

**Методические рекомендации для учителя
«Как подготовить к успешному участию
во всероссийской олимпиаде школьников
ПО ЭКОЛОГИИ»**

Автор-составитель: Л.Н. Клубника, учитель биологии и экологии высшей
квалификационной категории МБОУ СОШ №3 г.Ноябрьск, ЯНАО

Ноябрьск 2018

ПОСОБИЕ ПО ЭКОЛОГИИ.

Методическое пособие для подготовки учащихся к олимпиадам по экологии содержит краткий теоретический материал по основным разделам, информацию о правилах подготовки ко второму реферативному туру олимпиады (особенно если этот этап включается уже при проведении муниципального этапа олимпиады по экологии), в этом разделе также содержится информация о значениях каждого компонента понятийного аппарата, используемого при написании исследовательской работы, методические правила оформления исследовательской работы и защиты результатов исследования. В качестве приложения дана информация об основных экологических законах и правилах, словарь экологических терминов, информация о создании Красной Книги природы, особо охраняемых природных территориях ЯНАО, приведены примеры нескольких исследовательских работ, выполненных учащимися нашей школы и олимпиадные задания прошлых лет по всем параллелям с объяснениями.

Оглавление

1.	I. Теоретический материал	3
2.	II. Проведение рефератного (предпроектного) тура	26
3.	III. Методические рекомендации «Правила оформления исследовательской работы»	29
4.	IV. Защита результатов исследования	36
5.	V. Приложения.	38

I. Теоретический материал

Экология (от греч. *oikos*- дом, жилище, местообитание и *logos*- наука, учение) - наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания.

Термин «экология» впервые ввёл немецкий биолог *Эрнст Геккель* в 1866 г.

Организм и условия среды

Любые явления, свойства или компоненты внешней среды, которые влияют на организм, носят название **факторы среды**, или **экологические факторы**. Их разделяют на условия и ресурсы. **Условия** - это факторы среды, не потребляемые организмами. К их числу относят температуру, влажность воздуха, соленость воды, кислотность почв, содержание загрязняющих веществ в воде и почве, не используемых как элементы питания. **Ресурсы** - это факторы среды, потребляемые организмами. Для растений ресурсами являются свет, вода, элементы минерального питания, диоксид углерода; для животных - ткани растений и животных или мертвое органическое вещество. Необходимым ресурсом для подавляющего большинства организмов является кислород. Ресурсом может быть пространство. Растениям нужны определенное «место под солнцем» и некоторый объем почвы (площадь питания) для потребления воды и элементов минерального питания. Растительноядным животным нужен участок «пастбища»: для тли - часть листа, для табуна куланов - десятков гектаров степи, для группы слонов - десятки квадратных километров саванны. Хищникам требуется «охотничий надел».

Прямые и косвенные факторы. Среди условий среды различают прямые и косвенные факторы. **Прямые** экологические факторы непосредственно влияют на организмы. Их примером служат: увлажнение, температура, богатство почвы питательными элементами. **Косвенные** экологические факторы действуют на организмы опосредованно - через изменение прямых факторов среды. Примером косвенных факторов являются: географическая широта и удаленность от океана, рельеф (высота над уровнем моря и экспозиция склона), механический состав почвы. С подъемом в горы изменяется климат (количество осадков и температурный режим).

Абиотические, биотические и антропогенные факторы. **Абиотические факторы** - факторы неживой природы. **Биотические факторы** - результат жизнедеятельности организмов. Совокупность абиотических факторов в пределах однородного участка называют **экотопом**, всю совокупность факторов, включая биотические, - **биотопом**. Факторы, вызванные деятельностью человека - **антропогенные факторы**. К наиболее существенным антропогенным факторам относят химическое загрязнение воды, атмосферы и почвы, нарушение экосистем при разработке полезных ископаемых, выпас скота, использование экосистем в качестве мест отдыха, промысел животных, заготовку растительного сырья. Влияние антропогенных факторов на естественную среду в настоящее время резко возросло. Поэтому ученые внимательно изучают последствия их воздействия и разрабатывают способы регулирования отношений человека и природы. Этими важнейшими вопросами занимается **прикладная экология**.

Основные законы отношений организмов и условий среды. **Аутэкология** – раздел науки, изучающий виды (**экология видов**). В основе аутэкологии лежат три основных закона. В соответствии с первым из них - **законом оптимума** - любой экологический фактор влияет на живые организмы благоприятно только в определенном диапазоне своих значений, т.е. каждый организм обладает определенными **пределами выносливости**, или **толерантности**, по отношению к экологическому фактору. Обычно в центре диапазона, ограниченного пределами выносливости, лежит **зона оптимума** - область наиболее благоприятного влияния фактора (рис. 2). Диапазон интенсивности, в котором сила действия экологического фактора отклоняется от оптимальной, но не нарушает жизнедеятельности организмов, называют **зоной нормы**. Ближе к границам диапазона расположены **зоны угнетения или пессимума**: в таких условиях число особей в популяции падает. Это экстремальные условия, в которых организмы уязвимы к действию других, неблагоприятных, экологических факторов, включая влияние человека. Ширина зоны нормы определяет границы **экологической валентности** или **экологической пластичности** вида. Виды, обладающие узкими пределами выносливости, называют **стенотопами** или **стенобионтами**, широкими пределами – **эвритопами** или **эврибионтными**. Примером для иллюстрации этого закона является отношение видов к температуре. Деревья дождевых тропических лесов выносят перепады температуры не более 8°C, т. е. являются стенотопами, а лиственница даурская в Якутии -100 °C (от +30 до -70 °C). Это типичный **эвритоп**. Карась обитает в озерах с низким содержанием кислорода в воде, а хариус, форель - в горных реках с высоким содержанием кислорода в воде. По отношению к этому фактору все три вида - **стенотопы**.

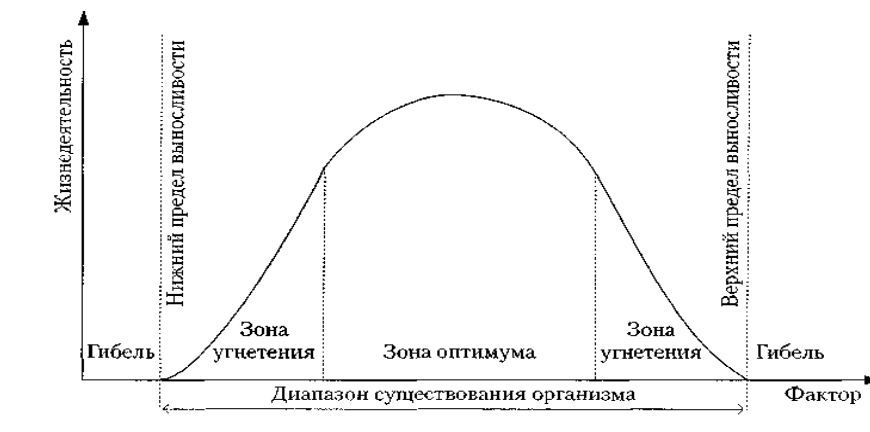


Рис. 2. Действие факторов среды на живой организм

В соответствии с **законом индивидуальности экологии видов** каждый вид специфично (по своему) реагирует на изменение экологического фактора.

В соответствии с **законом лимитирующего (ограничивающего) фактора** наиболее важным для распределения вида является тот фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для него значений (находится в максимуме или в минимуме). Этот закон был открыт немецким агрохимиком Юстусом Либихом. Его наглядной иллюстрацией является бочка, состоящая из разных по длине дощечек (рис. 4). Бочку можно заполнить только до высоты наименьшей дощечки: самая короткая дощечка лимитирует количество воды в бочке. В тундре для растений лимитирующим фактором является количество тепла, поскольку влаги там достаточно. От тепла зависит и обеспеченность элементами питания: чем теплее субстрат, тем активнее идет в нем разложение органического вещества и накапливается меньше неразложившихся остатков растений.

Различия адаптаций у растений и животных. Адаптация - это приспособление организма к условиям среды за счет комплекса морфологических, физиологических и поведенческих признаков. Способности адаптироваться к окружающим условиям у растений и животных различаются. В силу того что животные подвижны, их адаптации более разнообразны, чем у растений. Животные могут избегать неблагоприятных условий: птицы от зимней бескормицы и холода улетают в теплые края, олени и другие копытные кочуют в поисках корма. Они также могут впасть в **анабиоз**, оцепенение у насекомых, спячка у позвоночных животных. Для растений характерно снижение интенсивности процессов жизнедеятельности в неблагоприятные периоды: они сбрасывают листья, зимуют в почве в виде покоящихся органов - луковиц, корневищ, клубней или в форме семян и спор. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам повышается за счет специальных физиологических механизмов - изменения осмотического давления в клетках, регулирования интенсивности испарения с помощью устьиц, использования мембран-«фильтров» для избирательного поглощения веществ и т. п.

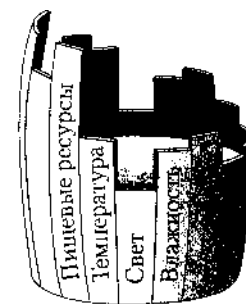


Рис. 4. Бочка Либиха как иллюстрация закона лимитирующего фактора

Экологические группы видов. Организмы приспосабливаются к различным условиям среды, и в результате появляются влаголюбивые растения - **гидрофиты** и засухоустойчивые - **ксерофиты** (другие формы ксерофитов, называемые **суккулентами**, имеют сочные листья или стебли), растения засоленных почв - **галофиты**, растения, устойчивые к затенению, - **сциофиты** и растения, нуждающиеся в ярком солнечном свете для нормального развития, - **гелиофиты**. По-разному приспособлены к условиям среды животные, обитающие в пустынях, степях, лесах или на болотах, ведущие ночной или дневной образ жизни. Совокупности видов со сходным отношением к условиям среды называют **экологическими группами**.

Адаптации у животных и растений. Организмы, жизнедеятельность которых зависит от внешних источников тепла, называют **эктотермными**. Эктотермными организмами являются все растения и **холоднокровные животные** - беспозвоночные, рыбы, земноводные, большинство пресмыкающихся. У эктотермных организмов существуют специальные адаптации для переживания холода: в их клетках и тканях накапливаются особые вещества, препятствующие замерзанию воды и образованию кристалликов льда. Например, у холодноводных рыб такими антифризами являются сложные белки - гликопротеиды. У растений эту роль играют сахара и т.д. Организмы с высокой

температурой тела, которая поддерживается за счет тепла, образующегося в процессе обмена веществ, называются **эндотермными**. К этой группе относят птиц и млекопитающих -**теплокровных животных**.

Биологическое разнообразие. Биологическая индикация. Условия среды на нашей планете разнообразны. Благодаря тому, что разные организмы приспосабливались к этим условиям по-разному, в процессе эволюции сформировалось **биологическое разнообразие (биоразнообразие)** - совокупность видов всех организмов.

Биологические индикаторы. О состоянии окружающей среды и ее изменениях: загрязнении, повышении или уменьшении влажности почвы, ее засолении, изменении климата и других параметров -можно судить по реакции отдельных живых существ, их популяций или по видовому составу экосистем. Оценивание среды по состоянию организмов и видовому составу некоторых групп организмов называют **биологической индикацией (биоиндикацией)**. Загрязнение окружающей среды можно оценивать по внешним признакам растений или животных. Поскольку растения легче наблюдать, их чаще используют в качестве **биологических индикаторов (биоиндикаторов)**. О степени загрязнения воздуха можно судить по состоянию сосны, в частности по тому, как сильно повреждена хвоя. Хорошие индикаторы загрязнения атмосферы - некоторые виды мхов и лишайников.

Среды жизни и их обитатели. Экологические факторы формируют среды жизни -водную, наземно-воздушную, почвенную. Кроме того, для многих организмов средойжизни являются тела других живых существ. Адаптации к этим средам многообразны.

