массовых размножений животных или патогенов для растений микроорганизмов и т.п.

#### **43. Создание науки о биосфере принадлежит академику...**

А. В.И. Вернадскому.

В. Я.Х. Туракулову.

С. О.С. Садыкову.

Д. А.Н. Баху.

Е. А.Н. Опарину.

#### **44. Что изучает биосфера?**

А. Биосферой В.И.Вернадский назвал ту область нашей планеты, в которой существует или когда либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействиям живых организмов.

В. Биохимические процессы, осуществляющиеся в организмах, представляют собой сложные организованные в циклы цепи реакций.

С. Участие различных химических элементов в построении живого вещества атмосферы, гидросферы и литосферы.

Д. Постоянно накапливающиеся в океане гигантских осадочных пород, происхождение которых связано с деятельностью живых существ – это часть биосферы.

Е. В водной оболочке Земли.

**45. Живое вещество – это:**

А. Совокупность организмов на планете, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.

В. Совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

С. Источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

Д. Та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

Е. В водной оболочке Земли.

**46. Дайте определение « косное вещество» по В.И. Вернадскому.**

А. Это совокупность организмов на планете, рассматриваемая в качестве его основных характеристик: суммарную массу, химический состав и энергию.

В. Это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

С. Это в водной оболочке Земли.

Д. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

Е. Эта та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

**47. Что называется «литосферой»?**

А. Это водная оболочка Земли.

В. Это нижний слой воздушной оболочки Земли.

С. Это верхняя часть земной коры.

Д. Это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

Е. Эта та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

**48. Что называется «атмосферой»?**

- А. Водная оболочка Земли.
- В. Верхняя часть земной коры.
- С. Нижний слой воздушной оболочки Земли.
- Д. Совокупность веществ в биосфере.
- Е. В и Д неправильные ответы.

**49. Что называется «гидросферой»?**

- А. Водная оболочка Земли.
- В. Нижний слой воздушной оболочки Земли.
- С. Верхняя часть земной коры.
- Д. Совокупность веществ в биосфере.
- Е. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии.

## ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

I тест. Краткая история экологии. Цель и задачи.

Значение для физической культуры и спорта

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	C	A	C	B	B	A	A	B	B	A	A

## II тест. Среда и экологические факторы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	A	B	A	C	B	A	C	E	A

## III тест. Популяция. Понятие популяции в экологии

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	A	A	B	B	A	B	B	A	B

## IV тест. Экосистемы. Понятие об экосистемах.

Учение о биогеоценозе

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	C	A	A	A	C	A	B	A

## V тест. Биосфера. Понятие о биосфере

1	2	3	4	5	6	7
A	A	A	B	C	C	A

## ОТВЕТЫ НА ИТОГОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЭКОЛОГИИ

1	A	11	A	21	E	31	A	41	B
2	C	12	A	22	A	32	B	42	A
3	A	13	A	23	C	33	B	43	A
4	C	14	A	24	A	34	B	44	A
5	B	15	B	25	A	35	C	45	A
6	B	16	A	26	B	36	A	46	B
7	A	17	C	27	B	37	A	47	C
8	A	18	B	28	A	38	A	48	C
9	B	19	A	29	B	39	C	49	A
10	B	20	C	30	B	40	A		

## ЛИТЕРАТУРА

1. Передельский Л.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е. Экология. М., 2006. С.507.
2. Коммнер Б. Замыкающийся круг. М., 1974.
3. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века. Т., 1997.
4. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. М., 1986.
5. Тарасов А.О. Экология и охрана природы. М., 1990.
6. Тухтаев А., Хамидов А. Экология и защита природы. Т., 1994.
7. Тухтаев А. Экология. Т., 1998.
8. Шодиметов Ю. Введение в социозкологию. Т., 1993.
9. Отабаев Ш., Набиев М. Человек и биосфера. Т., 1995.
10. Исмаилов А., Ахадов Р. Экологическое образование и воспитание. Т., 1997.
11. Красная книга. Т., 1998. 2003.
12. Эргашев А. Общая экология. Т., 2003.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЧАСТЬ I

Лекции по экологии.....	3
ВВЕДЕНИЕ. Краткая история экологии. Цель и задачи.	
<i>Значение для физической культуры и спорта</i> .....	3
<i>Экологические проблемы и пути их решения</i> .....	10
Методы исследования в экологии.....	14
Аутэкология. Понятие о среде и экологических факторах.	
Контроль за природной средой. Мониторинг.....	18
Экологический мониторинг.....	22
Структура и динамика популяций.....	26
Биосфера. Определение, структура и эволюция.....	32
Значение экологического образования.....	40
Арал и Приаралье. Основные факторы обострения экологического кризиса.....	42
Понятие о экосистемах, биоценозы.....	46
Человек и проблемы шума в городах.....	52
Влияние шума на организм человека и животных.....	57
Свет как экологический фактор. Экологические группы растений по отношению к свету. Приспособительные признаки растений. Значение светового фактора для животных.....	64
Температура и влажность внешней среды как экологический фактор.....	68
Охрана природы и природных ресурсов в Узбекистане.....	74
Охрана и рациональное использование водных ресурсов.....	80
Загрязнение атмосферного воздуха и борьба с ним.....	85
Охрана растительности и животных.....	88
Охрана ландшафтов и заповедные территории в Узбекистане.....	93
Экологические проблемы в Узбекистане.....	99

## ЧАСТЬ II

Лабораторные занятия по экологии.....	103
Теоретические основы экологии и охраны природы.....	103
Основные разделы экологии.....	103
Адаптация организмов к факторам окружающей среды.....	105
Возрастная структура популяции растений и человечества.....	107

Продуктивность экосистемы.....	109
Структура биогеоценоза.....	110
Взаимное влияние лесного фитоценоза и условия среды.....	112
Общая структура биосферы.....	114
Распространение живых организмов в биосфере.....	116
Круговорот веществ.....	116
Круговорот азота.....	119
Круговорот фосфора в биосфере.....	120
Круговорот воды.....	122
Круговорот (углекислого газа) карбонат ангидрида.....	125
Ботанический сад.....	125
Основные экосистемы на территории Узбекистана.....	127

### **ЧАСТЬ III**

Тестовые вопросы по экологии.....	129
Итоговые тестовые вопросы по экологии.....	142
Ответы на тестовые вопросы.....	155
Литература.....	156

**Рахматов Негбой Аманович  
Хамидов Орифжон Джахонгирович  
Шукурова Сайёра Садуллаевна  
Рахматова Дильноза Негбаевна**

## **ЭКОЛОГИЯ**

*Редактор Э. Хуснутдинова  
Дизайнер М. Адьюв  
Компьютерная верстка А. Шафиулина*

Изд лиц. АИ №174, 11.06.2010. Подписано в печать 18.05.11.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Офсетная печать. Гарнитура «Times».  
Усл.печ.л. 9,2. Уч.-изд.л. 9,6. тираж 400 экз.  
Заказ № 16. Цена договорная.

Издательство «IQTISOD-MOLIYA»  
100084. Ташкент, ул. Кичик халка йули, 7.

Отпечатано в типографии «HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO'JIZASI»  
100003. Ташкент, Алмазар, 171.

ISBN 978-9943-13-320-4



9 789943 133204