Водная среда жизни. Водой покрыто более 70 % поверхности планеты. Это самая древняя среда, в которой возникла жизнь. Различают два варианта **водной среды жизни** -пресноводную и морскую. По концентрации биогенных элементов, в первую очередь фосфора и азота, водоемы разделяют на **олиготрофные** (бедные), **мезотрофные** (умеренно богатые) и **эвтрофные** (богатые). Содержание кислорода в воде примерно в 30 раз ниже, чем в атмосфере, и составляет 6-8 мл/л. Оно снижается при повышении температуры, а также в стоячих водоемах в зимнее время, когда вода изолирована от атмосферы слоем льда. Снижение концентрации кислорода может стать причиной гибели многих обитателей водных экосистем. Углекислого газа в воде, напротив, больше, чем в атмосфере. В морской воде его может содержаться до 40-50 мл/л, что примерно в 150 раз выше, чем в атмосфере. Основу существования большинства водных экосистем составляют автотрофы -производители органического вещества. Организмы, населяющие водную среду, называются **гидробионтами**. Гидробионтов разделяют на несколько групп.

Планктон (от греческого слова **планктос** - «блуждающий») -это организмы мелкого и среднего размера, пассивно перемещаемые током воды, плавающие и парящие в ее толще. Среди них встречаются растения (**фитопланктон**) -одноклеточные и колониальные водоросли, а также бактерии, цианобактерии и **зоопланктон** -представители самых разных групп животных: простейшие, кишечнополостные (медузы, сифонофоры, гребневики), ракообразные, личинки донных животных (моллюсков, червей, морских звезд и ежей), икра и мальки рыб.

Нектон (от греческого слова **нектос** - «плавающий») -животные среднего и крупного размера, способные противостоять течению воды и активно перемещающиеся в ее толще. Это рыбы, дельфины, кальмары и другие животные.

Бентос (по-гречески **бентос** -«глубина») -обитатели дна. Среди них преобладают животные, питающиеся мертвым органическим веществом, и бактерии, которые разрушают органические вещества до минеральных соединений, повторно вовлекаемых в круговорот. В состав бентоса входят и автотрофы, в пресных водах -зеленые водоросли, в морских -зеленые, красные и бурые.

Наземно-воздушная среда жизни. Это самая сложная и разнообразная по экологическим условиям среда. Именно в ней особенно ярко проявляются различия климата в разных районах и на разных высотах над уровнем моря в пределах одного района. Поэтому так велико богатство обитающих в ней организмов. Условия жизни в **наземно-воздушной среде** зависят от климата, рельефа и характера почвы, которая одновременно является и самостоятельной средой жизни.

Почвенная среда жизни. Почву можно представить себе как пирог, состоящий из нескольких слоев -**почвенных горизонтов**, подстилаемых горной породой, верхний слой которой называют **материнской породой**. Почвенные горизонты образуются из материнской породы под воздействием биотических и абиотических факторов. Общеизвестен **зональный ряд почв**, в котором представлены почвы разных природных зон. Для нашей страны это ряд -с севера на юг -от тундровых, подзолистых и серых лесных почв до черноземов, каштановых и бурых.

Другой известный ряд почв, называемый **гидроморфным** (от греческих слов **гидор** -«вода» и **морфе** -«форма»), включает почвы со слабой водопроницаемостью и показывает связь между видом почвы и водным режимом территории. В составе почвенной фауны выделяют следующие группы:

- **микрофауна** -мелкие организмы размером в несколько микронов (простейшие, коловратки, тихоходки, нематоды и другие беспозвоночные);

- **мезофауна** -животные размером до 2 мм (членистоногие, в основном клещи, игохвостки, двуххвостки);

- **макрофауна** -животные, размер которых колеблется в пределах от 2 до 100 мм (например, личинки насекомых, многоножки, дождевые черви);

- **мегафауна** -крупные землерои, в основном из числа млекопитающих (кроты, слепыши).

Организменная среда. Любой многоклеточный организм заселен другими организмами, в первую очередь паразитами. Среди них есть **биотрофы** и **некротрофы**. Первые всю жизнь питаются за счет живого хозяина, а вторые губят его или часть его тела (например, лист растения).

Микропаразиты и **макропаразиты** различаются размерами. К микропаразитам относят вирусы, бактерии, микроскопические грибы и простейшие, к макропаразитам -всех прочих. Среди макропаразитов есть и гиганты, которые за счет обильной пищи могут достигать огромных размеров. Например, некоторые плоские черви (бычий и свиной солитеры) достигают длины 8-12 м.

Еще один вариант классификации паразитов -выделение **истинных паразитов** и **паразитоидов**. Истинные паразиты всю жизнь питаются за счет организма-хозяина (или нескольких хозяев, если в течение жизненного цикла переселяются из организма одного вида в организм другого вида). Паразитоиды (как правило, насекомые) на определенных стадиях жизненного цикла ведут свободный образ жизни (питаются растительной или животной пищей). После этого они откладывают яйца в тело организма-хозяина, в котором паразитируют личинки. Также рассматривают группы **эндотрофных** и **эктотрофных паразитов**. Паразиты первой группы живут внутри организма-хозяина, а второй -на поверхности организма-хозяина (таковы ржавчинные грибы, блохи, вши, клещи).

Наконец, существуют **сверхпаразиты** -паразиты паразитов, иначе **суперпаразиты**. Выделяют сверхпаразитов от первого до четвертого порядка. Последний порядок представлен бактериями и вирусами.

Помимо паразитов существуют еще и **полупаразиты**. Значительное число видов растений сочетает автотрофное питание с паразитированием на корнях растений-хозяев.

Кроме паразитов, тела организмов являются средой жизни многих видов, которые полезны хозяину, т. е. находятся с ним в отношениях взаимовыгодного сотрудничества.

Жизненные формы и жизненные стратегии организмов. Внешний облик организма, комплекс его морфологических, анатомических, физиологических и поведенческих признаков называют **жизненной формой**. В ней отражается приспособленность живого существа к условиям внешней среды.

На **жизненной форме животных** в первую очередь сказывается характер их перемещения в среде, поэтому сходные жизненные формы животных встречаются в аналогичных условиях жизни на разных континентах. Жизненная форма может изменяться в течение жизни -это касается животных, развитие которых протекает с метаморфозом: у насекомых -гусеница и бабочка, у земноводных -головастик и лягушка. Жизненная форма животных зависит от климата. Млекопитающие, обитающие в холодном климате, в отличие от родственных видов из теплых краев, имеют более крупные размеры. Эту закономерность называют **правилом Бергмана**. Животные северных широт имеют короткие выступающие части тела -хвост, уши, конечности. Эта закономерность носит название **правило Аллена**.

Наиболее распространенную классификацию **жизненных форм растений**(рис. 20) в начале XX столетия предложил датский ботаник, эколог КристенРаункиер (1860-1938). Она основана на положении относительно поверхности почвы и способах защиты почек возобновления. В этой классификации все растения разделены на следующие типы жизненных форм: **фанерофиты** -почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы (деревья и кустарники, эпифиты, растущие высоко над землей, и лианы); **хамефиты** -почки возобновления находятся над поверхностью почвы на высоте 20-30 см (кустарнички); **гемикриптофиты** -почки возобновления находятся на уровне поверхности почвы (большинство луговых и степных трав); **криптофиты** -почки возобновления расположены в почве (у **геофитов**; зимуют в стадии корневищ или луковиц) или в воде (у водных растений - **гидрофитов**); **терофиты** -однолетники, зимующие в стадии семян.

Часто используют более простую систему жизненных форм растений, различая деревья, кустарники и травы, а среди трав -многолетние и однолетние. У споровых растений -папоротников, плаунов, хвощей -на разных стадиях жизненного цикла жизненная форма различна. Спорофит - многолетнее травянистое, редко древовидное растение, а гаметофит -коротко живущее слоевищное растение.

Основные типы жизненных стратегий.

Организмы разных видов, обитая совместно, отличаются друг от друга по способу приспособления к условиям среды, в которой живут, - по **жизненной стратегии**. Выдающийся русский эколог, ботаник, геоботаник Леонтий Григорьевич Раменский (1884-1953) объединил виды растений и животных в три группы по способу выживания (жизненной стратегии). Эти группы он назвал **виолентами**(силовиками), **пациентами** (выносливцами), **эксплерентами** (заполнителями) и дал им еще дополнительные, образные названия -«львы», «верблюды» и «шакалы». Они часто встречаются в научно-популярной экологической литературе. Спустя 40 лет аналогичную систему предложил английский эколог Джон Филипп Грайм, который выделил три типа, назвав их соответственно конкурентами, стресс-толерантами и рудералами. Эту систему используют и для животных.

Виоленты -это организмы, являющиеся сильными конкурентами в среде своего обитания. Они захватывают все подходящие условия, энергично потребляют ресурсы и основные силы затрачивают на удержание занятых мест обитания. Виоленты-растения отличаются низкой семенной продуктивностью, виоленты-животные также дают малочисленное потомство. Виоленты не имеют адаптаций для переживания неблагоприятных условий и при возникновении таких условий погибают. Примеры: тигр, слон, носорог, а виолентов-растений -деревья бук и дуб, высокие злаки тростник и канареечник.

Пациенты -обитают в неблагоприятных условиях, на преодоление которых и затрачивают силы, а в борьбе за существование выживают благодаря большой выносливости. Пациенты-растения могут выдерживать острый дефицит воды (ксерофиты), засоление почв (галофиты), высокую кислотность почв, затенение, низкие температуры, интенсивный выпас и т. д. У теневыносливых растений листья тонкие и содержат много хлорофилла, что позволяет более полно использовать свет при низкой освещенности. Для переживания интенсивного вытаптывания и выедания у подорожника, одуванчика, лапчатки гусиной формируется розеточная форма с укороченным стеблем и розеткой прижатых к земле листьев и накапливаются горькие вещества.

Пациенты-животные имеют разнообразные адаптации для переживания экстремальных условий. Например, линь и карась способны переносить низкое содержание кислорода в воде, при котором гибнут другие виды рыб. Эти организмы имеют большой объем крови, а сама кровь содержит много гемоглобина благодаря высокой концентрации эритроцитов. Верблюды обладают рядом приспособлений для переживания долгого отсутствия воды: они используют как источник воды жир, накопленный в горбу, а в самое жаркое время суток температура тела у них повышается на 5-10 °С, и таким образом уменьшается разница между температурой тела и окружающей среды. В итоге верблюд без воды может пройти 1000 км. Пустынные черепахи и суслики также переносят засуху благодаря большому запасу жира и, кроме того, при отсутствии воды способны впадать в спячку.

Эксплеренты -это организмы нарушенных местообитаний. Эксплеренты-растения поселяются на распаханной почве, лесных вырубках, обочинах дорог, строительных площадках, насыпях, склонах оврагов, пожарищах. Эти виды -слабые конкуренты, использующие ресурсы в отсутствие более сильных соперников и большую часть сил затрачивающие на размножение. Они играют роль «ремонтной бригады», быстро заселяя обнажившуюся почву. Эксплеренты-животные играют роль «санитаров». Они способны за короткое время утилизировать тело погибшего организма.

Эксплеренты-растения чаще всего однолетники с большим числом семян (одна особь может давать их десятки и сотни тысяч). К эксплерентам относят сорные и травы **рудеральные растения** (растения нарушенных местообитаний). Семена сорных растений подолгу сохраняют всхожесть и потому способны формировать в почве так называемые **банки семян**. На 1 га поля количество семян может достигать 1 млрд (для сравнения -норма высева зерновок пшеницы составляет 6 млн. штук на 1 га). Кроме того, среди эксплерентов много видов, плоды и семена которых распространяются ветром (например, одуванчик, заселяющий городские газоны).

Эксплеренты-животные -домовая мышь, рыжий таракан, комнатная муха -тоже имеют очень высокую скорость размножения и обитают там, где много ресурсов и нет конкурентов.

Вторичные типы жизненных стратегий. Типичные виоленты, пациенты и эксплеренты встречаются довольно редко. Большинство организмов имеют жизненную стратегию переходного типа. Например, ольха серая представляет собой переход между виолентом и эксплерентом, ель и сосна - между виолентом и пациентом. Отношение организмов с разными жизненными стратегиями к уровню благоприятности и нарушениям среды принято показывать в форме «треугольника Грайма». В благоприятных и стабильных условиях распространены виоленты, в благоприятных и нестабильных - эксплеренты, а в неблагоприятных и стабильных условиях - пациенты. В неблагоприятных и нестабильных условиях организмы погибают. Вот почему человек должен быть особенно осторожен при использовании экосистем у границ распространения жизни - в условиях крайней сухости и крайнего холода, где основные организмы - пациенты.

Пластичность жизненной стратегии. Некоторые организмы при изменении условий могут переходить от одной жизненной стратегии к другой. Тростник в теплом климате - в низовьях Волги и Дона при избытке ресурсов (воды, элементов минерального питания) ведет себя как виолент: он образует высокие (до 4 м) заросли, называемые плавнями. На засоленных почвах тот же вид ведет себя как пациент: он представлен низкими стелющимися растениями с узкими листьями.

Взаимоотношения видов.

Многообразные взаимоотношения организмов можно разделить на нескольких типов. Разделять взаимоотношения на полезные и вредные некорректно. В естественных условиях они в конечном счете все полезны, так как помогают поддерживать экологическое равновесие в природе. На разных этапах жизненного цикла взаимоотношения между видами могут изменяться. К примеру, личинки двусторчатого моллюска жемчужницы паразитируют в жабрах семги. Взрослые моллюски фильтруют воду, улучшая ее качество, что положительно влияет на семгу, которая очень чувствительна к загрязнению. Отношения комменсализма между ольхой или березой и елью (ольха и береза защищают молодые елочки от прямых солнечных лучей) со временем сменяются конкуренцией. И так далее.

Сигнальные взаимоотношения организмов.

Кроме материальных, существуют *сигнальные взаимоотношения* организмов, которые влияют на распределение ресурсов или их передачу по пищевым цепям. Эта система общения основана на обмене *сигналами* - условными знаками, несущими информацию о каких-либо событиях или о состоянии объекта, к которому эта информация имеет отношение. Сигналы поступают к различным органам чувств.

Зрительные сигналы воспринимаются органами зрения. Это и яркая окраска венчика цветка, привлекающая опылителя, и оранжевые пятна на брюшке жерлянки, предупреждающие о горьком вкусе этой амфибии, и пестрая окраска осы или шмеля, говорящая о защищенности насекомого.

Звуковыми сигналами обмениваются птицы. Пение самца сообщает о том, что участок занят, или о том, что появилась опасность, к которой нужно подготовиться (спрятаться или коллективно изгнать незваного гостя).

Передача *химических сигналов* - это способ взаимного оповещения организмов, который очень широко распространен в природе. У животных вещества, выполняющие роль химических сигналов, называют *феромонами*. Животные выделяют феромоны в окружающую среду и таким путем влияют на поведение особей того же вида. Эти вещества действуют при очень низких концентрациях, так как обладают сильным запахом.

Конкуренция - очень распространенный тип взаимоотношений организмов, поскольку живые существа вынуждены постоянно соперничать за потребление ресурсов, количество которых ограничено. Нередко конкурентные отношения связывают несколько видов. Такую конкуренцию называют *диффузной*. Отношения диффузной конкуренции характерны, например, для видов травянистых растений в многовидовом луговом и степном сообществах или для деревьев в тропическом лесу.

Взаимоотношения типа эксплуатации. При *эксплуатации* организмы одних видов являются пищевыми ресурсами для организмов других видов. Различают три варианта таких отношений: «растение - фитофаг», «жертва - хищник», «хозяин - паразит». Среди них основным является первый вариант.

Во *взаимоотношениях «растение - фитофаг»* вещество и энергия переходят от производителей органических соединений (растений) к потребителям (животным). В естественных экосистемах растения и поедающие их растительноядные организмы, иначе *фитофаги* (от греческих слов *фитон*-

«растение» и *фагос*- «пожиратель»), приспособляются друг к другу. Растения защищаются от фитофагов несколькими способами :

- вырабатывают горькие вещества, ухудшающие вкус растения;
- выделяют резкие запахи, отпугивающие фитофагов;
- образуют колючки и низкие формы с прижатыми к земле листьями, малодоступными для пасущихся животных.

Однако растения не могут обеспечить полную защиту от поедания, так как фитофаги совершенствуют способность поедать малоприспособленные в пищу растения. Более того, если бы это произошло, пострадали бы сами растения. Содержащиеся в несъеденных частях питательные вещества не возвращаются в почву, и условия для роста других растительных организмов ухудшаются. Обильный рост листьев у многих видов трав и кустарников приводит к тому, что надземная часть растений становится чрезмерно развитой. У затененных листьев дыхание и расходование органического вещества протекает интенсивнее, чем фотосинтез. Они как бы паразитируют на хорошо освещенных листьях, у которых накопление органического вещества происходит активнее, чем его расходование. В результате накопление органического вещества в растении замедляется. Если же фитофаги поедают часть листьев, условия для фотосинтеза улучшаются. Из этих соображений садовники делают крону деревьев более ажурной, удаляя отдельные ветви. Взаимоотношения «растение - фитофаг» подчиняются правилу: если растение развивается быстро (условия для его роста благоприятны), значит, его активно поедают. И наоборот, чем медленнее развивается растение, тем хуже фитофаги поедают его. В соответствии с этим правилом почти все медленно растущие пустынные растения имеют горький вкус и потому плохо поедаются, а луговые травы, которые легко отрастают, поедаются хорошо. Несмотря на защитные приспособления, растения подвергаются чрезмерному выеданию при периодических всплесках количества фитофагов. Возобновление растительных кормов нарушается, и поэтому вскоре количество фитофагов резко сокращается. Устойчивость взаимоотношений «растение - фитофаг» повышается в случае, если имеется хищник, который контролирует количество вида-фитофага. Так, волки являются важным фактором поддержания равновесия между растительностью и оленями в тундре, а львы играют такую же роль в саваннах.

Следующий этап передачи вещества и энергии - от фитофагов к хищникам, а от них - к другим хищникам. Во *взаимоотношениях «жертва - хищник»* равновесие между количеством хищников и жертв поддерживается специальными механизмами, исключающими полное истребление вида-жертвы. Так, жертвы могут:

- убегать от хищника, и тогда в процессе длительного «соревнования» повышается подвижность и жертв, и хищников, что особенно характерно для животных степей и саванн, которым негде прятаться от преследователей;
- приобретать защитную окраску («притворяться» листьями или сучками; или, напротив, яркий (например, красный) цвет, предупреждающий хищника о горьком вкусе жертвы;
- приобретать защитные приспособления (плавники колючих рыб снабжены острыми, иногда ядовитыми шипами);
- собираться в группы, отчего промысел жертв становится более энергозатратным для хищника (овцебыки держат «круговую оборону» от волков);
- прятаться в укрытия.

В свою очередь, у хищников развиваются качества, помогающие, во-первых, достигать жертву (скорость передвижения, острота зрения и обоняние), во-вторых, становиться незаметным для жертвы, приобретая окраску, которая подобна маскировочному костюму разведчика (полосатый рисунок на теле тигров, судаков и окуней, пятнистый у леопардов и щук). Кроме того, чтобы не выдать свое присутствие жертвам с чутким нюхом, хищникам приходится уделять много внимания гигиене. Тщательно умываются не только домашние, но и дикие крупные кошки (рысь, тигр, лев и другие). Как и во взаимоотношениях «растение - фитофаг», равновесие в паре «жертва - хищник» наиболее стабильно в том случае, если у хищника есть естественный «враг» - другой хищник или паразит.

Взаимоотношения «хозяин - паразит» являются одним из важных факторов поддержания естественных экосистем. И у паразитов, и у хозяев вырабатываются специальные механизмы, которые позволяют им устойчиво сосуществовать. Защитные реакции хозяев могут быть следующими:

- повышение иммунитета к заражению паразитами (устойчивость культурных растений к паразитным грибам может быть повышена селекцией);

- сбрасывание зараженных частей (это особенно характерно для растений- хозяев, которые сбрасывают сильно зараженные листья);
- быстрый рост здоровых тканей взамен пораженных (некоторые сорта ржи способны образовывать новые побеги, уменьшая вред, наносимый паразитами каждому отдельно взятому побегу);
- изоляция органов поражения (формирование галлов у дуба, орешника и других растений после того, как насекомое-паразит отложит в ткани листа яйцо);
- более разреженное размещение на территории, что снижает вероятность заражения особей вида-хозяина паразитом; кроме того, зараженные животные менее подвижны и являются более легкой добычей.

В естественных экосистемах равновесие между популяциями паразитов и хозяев - нормальное явление. Ситуация иная в экосистемах, созданных человеком, особенно в сельскохозяйственных ландшафтах, где заражение паразитами может привести к существенному ущербу. От паразитов могут страдать популяции культурных растений и домашних животных, поскольку обладают слабым иммунитетом. Для их защиты приходится применять пестициды и антибиотики. Паразиты представляют опасность и для здоровья людей. Человек может заболеть гельминтозом, вызываемым разными видами глистов, лямблиозом (при заражении жгутиковым простейшим лямблией), болезнями бактериальной, вирусной или грибковой природы. Ущерб человеку могут нанести и насекомые-паразиты (вши, клопы) или клещи. Катастрофическими бывают последствия попадания паразитов в районы, где новые хозяева оказываются беззащитными перед ними, так как не имеют иммунитета. В XX столетии произошли ботанические катастрофы - в Северной Америке (гибель каштана зубчатого от занесенного туда из Китая паразитического гриба, вызывающего «рак каштана») и в Европе (значительное сокращение популяций вязов в результате эпидемии голландской болезни вяза, также вызываемой китайским грибом-паразитом).

Мутуализм, комменсализм, аменсализм. *Мутуализм* - это форма взаимоотношений, при которых каждый взаимодействующий организм получает пользу. Мутуализм - одна из форм *симбиоза*, т. е. длительного сосуществования организмов (симбиозом является и паразитизм). Отношениями мутуализма, как правило, связаны организмы, которые не конкурируют за ресурсы. Без изучения мутуализма невозможно понять сложность взаимосвязей организмов в экосистемах. Он «уравновешивает» антагонизм конкуренции, хищничества и паразитизма.

Мутуализм включает разнообразные формы сотрудничества - от облигатного (от латинского слова *облигатус* - «обязательный») до факультативного (от латинского слова *факультас* - «возможность»), т. е. необязательного. При нарушении отношений облигатного мутуализма гибнут оба сотрудничающих партнера или один из них. Факультативный мутуализм - так называемая *протокооперация* - помогает выживать, но распад отношений не ведет к гибели участников.

Мутуализм у растений. Взаимоотношения с микоризными грибами свойственны большинству видов сосудистых растений (цветковым, голосеменным, папоротниковидным, хвощевидным, плауновидным). Микоризные грибы оплетают корни растения и получают от партнера органические вещества. За это они «расплачиваются» с растениями, играя роль насосов: они всасывают воду и растворенные в ней минеральные вещества.

А вот снабжение растения таким элементом минерального питания, как азот, происходит благодаря взаимоотношениям с **микроорганизмами- азотфиксаторами**. Атмосфера нашей планеты состоит в основном из азота, но ни растительные организмы, ни животные не способны усваивать его. Обеспечение живых существ азотом происходит в основном благодаря деятельности азотфиксирующих бактерий. Растения получают азот, а бактерии - органические вещества. Возможны две формы такого сотрудничества - **симбиотическая азотфиксация** (это обязательный мутуализм) и **ассоциативная азотфиксация** (это протокооперация). В первом случае азотфиксирующие микроорганизмы живут в корнях растений (бобовых, ольхи и некоторых других), образуя клубеньки. Во втором - азотфиксирующие микроорганизмы населяют примыкающую к корням часть почвы (**ризосферу**) и усваивают органические вещества, постоянно выделяемые корнями. В естественных экосистемах (лесных, стенных, луговых) преобладает ассоциативная азотфиксация, в сельскохозяйственных (посевах бобовых культур) - симбиотическая. Если почва богата элементами минерального питания, то растения могут обходиться и без сотрудничества с бактериями, как, например, травы на обильно удобряемых лугах. Отношения с азотфиксаторами обходятся дорого: на них растения затрачивают от 30 до 50 % продуктов фотосинтеза. Большими затратами органического

вещества объясняются низкие урожаи зернобобовых культур (сои, гороха, фасоли и других) по сравнению с урожаями злаков (кукурузы, пшеницы, ржи и других). Обоюдно выгодны взаимоотношения с **насекомыми-опылителями**. Насекомые переносят пыльцу растений с одного цветка на другой, часто на большие расстояния. Одни растения опыляются узким кругом насекомых (таковы орхидные, губоцветные, бобовые), другие - большим числом видов опылителей (у сложноцветных). Широко представлены в природе взаимоотношения с **животными, распространяющими плоды и семена** растений. Агентами-распространителями могут быть птицы, поедающие сочные плоды, медведи, копытные. Семена многих видов лесных трав, распространяемые муравьями, имеют сочные выросты (придатки), богатые маслом, которые используются этими насекомыми в пищу.

Мутуализм у животных. Пример мутуализма демонстрируют звери и **микроорганизмы, населяющие их пищеварительную систему**. Большинство млекопитающих, включая человека, но особенно травоядные, сами не в состоянии как следует переваривать пищу. В этом им помогают микроорганизмы-симбионты - бактерии и некоторые простейшие, которые обитают в пищеварительной системе многоклеточных организмов. Как вариант мутуализма нужно рассматривать отношения человека с **сельскохозяйственными животными и растениями**. Современный человек не может обойтись без них, а стадо коров, овец, поле пшеницы или риса не могут выжить без человека.

Симбиотические организмы. Мутуалистические отношения между некоторыми видами бывают такими тесными, что возникают организмы «второго порядка» - **симбиотические организмы**. Самый очевидный пример - лишайники. Водоросли (или цианобактерии) обеспечивают гриб органическими веществами, гриб поставляет им воду и минеральные элементы. Этот вариант облигатного мутуализма представлен весьма широко в природе.

Комменсализм. Наряду с конкуренцией между организмами одного трофического уровня возможны отношения помощи «в одностороннем порядке». Такие отношения называют **комменсализмом**. Один из вариантов комменсализма - **копрофагия**. Значительная часть насекомых, червей и микроорганизмов (бактерий, грибов) является **копрофагами**, т. е. питается экскрементами фитофагов. Другой вариант комменсализма - отношения с **растениями-нянями**. Береза или ольха может быть «няней» для ели. Растение-няня защищает всходы от прямых солнечных лучей - на открытом месте елочки погибают. Однако при достижении подрастающими растениями определенного возраста отношения «нянь» и «подопечных» сменяются конкуренцией: «подопечные» угнетают своих «нянь». Ель, после того как достигнет определенной высоты, заглушает ольху или березу.

Аменсализм. **Аменсализм** - это отношения, в которых один участник испытывает отрицательное влияние (угнетение) другого участника, а угнетающий не получает ни вреда, ни пользы. Для примера можно рассмотреть взаимоотношения взрослых деревьев и трав напочвенного покрова в лесу. Деревья затеняют травы, но сами не испытывают их влияния. Однако отношения всходов деревьев и трав носят характер конкуренции.

Экологическая ниша. Совокупность всех факторов среды, которые необходимы для существования вида (местообитание, ресурсы и ритм их потребления в экосистеме), называют **экологической нишей**. Известный американский эколог Юджин Одум (1913-2002) назвал экологическую нишу «профессией вида в экосистеме».

Особенности экологических ниш животных. Различия ниш наиболее наглядны у животных. Представители разных видов имеют неодинаковые рационы питания. Птицы потребляют разные плоды и семена растений, ловят разных насекомых и червей. Различаются рационы и у грызунов, и у более крупных млекопитающих. Легко увидеть различия ниш в экосистеме озера: организмы одних видов активно плавают (нектон) или пассивно парят (планктон) в толще воды, а другие ведут придонный образ жизни (бентос). И у разных видов нектона, планктона и бентоса пища неодинакова.

Особенности экологических ниш растений. Преобладающее большинство растений имеет один способ питания - фотосинтез, поэтому их «пищевой рацион» включает раствор минеральных веществ, диоксид углерода и солнечный свет. Тем не менее, и у них экологические ниши различаются. Разные виды по-разному требовательны к свету. Их корневые системы проникают в почву на разную глубину. Им требуется неодинаковое количество элементов минерального питания и воды. В разное время они цветут и плодоносят, имеют определенных опылителей.

Роль экологических ниш в сосуществовании видов. Вследствие того что у организмов с одинаковым способом питания экологические ниши различаются, острота конкуренции между ними

снижена. Теневыносливые растения не конкурируют со светолюбивыми растениями, а довольствуются полумраком под пологом деревьев. Менее напряженной оказывается конкуренция за ресурсы почвенного питания, если корневая система одного из растений сконцентрирована у поверхности почвы, а другого - уходит в более глубокие слои. Во время цветения растениям требуется особенно много ресурсов, и цветение по очереди также снижает конкуренцию. Примером разделения экологических ниш являются **ярусы** в лесу. В каждом ярусе (древесном, подлеске, кустарниковом, травяном, моховом) свое население, хотя некоторые организмы могут использовать разные ярусы (белки живут в основном на деревьях, не спускаются в ярус кустарников, а иногда и на землю).

Фундаментальная и реализованная экологические ниши. Экологи различают два варианта экологической ниши. *Фундаментальная экологическая ниша* - это совокупность факторов среды (ресурсов и условий), в которых вид может существовать и даже процветать при отсутствии конкуренции. *Реализованная экологическая ниша* - это часть фундаментальной ниши, которую вид занимает при наличии конкурентов. Различия между названными вариантами ниши можно проиллюстрировать примерами. В лесной зоне европейской части России на лугах преобладают невысокие злаки с узкими листьями - полевица тонкая, душистый колосок, овсяница красная. Эти растения хорошо приспособлены к произрастанию на почвах, бедных элементами питания. Если собрать их семена, высеять на грядки и удобрить минеральными азотными удобрениями или навозом, то урожайность названных злаков возрастет в три-четыре раза. Если же удобрить естественные места обитания - луга, то эти растения могут вообще исчезнуть из травостоя. Преобладающими видами в нем станут злаки с широкими листьями - ежа сборная, овсяница луговая и особенно пырей ползучий, которые прежде входили в состав травостоя в небольшом количестве. Знание о двух вариантах экологической ниши позволяет объяснить, почему душистый колосок и полевица тонкая в искусственном посеве и естественном сообществе по-разному реагируют на удобрение. На бедных почвах пырей и ежа сборная, требовательные к элементам минерального питания, растут плохо. Мелкие узколистные злаки, которые адаптированы к «голодному пайку», растут хорошо - такие условия соответствуют их реализованной нише. Поэтому они побеждают в конкуренции с пыреем и ежой. Реализованная ниша широколистных злаков, напротив, охватывает богатые почвы, на которых растения бедных почв не способны успешно конкурировать. Таким образом, у душистого колоска и других узколистных злаков фундаментальная ниша охватывает и бедные, и богатые почвы, а реализованная - только бедные. Фундаментальные ниши у широколистных и узколистных злаков сходные, и при отсутствии конкуренции они могут расти как на бедных, так и на богатых почвах. Чтобы растение могло освоить всю свою фундаментальную нишу, его нужно защитить от конкуренции. Вот почему в ботанических садах присутствуют растения из разных районов и чувствуют себя неплохо, пока их охраняет человек. В условиях фундаментальной ниши оказываются и все культурные растения, защищаемые человеком от сорняков.

Общая характеристика популяций. Популяция - это совокупность особей одного вида, существующая в границах определенной территории, с числом особей, достаточным для того, чтобы совокупность была способна к самоподдержанию. Далеко не всегда популяции четко отделены друг от друга в пространстве. Например, в сибирской лесостепи на фоне лугов и пашни заметны отдельные березовые колки. Населяющие их виды насекомых или мышей представлены разными популяциями. Береза, семена которой переносятся ветром на достаточно большие расстояния, может быть представлена одной популяцией. Если же равнинная территория занята тайгой, тундрой или лесотундрой и простирается на тысячи километров, то выделить популяции можно лишь условно, поскольку они не изолированы и плавно переходят одна в другую. Чем более подвижны организмы, тем более размыты границы между их популяциями и тем обширнее занимаемые популяциями территории. Животные, как правило, могут перемещаться в поисках корма или полового партнера. Растения расселяются за счет разноса семян (ветром, животными, водой) или роста подземных органов. Однако их подвижность значительно ниже подвижности большинства животных. Этим определяются различия в реакциях популяций растений и животных на изменения условий среды.

Биологическое пространство и биологическое время. Популяции очень разнообразны и существуют в разном биологическом пространстве и в разном биологическом времени. Масштаб биологического пространства зависит от размеров организмов, их подвижности, а масштаб биологического времени - от продолжительности жизни индивида. Например, два фитофага - тля и слон - живут в разном биологическом пространстве (занимают несопоставимые по площади территории) и в разном биологическом времени (продолжительность их жизни также несопоставима).

Для того чтобы изучить популяцию тли, достаточно исследовать состояние особей на площади в несколько квадратных сантиметров. Для оценки популяции одноклеточных водорослей или зоопланктона достаточно взять пробу объемом несколько литров воды. Но для того, чтобы изучить популяцию слона или кита, необходимо провести учеты на площади в десятки квадратных километров. Для того чтобы изучить, как популяция изменяется во времени, наблюдения за короткоживущими и долгоживущими организмами также надо проводить в разном временном масштабе. Для мелких насекомых и планктонных водорослей достаточно оценить изменение их популяций в течение одного лета, а чтобы установить закономерности для популяций лосей, нужно вести наблюдения десятки лет.

Взаимоотношения организмов внутри популяции. Главный тип взаимоотношений между особями в популяции - внутривидовая конкуренция, т. е. соперничество за ресурсы. В соответствии с принципом «экономии природы» количество многих ресурсов ограничено. Недостаток ресурсов является причиной конкуренции, и чем меньше ресурсов, тем острее конкуренция. Принципиальных отличий в конкуренции между особями разных видов и особями одной популяции нет, но различаются способы смягчения конкурентных отношений. Существуют специальные популяционные механизмы, которые снижают напряженность конкуренции между особями, принадлежащими одной популяции. Рассредоточение (поиск мест, где больше свободных ресурсов) и охрана своего «охотничьего надела» - это главные механизмы в популяциях животных. Кроме того, при большой скученности особей у большинства видов животных особи живут меньше и приносят меньше детенышей. У деревьев для снижения конкуренции происходит отбор на выживание. В результате самоизреживания более слабые гибнут, и уровень конкуренции постепенно снижается. Еще один механизм ослабления внутривидовой конкуренции - миниатюризация. У растений-однолетников (эксплерентов, иначе «шакалов») при высокой скученности напряженность отношений между особями снижается не за счет самоизреживания, а путем уменьшения размера особей.

Отношения благоприятствования. В популяциях могут складываться взаимовыгодные отношения или отношения, выгодные хотя бы для части особей и не приносящие вреда другим. Так, для популяций животных известны забота родителей о потомстве, формирование больших семейных групп, стадный образ жизни, коллективная оборона от врагов и т. д. На длительных перелетах птицы выстраиваются в клинья, уступы, и в силу законов аэродинамики крылья особей обретают большую подъемную силу - в коллективе летать легче. Есть мнение, что гидродинамические преимущества получают и плывущие стаей рыбы. Однако если ресурсов недостаточно, то отношения благоприятствования сменяются конкуренцией. Даже самые заботливые родители при дефиците ресурсов изгоняют подросток. Отношения благоприятствования отчасти проявляются и у растений. Лучше развиваются особи, посеянные группой (так называемый эффект группы), поскольку у них легче формируется симбиоз с микоризными грибами и бактериями ризосферы. Известны случаи срастания деревьев корнями, при этом часть питательных веществ переходит от более сильного к более слабому растению. Возможна передача питательных веществ от одного растения к другому через микоризу. Совместно произрастающие растения лучше опыляются насекомыми, так как повышается вероятность переноса пыльцы с цветков одной особи на цветки другой. Кроме того, яркое пятно из нескольких цветущих и выделяющих ароматические вещества цветков сильнее привлекает насекомых.

Разнообразие и размер популяций. Особи, составляющие популяцию, отличаются друг от друга, причем, чем больше их разнообразие, тем полнее используются ресурсы среды и устойчивее популяция. Особи имеют разный пол (кроме однодомных растений и животных-гермафродитов) и разный возраст. Обычно можно выделить группы молодых, половозрелых и старых особей - таковы популяции большинства многолетних растений и животных. Численное соотношение этих групп называют возрастной структурой (возрастным составом) популяции. Есть популяции, состоящие из особей одного возраста, например у однолетних растений, одновременно развивающихся из семян. Популяция саранчи весной состоит из личинок, ранним летом - из неполовозрелых бескрылых особей, затем - из крылатых форм, а в конце осени - только из яиц. Соотношение групп особей разного возраста в популяции можно отразить в виде возрастной пирамиды. Высота пирамиды показывает продолжительность жизни особей, а ее форма - соотношение числа особей в разных возрастных группах. Возрастные пирамиды используют при анализе закономерностей роста народонаселения.

Разнообразие популяций. Особи, принадлежащие разным популяциям одного вида, схожи между собой в большей или в меньшей степени, и популяции, образующие один вид, различаются между собой. Одни популяции по внешним и внутренним признакам особей заметно ближе друг к другу, чем другие. Группу сходных популяций называют экотипом - экологическим вариантом вида.

Экотипы различаются и генетически, и по требованиям к условиям среды, и по ритмике развития. Например, у растений экотипы характеризуются разным временем зацветания, разной устойчивостью к морозу и засухе. Под влиянием сильнодействующих внешних факторов некоторые экотипы могут погибнуть, и разнообразие вида станет беднее. Так, у многих сорных растений и насекомых-вредителей сохранились только те экотипы, которые устойчивы к пестицидам. Также отбираются экотипы насекомых, устойчивые к инсектицидам и промышленному загрязнению. Популяции различаются по характеру размещения особей в пространстве. Организмы одних популяций распределены более или менее равномерно, других - группами. Пример равномерного распределения особей - популяции многих видов птиц в лесу. У каждой особи (или семейной пары) своя территория, которую она охраняет. Групповое распределение характерно для популяций животных, ведущих стадный образ жизни, часто - для растений, например для клевера на лугу.

Основные показатели размера популяции. Численность популяции - это общее число составляющих ее особей. Точную численность популяции можно определить только для самых крупных животных или редких видов растений. Плотность популяции - это число особей, приходящееся на единицу площади, занимаемой популяцией. В тех случаях, когда невозможно определить численность прямым подсчетом, ее определяют, умножая величину плотности на общую площадь территории, занимаемой популяцией. Плотность популяции отражает соотношение биологических возможностей организмов, образующих популяцию, и степени благоприятности условий среды. Показателем того, насколько «сильна» популяция, является ее биотический потенциал - способность к размножению и выживанию взрослых особей. Биотический потенциал зависит от жизненной стратегии вида, к которому принадлежит популяция. Показателем силы воздействия среды выступает так называемое сопротивление среды - количество доступных ресурсов и влияние неблагоприятных абиотических и биотических факторов.

Факторы, влияющие на размер популяции. На плотность (и численность) популяции влияют четыре параметра:

- рождаемость - число особей, родившихся за определенный промежуток времени (этот промежуток по масштабу соответствует биологическому времени: для бактерий - один час, для планктонных водорослей - день, для насекомых - неделя или месяц, для крупных млекопитающих, включая человека, - год);
- смертность - число особей, умерших своей смертью или погибших, например съеденных, за тот же промежуток времени;
- скорость иммиграции особей - число особей, мигрировавших в данную популяцию из других популяций за тот же промежуток времени;
- скорость эмиграции особей - число особей, покинувших данную популяцию за тот же промежуток времени.

Саморегулирование плотности популяции. Для благополучного и продолжительного существования популяции в имеющихся условиях среды число особей в пределах определенного пространства (плотность популяции) должно находиться в соответствии с количеством ресурсов. У неподвижных организмов (растений, прикрепленных моллюсков) плотность популяции остается стабильной (не увеличивается) благодаря балансу рождаемости и смертности: по мере взросления более слабые особи погибают. Наглядный пример - рассмотренное ранее самоизреживание деревьев в лесу. Для культурных растений характерен сметанный тип регулирования плотности популяции: при загущении посевов происходят и уменьшение размера особей, и самоизреживание. Если изобразить графически зависимость урожайности культурного растения от плотности его популяции, то кривая будет похожа на параболу. При увеличении плотности урожайность вначале увеличивается, затем стабилизируется, а при сильном загущении начинает снижаться. Однако при возделывании культур плотность их популяции все равно стараются повысить, чтобы не допустить массового развития сорных растений. Если используют гербициды, то необходимость в увеличении плотности посева отпадает. В некоторых популяциях при повышении плотности возрастает доля мужских особей. Это характерно для двудомных растений - тополей и ив. У животных - подвижных организмов - механизмы регулирования плотности популяции более сложные. На плотность значительно влияет перемещение особей в пространстве - их вселение или выселение из популяции. Кроме того, само изменение плотности популяции сказывается на рождаемости, выживании молодых особей и длительности жизни взрослых организмов. Так, у вредителя таежных лесов сибирского шелкопряда при высокой плотности популяции у самок втрое снижается плодовитость (с 300 до 100 яиц) и более чем вдвое снижается

выживаемость личинок. У африканских слонов при плотности 8-12 животных на 1000 га интервал между родами составляет 3 года, и молодые животные заводят семью, когда достигают взрослого состояния, в 12 лет. При повышении плотности в два раза слонихи дают потомство лишь один раз в 5-6 лет, а молодые слоны «вступают в брак» только в 18 лет.

Модели роста. Формирование новых популяций, как и прирост существующих популяций, может происходить по-разному в зависимости от условий и наличия ресурсов в среде. Для примерного описания этих сложных природных процессов используют модели роста популяции. Первая модель носит название модель **экспоненциального роста**: в условиях неограниченного доступа к ресурсам и при ослабленном сопротивлении среды количество особей прибавляется чрезвычайно быстро. Экспоненциальный рост популяции был отмечен для стад северного оленя, которыми заселяли острова. В начале число особей возрастало, затем последовал спад численности, потому что стадо, став слишком большим для этой территории, истребляло кормовые растения быстрее, чем те могли восстанавливаться. В озерах умеренных широт весной, после таяния льда, в приповерхностном слое воды содержится много биогенных элементов. По этой причине после прогревания воды здесь наблюдается быстрый рост численности диатомовых и зеленых водорослей. Однако он также быстро прекращается, когда эти ресурсы израсходованы, и, кроме того, зоопланктон начинает активно выедать водоросли. Таким образом, в природе экспоненциальный рост популяции возможен лишь в сравнительно кратковременный период ее существования, при особо благоприятных условиях, пока пополняются расходуемые ресурсы. Во всех других случаях воплощение этой модели в жизнь невозможно. Вторую модель называют моделью **логистического роста**, вначале скорость роста популяции низкая, затем возрастает и вновь начинает снижаться. Этой модели соответствует S-образная кривая: численность быстро увеличивается, а потом остается неизменной. Причины замедления роста численности популяции могут быть самыми различными: исчерпание ресурсов особями, влияние скученности (у грызунов при этом снижается интенсивность процесса размножения), отравление среды (например, воды) прижизненными выделениями, выедание популяции хищниками и другие. Если прирост популяции замедлился, значит, ее плотность достигла максимума.

Кривые выживания. Изменения, происходящие в популяции, затрагивают не только ее численность, но и возрастную структуру. У одних видов особи дают очень многочисленное потомство, но до взрослого состояния доживают единицы (осетровые рыбы). У других видов пары особей производят на свет всего несколько потомков, смертность которых низка благодаря родительской заботе, поэтому почти все потомки достигают взрослого возраста. Бывают и другие варианты. Их все можно изобразить в форме кривых выживания популяций. Различают три типа таких кривых (рис.). Первая кривая (1) характерна для популяций с преобладанием взрослых особей, которые подолгу живут (например, для слонов). Такова кривая выживания населения в развитых странах, где продолжительность жизни человека достигает 70-80 лет, ограничена детская смертность и невысока рождаемость.

Вторая кривая, точнее прямая (2), характеризует ситуацию с равномерной смертностью в популяции на протяжении всей жизни организмов. Обычно причиной смерти бывает влияние хищников и паразитов. Эта кривая типична для популяций птиц и рыб.

Третья кривая (3) описывает ситуацию, когда самая высокая смертность наблюдается в раннем возрасте. По мере взросления особей шанс выжить повышается, а смертность снижается. Этот тип изменения структуры свойствен популяциям деревьев в лесу. У них бывает много всходов, которые массово гибнут в первые месяцы и годы жизни в результате самоизреживания, и число взрослых особей оказывается небольшим.

Антропогенные факторы, нарушающие стабильность популяций. Каждая популяция в естественных экосистемах находится под контролем «сверху» и «снизу». «Снизу» ее контролирует количество ресурсов, а «сверху» - организмы, которые используют эту популяцию как ресурс. Любая популяция имеет запас прочности, т. е. может сохраняться при некотором изменении влияния контролирующих факторов (как «сверху», так и «снизу»). Если определенную часть популяции изымает человек, то она компенсирует потери за счет более интенсивного размножения. Так человек влияет на популяции зайцев, белок, соболей, лосей, уток, промысловых рыб, лекарственных и декоративных растений. Человек иногда вызывает резкое снижение плотности некоторых популяций

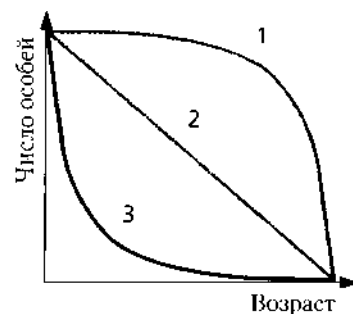


Рис. 37. Кривые выживания трех популяций

или даже их исчезновение. Часть популяции, которую человек может изъять без риска ее разрушения, называют максимально допустимой долей изъятия урожая (сокращено МДУ - максимально допустимый урожай). С учетом МДУ планируют отстрел животных, лов рыбы, заготовку лекарственных растений.

Разрушение местообитаний. Вторая по значимости причина снижения плотности популяций - разрушение местообитаний. Интенсивный выпас скота уплотняет почву и обедняет видовой состав лугов и степей. Как следствие в европейской части России большинство популяций ковыля (ковыль красивейший, ковыль Лессинга, ковыль перистый) уничтожены. Многие популяции насекомых исчезли из-за распашки степей и освоения целины. Местообитания популяций лесных видов в пригородной зоне разрушаются в результате интенсивного их использования горожанами в качестве мест отдыха. Водные местообитания подвергаются воздействию быстроходного транспорта. Волнобой, возникающий при его проходе, губит молодь рыбы. Гибнет рыба и от столкновения с моторными лодками. Под влиянием загрязнения снижается плотность популяций многих видов растений и животных, а иногда они даже исчезают. Особенно страдают от загрязнения популяции в водоемах, куда попадают смытые с полей удобрения и пестициды, а также промышленные стоки. Первыми сокращаются популяции рыб в результате прямого отравления или гибели кормовых объектов. В реках исчезают стерлядь, хариус и другие виды. В озерах стали редкими такие растения, как папоротник сальвиния плавающая.

Вселение новых видов. Человек проводит преднамеренное вселение (интродукцию) видов в различные районы планеты, а многие виды попадают в новые для них районы непреднамеренно. Пришельцы могут вытеснять местные виды, так как оказываются в более выгодном положении, чем местные. В новых местообитаниях у них меньше конкурентов, паразитов или хищников. В таком выгодном положении оказался колорадский жук, занесенный в Европу в первой четверти XX в., где у него практически нет врагов.

Исключение видов, необходимых для контроля популяций. Не меньший ущерб популяции может нанести уничтожение вида, регулирующего ее плотность. Так, например, в начале XX столетия в США на плато Кайбаб (штат Аризона), чтобы защитить чернохвостого оленя, был организован массовый отстрел хищников - волка, койота, рыси. Вскоре олени так размножились, что вытоптали пастбища, начали голодать и болеть. В результате поголовье оленей не увеличилось, а уменьшилось. Хищники не только регулируют численность растительноядных животных, но и выступают в роли санитаров.

ЭКОЛОГИЯ ЭКОСИСТЕМ.

Виды и представляющие их популяции обитают не порознь, а объединены в многовидовые ансамбли. Совокупность популяций, принадлежащих видам из близких таксономических групп, называют сообществом. Выделяют сообщества птиц, почвенных беспозвоночных, рыб, сообщества сосудистых растений (фитоценозы), сообщества фитопланктона и т. д. Совокупность всех сообществ на одном участке носит название биоценоз. Этот термин был предложен в 1877 г. немецким ученым, специалистом по морской фауне Карлом Августом Мёбиусом (1825-1908). Биоценозы вместе с условиями составляют *экосистему*. Термин «экосистема» введен в 1935 г. одним из первых ученых-экологов англичанином Артуром Джорджем Тенсли (1871-1955). Экосистемой называют совокупность организмов и условий среды, связанных потоками энергии и вещества. Экосистемы — главные объекты экологии.

Территориальный ранг экосистем. *Экосистема* — понятие безранговое. Экосистемами являются, например, муравейник, участок леса, территория фермы, город, кабина космического корабля, географический ландшафт и даже весь земной шар. Экологи используют также термин *биогеоценоз*, предложенный русским ученым — ботаником, географом и лесоводом Владимиром Николаевичем Сукачевым (1880-1967). Экосистема и биогеоценоз не синонимы. Термином «биогеоценоз» обозначают экосистему определенного ранга — совокупность растений, животных, микроорганизмов, почвы и атмосферы на однородном участке суши. Между экосистемами, как и между биогеоценозами, обычно нет четких границ, и одна экосистема постепенно переходит в другую. Большие экосистемы состоят из экосистем меньшего размера. Чем меньше размер экосистемы, тем теснее взаимодействуют входящие в ее состав организмы. В муравейнике живет организованный коллектив муравьев, в котором все обязанности распределены. Есть муравьи-охотники, охранники, строители, няньки. Кроме муравьев, в экосистему муравейника входят грибы, а также различные

бактерии, которые разрушают экскременты насекомых. Органическое вещество муравьи собирают с достаточно большой территории леса за пределами муравейника. Экосистема муравейника входит в состав лесного биогеоценоза, а лесной биогеоценоз — часть географического ландшафта. Состав лесного биогеоценоза более сложный. В лесу совместно проживают представители многих видов растений, животных, грибов, бактерий. Связи между ними не столь тесны, как в экосистеме муравейника. Многие животные проводят в лесной экосистеме только часть времени.

Внутри ландшафта разные биогеоценозы связаны наземным и подземным движением воды, в которой растворены минеральные вещества. Наиболее интенсивно перемещается вода в пределах водосборного бассейна — водоема (озера, реки) и примыкающих к нему склонов, с которых в этот водоем стекают наземные и подземные воды. В экосистему водосборного бассейна входит несколько разных экосистем — леса (лесные биогеоценозы), луга (луговые биогеоценозы), участки пашни. Эти экосистемы связаны потоками вещества через подземные и наземные воды, которые движутся к водоему. В пределах ландшафта перемещаются семена растений, животные. Нора лисы или логово волка находятся в одном биогеоценозе, а охотятся эти хищники на большой территории, состоящей из нескольких биогеоценозов. Ландшафты объединяются в физико-географические районы (например, Русская равнина, Западно-Сибирская низменность). В районе разные биогеоценозы находятся в одной климатической зоне со сходным геологическим строением территории. В пределах района могут расселяться животные, растения и другие организмы. В экосистемах масштаба физико-географического района и биосферы организмы, включая человека, связаны между собой через изменение газового состава атмосферы и химического состава водоемов. Наконец, все экосистемы земного шара связаны друг с другом через атмосферу и Мировой океан и составляют единое целое — *биосферу*.

Биотические и абиотические компоненты. В состав экосистемы входят живые организмы (их совокупность называют *биотой*), абиотические факторы (атмосфера, вода, питательные элементы, свет и другие) и мертвое органическое вещество — *детрит* (от латинского слова *детритус* — «истертый»). Обязательной составляющей наземных экосистем являются почвы, связывающие живую и неживую части экосистемы. Выдающийся русский ученый — геолог и геохимик Владимир Иванович Вернадский (1863-1945) назвал почвы *биокосным телом*.

Все живые организмы по *способу питания* разделяют на две группы — на автотрофов и гетеротрофов. Автотрофы являются *продуцентами* (производителями) экосистем. Гетеротрофы — *консументами* (потребителями органического вещества) и *редуцентами* (разрушителями органического вещества до минеральных соединений).

По используемому источнику энергии *продуцентов-автотрофов* делят на две группы. *Фотоавтотрофы* (или просто *фототрофы*) для создания органического вещества используют свет. Это зеленые растения, цианобактерии и т.д. *Хемотрофы* используют химическую энергию окисления неорганических веществ (серы, сероводорода, аммиака, железа и т. д.). Это — серобактерии, водородобактерии, железобактерии, нитрифицирующие бактерии.

Гетеротрофы-консументы (от латинского слова *консумо* — «потребляю») используют углерод органических веществ, синтезированный продуцентами, и вместе с этими веществами получают энергию. Существует несколько групп консументов. Среди *фитофагов* (животных, которые питаются растениями) есть и небольшие организмы, такие как тля или кузнечик, и гиганты, такие как слон. Фитофагами являются почти все сельскохозяйственные животные.

Зоофаги (от греческих слов *зоон* — «животное» и *фагос* — «пожиратель»), иначе хищники, плотоядные, очень разнообразны. Есть растения-хищники (например, росянка, пузырчатка), которые используют в пищу насекомых. Правда, их способ питания не таков, как у животных-хищников. Они ловят мелких насекомых и переваривают их, выделяя ферменты на поверхность ловчей структуры. Есть хищники и среди почвенных грибов. Это настоящие охотники: они под землей ловят клейкими петлями-силками и сетями микроскопических круглых червей — нематод. Зоофагов, питающихся другими зоофагами, называют *зоофагами (хищниками) второго порядка* (например, щука, поедающая окуня). В водных экосистемах широко распространены *фильтраторы*. В составе этой группы присутствуют и микроскопические рачки, и моллюски (перловица, мидия), и китообразные. Они отцеживают из воды пищевую взвесь, производя биологическое очищение водоемов

Паразиты — это животные из разных систематических групп (черви, насекомые, клещи), грибы, бактерии, вирусы, реже растения (заразиха, повилка и другие). Паразиты питаются органическим веществом другого живого существа — хозяина.

Симбиотрофы — это бактерии и грибы, которые питаются прижизненными корневыми

выделениями растений. Симбиотрофы очень важны для существования экосистемы. Нити грибов, опутывающие корни растений, помогают всасыванию воды и минеральных веществ. Бактерии-симбиотрофы усваивают газообразный азот из атмосферы и связывают его в доступные растениям соединения (соли азота — нитраты). Почвенный азот, накопленный бактериями, называют **биологическим, в отличие от азота минеральных удобрений**. К симбиотрофам относятся и микроорганизмы (бактерии, одноклеточные животные), которые обитают в пищеварительном тракте животных-фитофагов и помогают им усваивать пищу. Растительноядные животные, и такие большие, как корова, и такие маленькие, как термиты, без помощи микроорганизмов не способны переварить поедаемую траву.

Детритофаги, или *сапротрофы*, — организмы, питающиеся мертвым органическим веществом (по-гречески *сапрос* — «гнилой»). Это разнообразные животные — многоножки, дождевые черви, жуки-навозники, раки, крабы, шакалы и многие другие. Организмы, которые питаются экскрементами, как правило фитофагов, носят название *копрофаги*.

Эврифаги (всеядные) — организмы, которые используют в пищу как растения, так и животных и даже детрит, например медведь, лиса, свинья, крыса, курица, ворона, таракан. Эврифагом является и человек.

Организмы **-редуценты** по своему положению в экосистеме близки к детритофагам, так как тоже питаются мертвым органическим веществом. Однако редуценты — бактерии и грибы — разрушают органические вещества до таких минеральных соединений, которые возвращаются в почвенный раствор и снова используются растениями. В большинстве природных сообществ редуценты и детритофаги не успевают перерабатывать отмершее органическое вещество (детрит), поэтому в экосистеме обычно есть его запас: опад листьев на поверхности лесной почвы (сохраняется 2-3 года), стволы упавших деревьев (сохраняются 5-10 лет), разложившееся органическое вещество почвы — *гумус* (сохраняется сотни лет), илистые отложения органического вещества на дне озера — *сапронель*, а на болоте — *торф* (сохраняется тысячи лет). Наиболее долго сохраняющимся детритом являются каменный уголь и нефть.

Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме. Продуценты, фитофаги, хищники связаны между собой, участвуя в передаче энергии, усвоенной продуцентами. Номер участника этой «эстафеты» — его **трофический уровень**. Первый трофический уровень составляют продуценты, второй — фитофаги, третий — хищники первого порядка, четвертый — хищники второго порядка. В некоторых экосистемах, например в озере, число трофических уровней может достигать шести.

Пищевые цепи. Пищевые сети. Функционирование экосистемы — это работа, в которой принимают участие все входящие в экосистему организмы, связанные потоками энергии и вещества. Организмы — представители разных трофических уровней, связанные между собой процессами питания и передачи энергии от зеленых растений к фитофагам и зоофагам, образуют **пищевые цепи**. Те пищевые цепи, первое звено которых представлено продуцентами-автотрофами, называют **пастбищными**. Пищевые цепи, открываемые детритофагами, называют **детритными**. Приведенные примеры упрощают реальную картину потоков вещества и энергии в экосистеме. В действительности один вид растений может быть пищевым ресурсом для разных травоядных животных, а они, и свою очередь, являются кормом для разных хищников. Лист растения может быть съеден гусеницей или слизнем, гусеница станет пищей жука или насекомоядной птицы, которая заодно склюет и самого жука. Жук может стать также жертвой паука. Поэтому в реальной природе складываются не пищевые цепи, а **пищевые сети**.

Передача энергии в экосистеме. Главный закон жизни экосистемы — это круговорот веществ и однократное использование энергии, которая протекает через экосистему по пищевым цепям и рассеивается. Количество солнечной энергии, поступающее в экосистему, очень велико и составляет примерно 55 ккал на 1 см² в год. Однако растения в процессе фотосинтеза фиксируют не более 1-2 % этого количества (в пустынях и в океане — сотые доли процента). Основная же часть энергии Солнца затрачивается на нагревание атмосферы, суши и на испарение воды. Усвоенная растениями энергия движется по пищевым цепям.

Важным показателем для характеристики потока энергии, протекающего по пищевым цепям, является **полнота выедания** — доля организмов, съедаемых в живом состоянии. В лесной экосистеме потребляется менее 10 % растений, в степи — до 30 %, в водных экосистемах — до 40 %.

Все, что не съедено в живом состоянии, поглощается детритофагами и разрушается редуцентами. С повышением трофического уровня (растения — это первый трофический уровень) полнота выедания

увеличивается. Например, крупные хищники уничтожают до 70 % **биомассы** жертв, т. е. свыше $\frac{2}{3}$ массы всех живых особей вида-жертвы, населяющих территорию обитания хищника. Таким образом, большая часть биомассы растений, особенно в наземных экосистемах, потребляется в отмершем состоянии детритофагами и редуцентами.

Основная же часть биомассы животных съедается в живом виде (кроме крупных хищников, которые завершают пищевые цепи и не имеют естественных врагов). Крупные хищники умирают от болезней, вызываемых паразитами, и становятся пищей.

90 % энергии рассеивается и лишь 10% усваивается (**правило 10% - число Линдемана**). Это «правило» отражает закономерности перехода энергии только от растений к фитофагам. При потреблении травы, содержащей 1000 ккал энергии, только 100 ккал сохранится в биомассе фитофага. С повышением трофического уровня *эффективность усвоения энергии* возрастает и может достигать 30-50 %. О том, что животная пища усваивается полнее, чем растительная, каждый из нас знает по личному опыту: мясная котлета питательнее, чем хлеб или картофель.

На снимках, сделанных из космоса, наземные экосистемы имеют зеленый цвет, а водные — голубой. Если бы фитофаги в водных экосистемах «работали» так же «плохо», как фитофаги в наземных экосистемах, то и водные экосистемы на космоснимках были бы зелеными.

Аккумуляция веществ организмами. Вещества в экосистеме, в отличие от энергии, используются многократно: после гибели организмов они возвращаются с помощью редуцентов в окружающую среду. Однако при прохождении некоторых веществ по пищевым цепям их концентрация в организмах повышается. Так, на этапе «растение — фитофаг» в несколько раз возрастает содержание азота и фосфора. Есть вещества, концентрация которых может возрасти в десятки и сотни раз. Таковы соединения, загрязняющие окружающую среду и ненужные для нормальной жизни организмов. Этот процесс называют *биологической аккумуляцией веществ*. На каждом следующем трофическом уровне концентрация аккумулирующихся веществ возрастает. В итоге в тканях живых организмов их содержание в тысячи раз выше, чем в окружающей среде. В последних звеньях пищевых цепей у позвоночных животных в костных и жировых тканях могут накапливаться токсичные органические соединения — бензапирен, диоксины. В промышленных городах в результате биологической аккумуляции нередко настолько повышается концентрация загрязняющих веществ в организме человека, что материнское молоко становится небезопасным для младенцев.

Структура биологической продукции. Автотрофные экосистемы можно сравнить с промышленным предприятием, которое производит различные органические вещества. Экосистемы, используя солнечную энергию, диоксид углерода и элементы минерального питания, производят *биологическую продукцию* — древесину, листовую массу растений, плоды, животную биомассу. Производительность экосистемы измеряют количеством органического вещества, которое создано за единицу времени на единицу площади: г/м² в день, кг/м² в год, т/га в год.

Различают *первичную биологическую продукцию*, создаваемую растениями в процессе фотосинтеза из диоксида углерода, воды и минеральных элементов, и *вторичную биологическую продукцию*. Ее создают гетеротрофы (консументы и редуценты) в результате переработки растительной и животной биомассы. Первичную продукцию подразделяют на *валовую* — общее количество созданного органического вещества и *чистую* — то, что остается за вычетом расходов на дыхание и мутуализм с микоризными грибами и бактериями-азотфиксаторами. У большинства растений чистая продукция составляет примерно половину от валовой, а у пациентов, которые живут в экстремальных условиях, — не более 10 %.

Поскольку консументы используют лишь ранее созданные органические вещества, то вторичную продукцию не разделяют на валовую и чистую. Но ее количество также зависит от расходов на дыхание, которые тем больше, чем больше энергии затрачивает организм. При интенсивной физической нагрузке (например, у птиц во время миграции) продукция уменьшается. Привесы у сельскохозяйственных животных убывают, если им приходится затрачивать много энергии на переходы с отдаленных пастбищ или на согревание тела в холодном помещении.

Энергия теряется при переходе с одного трофического уровня на другой (от растений к фитофагам, от фитофагов к хищникам первого порядка, затем к хищникам второго порядка) с экскрементами и в процессе дыхания. Кроме того, фитофаги съедают только часть биомассы растений, а остальная ее часть пополняет запас детрита, который затем разрушают редуценты. Поэтому вторичная биологическая продукция в 20-50 раз меньше, чем первичная.

Первичная биологическая продукция разных экосистем суши и океана меняется в пределах от нескольких граммов до 2 кг/м^2 в год. Средняя продукция экосистем Земли не превышает $0,3 \text{ кг/м}^2$ в год, так как на планете преобладают малопродуктивные экосистемы пустынь и океанов.

Запас биомассы. Биологическую продукцию экосистемы следует отличать от *запаса биомассы*. Некоторые организмы живут много лет (деревья, крупные животные). Их биомасса сохраняется из года в год как некоторый капитал экосистемы. Запас биомассы леса велик: его составляют многолетние части деревьев — стволы, ветви, корни, биологическая продукция — новые листья, молодые побеги и корни, новые годичные кольца древесины и травяной покров — в 30-50 раз меньше, чем запас биомассы. Обитатели водоемов мелкие водоросли и беспозвоночные живут несколько дней или недель и за лето дают несколько поколений. Поэтому в каждый конкретный момент их запас биомассы меньше, чем суммарная биологическая продукция за вегетационный сезон. Планктонные животные живут дольше, чем планктонные растения, поэтому запас биомассы первых может превышать запас биомассы вторых.

Экологические пирамиды. Соотношение биомассы организмов разных трофических уровней изображают графически в виде *пирамиды биомассы*. Каждый трофический уровень представляют в виде прямоугольника, длина или площадь которого пропорциональна количеству биомассы организмов.

В наземных экосистемах с повышением трофического уровня количество биомассы уменьшается, поэтому для них типична пирамида с широким основанием, суживающаяся кверху: прямоугольники выстроены в порядке уменьшения длины. В водных экосистемах наибольшая биомасса характерна не для первого трофического уровня, а для второго, и пирамида имеет форму юлы. Основной продуцент в этих экосистемах — фитопланктон. Одноклеточные водоросли, преобладающие в водоеме, живут мало. Организмы второго уровня (зоопланктон) живут дольше и накапливают большую биомассу. Рыбное население имеет менее значительную биомассу, чем зоопланктон. Впрочем, такая пирамида наблюдается не во все сезоны года.

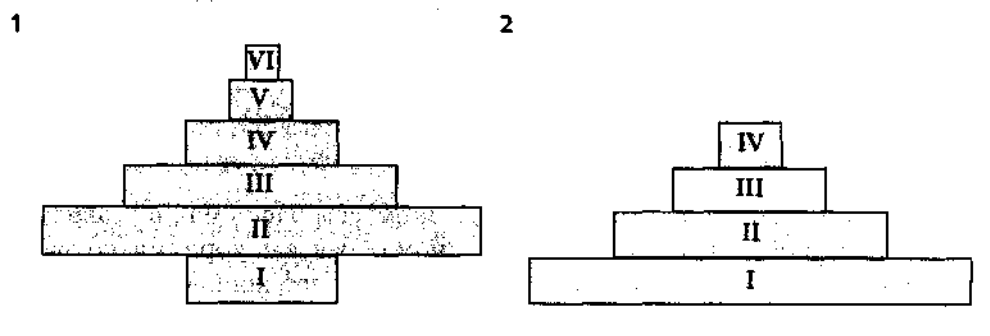


Рис. 46. Экологические пирамиды биомассы водной (1) и наземной (2) экосистем

Весной, в период массового развития фитопланктона («цветения» воды), его биомасса может быть выше биомассы организмов второго и третьего трофических уровней.

Кроме пирамид биомассы строят *пирамиды численности*. Но они не так удобны, поскольку размеры организмов одного трофического уровня сильно различаются. Например, среди продуцентов леса оказывается и дуб, и крохотный мох, а среди фитофагов — лось и гусеница непарного шелкопряда.

Строят также *пирамиды энергии*, которые отражают ее переход с одного трофического уровня на другой. В любой экосистеме такие пирамиды имеют одинаковую форму и сужаются от основания к вершине.

Экологическое равновесие в экосистеме.— это не только постоянный видовой состав экосистемы и постоянный уровень продуктивности, но и постоянство круговоротов неорганических веществ. Количество минеральных элементов, извлекаемое из почвы корнями растений, соответствует количеству, возвращенному в почвенный раствор редуцентами, которые разлагают накопленную в экосистеме биомассу растений, животных, грибов и микроорганизмов. Такие экосистемы наиболее полно используют ресурсы солнечного света, осадков, почвы. Экосистема, находящаяся в равновесии, не похожа на каменный монумент — она постоянно подстраивается под колебания природных условий, в первую очередь под изменения климата. Экологическое равновесие в экосистемах поддерживается также благодаря сложным связям между особями одного вида и между разными видами, образующими пищевые цепи, состоящими в отношениях конкуренции и мутуализма. Если условия среды необратимо изменяются, то экологическое равновесие в экосистеме временно

нарушается. Затем состав экосистемы постепенно изменяется так, чтобы экологическое равновесие восстановилось.

Динамика экосистем. Экосистемы являются подвижными, динамичными системами. Чем мельче экосистема, тем быстрее она изменяется. Экосистемы высокого ранга (самые большие в наборе вкладываемых друг в друга «матрешек») долгое время остаются более или менее постоянными.

Естественные изменения экосистем. Под влиянием абиотических и биотических факторов экосистемы постоянно изменяются. Чаще всего эти изменения обратимы: экосистемы периодически проходят одни и те же стадии. Обратимые изменения могут быть суточными, сезонными и многолетними (нерегулярными). Они протекают в разном биологическом времени (от нескольких дней до десятков лет) и в разном биологическом масштабе (на территории от нескольких квадратных метров до десятков квадратных километров). При этом тот состав экосистемы, который был до начала изменений, в основном восстанавливается.

Необратимые изменения экосистем называют экологическими сукцессиями (от латинского слова сукцессия - «преемственность», «наследование»), Они происходят по естественным (природным) причинам или под влиянием человека. В настоящее время антропогенное воздействие является главным фактором необратимого изменения экосистем.

Обратимые суточные изменения. Экосистема реагирует на ритмические (суточные, сезонные, многолетние) изменения абиотических факторов. Под влиянием этих ритмов сменяются фазы биологических циклов у различных растений и животных, входящих в состав экосистем. Так, в водных экосистемах планктон по-разному распределен в разное время суток. В темное время он рассредоточен в толще воды (в более глубоких слоях водоросли запасают элементы минерального питания). В светлое время планктон концентрируется ближе к поверхности, выбирая лучшие условия для фотосинтеза.

Обратимые сезонные изменения. В разные сезоны года изменяется биологическая продукция экосистем: в умеренной полосе в летние месяцы она достигает максимума, а в зимние - падает почти до нуля. (В степных экосистемах биологическая продукция практически не образуется также и во второй половине лета, когда травостой выгорает.) В холодное время года деревья сбрасывают листья и вступают в стадию покоя, большая часть птиц улетает в теплые края, некоторые животные прячутся для зимнего сна в берлоги и норы (медведь, барсук). Олени откочевывают из зоны тундры в лесотундру, где легче прокормиться. Изменяется поведение тех животных, которые остаются на зиму в «своих» экосистемах.

Основные типы экосистем. Состав экосистем зависит от многих факторов, в первую очередь от климата, геологических условий и влияния человека. Экосистемы могут быть **автотрофными**, если главную роль в них играют автотрофные организмы-продуценты, или **гетеротрофными**, если продуцентов в экосистеме нет или их роль незначительна. Экосистемы бывают **естественными** (природными) и **антропогенными** (созданными человеком).

Естественные экосистемы формируются под воздействием природных факторов, хотя человек тоже может оказывать на них влияние. В лесу он заготавливает древесину и охотится, на степном пастбище пасет скот, в водоемах ловит рыбу. Он загрязняет атмосферу, почву, воду. Однако антропогенный вклад в развитие этих экосистем меньше, чем вклад природных факторов.

Антропогенные экосистемы возникают в процессе хозяйственной деятельности человека. Сельскохозяйственные ландшафты с посевами и стадами скота, города, лесопосадки, морские огороды для выращивания водоросли ламинарии и фермы для разведения устриц и морского гребешка-это примеры антропогенных экосистем. В состав искусственных экосистем нередко входят сохранившиеся более мелкие естественные экосистемы (лес или озеро на территории сельскохозяйственных угодий, лесопарк в городе).

Существуют экосистемы, переходные между естественными и антропогенными, например природные полупустынные пастбища Калмыкии, деградировавшие под влиянием сильного выпаса скота.

Типы экосистем, выделяемые по источнику энергии и ресурсов. Большинство **автотрофных экосистем** нашей планеты-**фототрофные** (продуценты представлены фототрофами), но существуют и **хемотрофные**, в которых продуцентами являются бактерии. Естественные фотоавтотрофные экосистемы устроены по единому принципу: продуценты-растения и цианобактерии усваивают солнечную энергию, а консументы потребляют создаваемое продуцентами органическое вещество. Редуценты разрушают мертвое органическое вещество и возвращают продукты распада-элементы

минерального питания, воду и углекислый газ-в окружающую среду. Многообразие естественных автотрофных экосистем велико, но наиболее существенные различия наблюдаются между наземными и водными экосистемами.

Гетеротрофные экосистемы используют химическую энергию, получаемую вместе с углеродом из органических веществ, или энергию созданных человеком энергетических устройств. В таких экосистемах основную роль играют консументы (детритофаги, хищники) и редуценты-бактерии и грибы. Маленькой естественной гетеротрофной экосистемой является муравейник.

Очень разнообразны антропогенные гетеротрофные экосистемы. Это в первую очередь города и промышленные предприятия. Энергия поступает в них по линиям электропередачи, по трубам нефте- и газопроводов, в цистернах автомашин и железнодорожных вагонах. Какое-то количество энергии городская экосистема получает благодаря зеленым растениям, но оно ничтожно мало по сравнению с энергией, которую город получает извне. К антропогенным гетеротрофным экосистемам, кроме того, относятся биологические **очистные сооружения** (в них микроорганизмы разлагают органические вещества) и установки по сбраживанию навоза и получению из него метана, фабрики по разведению дождевых червей. Дождевые черви перерабатывают органическое вещество: навоз, опилки, солому-и дают биомассу, используемую для откорма рыбы и птицы, а образующийся продукт переработки органики-биогумус, обогащенный питательными элементами,-люди используют в любительском садоводстве и огородничестве. Антропогенной гетеротрофной экосистемой является плантация шампиньонов, рыборазводные пруды в городах, где остатки пищевых продуктов перерабатываются и биомассу рыбы.

Между автотрофными и гетеротрофными экосистемами имеются переходы. В небольшом лесном озерке есть фитопланкт, т. е. в нем функционирует пастбищная пищевая цепь. Кроме того, с прибрежных деревьев в озерко падает много сухих листьев, которые становятся пищей детритофагов, открывающих детритные пищевые цепи. Таким образом, лесное озерко-это **автотрофно-гетеротрофная** экосистема. К этому типу экосистем относятся мангры-экосистемы зон прилива в тропических районах Южной Америки, Африки, Австралии и Океании. Агроэкосистемы - это автотрофные антропогенные экосистемы, функционированием которых управляет человек. Они отличаются от естественных экосистем неустойчивостью и открытостью круговоротов веществ (вещества покидают агроэкосистемы с растениеводческой и животноводческой продукцией и при эрозии почв).

При управлении агроэкосистемой учитывают факторы-ограничители - биологические (особенности сельскохозяйственных растений и животных), ресурсные (комплекс природных факторов), экономические (требования рынка - необходимость производства конкурентоспособной продукции), экологические (необходимость сохранения агроресурсов - плодородия почвы, биологического разнообразия, гидрологического и гидрохимического режимов ландшафтов, исключение вероятности существенного загрязнения среды и производимой сельскохозяйственной продукции).

Для сохранения плодородия почв снижают уровень эрозии, отвальную вспашку заменяют безотвальной, что стимулирует активность почвенной биоты, используют легкую сельскохозяйственную технику, органоминеральные удобрения, севообороты с участием почвовосстанавливающих культур.

Биологическое разнообразие в агроэкосистеме подразделяют на продукционное (культурные растения, скот), ресурсное (полезные организмы естественных кормовых угодий, лесов и лесопосадок, почвенная биота) и деструктивное (сорные растения, насекомые-вредители, патогены). При контролируемой плотности многие виды деструктивного разнообразия могут стать полезными компонентами агроэкосистемы.

При экологически ориентированной защите растений широко применяют биологические методы контроля деструктивной биоты: включение в севооборот культурных растений, способных подавлять сорные виды, использование системы полезных симбиотических связей для контроля популяций насекомых-вредителей, повышение устойчивости культурных растений к патогенам методами адаптивной селекции.

Скот в сельскохозяйственной экосистеме является звеном в переработке ((цементов минерального питания. В устойчивой агроэкосистеме поголовья скота достаточно для обеспечения почв навозом и не вызывает снижения ресурсного биологического разнообразия. Предпочтение отдают

видам и породам с высокой эффективностью откорма, исключают загрязнение среды животноводческими стоками.

Зеленая революция», которая прошла в 1960-1970-х гг., позволила за счет интенсификации сельского хозяйства повысить производство зерна, но привела к разрушению почв, загрязнению окружающей среды и снижению Си и (логического разнообразия). В настоящее время ее принципы теряют значение и получает все большее распространение компромиссная система сельского хозяйства.

Генетически модифицированные растения (ГМР) обладают рядом преимуществ над сортами, выведенными методами традиционной селекции: они более продуктивны, устойчивы к болезням и вредителям. В настоящее время посевы ГМР получают распространение во многих странах мира, исключая Европу и Россию. Медицинская и экологическая опасность ГМР не доказана.

СУКЦЕССИЯ

Сукцессия (от лат. **Successio** — преемственность, наследование) — процесс саморазвития сообществ. В основе сукцессии лежит неполный биологический круговорот в данном сообществе. Каждый живой организм в результате жизнедеятельности меняет вокруг себя среду, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами метаболизма. При более или менее длительном существовании популяций они меняют свое окружение в неблагоприятную сторону и в результате оказываются вытесненными популяциями других видов, для которых вызванные преобразования среды оказываются экологически выгодными. В ходе сукцессии на основе конкурентных взаимодействий видов происходит постепенное формирование более устойчивых комбинаций, соответствующих конкретным абиотическим условиям среды.

Последовательный ряд постепенно и закономерно сменяющихся друг друга в сукцессии сообществ называется **сукцессионной серией**.

Сукцессии в природе имеют различные масштабы. Иерархичность в организации сообществ проявляется и в иерархичности сукцессионных процессов: более крупные преобразования экосистем складываются из более мелких. Даже в стабильных экосистемах с хорошо отрегулированным круговоротом веществ постоянно осуществляется множество локальных сукцессионных смен, поддерживающих сложную внутреннюю структуру сообществ.

Выделяют два основных типа сукцессий: 1) с участием как автотрофного, так и гетеротрофного населения; 2) с участием лишь гетеротрофов.

Сукцессии со сменой растительности могут быть первичными; они начинаются на лишенных жизни местах, и вторичными — восстановительными (см. рис.). В настоящее время практически вся доступная жизни поверхность суши занята различными сообществами и поэтому возникновение свободных от живых существ участков имеет локальный характер.



Вторичная сукцессия сибирского темно-хвойного леса (пихтово-кедровой тайги) после опустошительного лесного пожара: числа в прямоугольниках — колебания в длительности прохождения фаз вторичной сукцессии (в скобках указан срок их окончания). Биомасса и биологическая продуктивность показаны в произвольном масштабе (кривые отражают качественную и количественную стороны процесса)

Сукцессии любого масштаба и ранга характеризуются целым рядом **общих закономерностей**, многие из которых чрезвычайно важны для практической деятельности человека. В любой сукцессионной серии темпы происходящих изменений постепенно замедляются и

заканчиваются формированием устойчивой стадии - **климаксового сообщества**. С энергетических позиций **сукцессия** — такое неустойчивое состояние сообщества, которое характеризуется неравенством двух показателей: общей продуктивности и энергетических трат всей системы на поддержание обмена веществ.

В ходе сукцессии общая биомасса сообщества сначала возрастает, но затем темпы этого прироста снижаются, и на стадии климакса биомасса системы стабилизируется.

При изъятии избытка чистой продукции из экосистем, находящихся в начале сукцессионных рядов, уменьшается только скорость сукцессии. Вмешательство же в стабильные, климаксовые системы, с большой полнотой расходуя энергию на «свои» нужды, неминуемо вызывает нарушения сложившегося равновесия в этой экосистеме.

Пока нарушения не превышают восстановительной способности экосистемы (соблюдается принцип **ЛеШателье**), она может вернуться к исходному состоянию. Этим пользуются, например, при рациональном планировании рубок леса. Но если интенсивность воздействия выходит за рамки этих возможностей, то первоначально устойчивое, богатое видами сообщество постепенно деградирует, сменяясь другим.

Вырубка леса на локальных участках с оставлением части территории под коренными типами лесной растительности вызывает ускоренные сукцессии, исходные фитоценозы восстанавливаются за относительно короткий срок — несколько десятилетий.

Таким образом, сообщество не может одновременно сочетать два противоположных свойства: быть высокостабильным и давать большой выход чистой продукции, которую можно было бы изымать без вреда для самого сообщества.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ

Относительно длительное существование биоценоза на одном месте (сосновый или еловый лес, низинное болото) изменяет биотоп (место, на котором существует биоценоз) так, что он становится малопригодным для существования одних видов, но пригодным для внедрения или развития других. В результате в данном биотопе постепенно развивается другой биоценоз, более приспособленный к новым условиям среды. Такая многократная смена одних биоценозов другими называется сукцессией.

Сукцессия (от лат. *successio* — преемственность, наследование) — это постепенная, необратимая, направленная смена одних биоценозов другими на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействия человека.

Термин «сукцессия» впервые употребил французский ботаник Де Люк в 1806 г. для обозначения смен растительности. Это один из ключевых терминов современной экологии.

Примерами сукцессий являются постепенное зарастание сыпучих песков, каменистых россыпей, отмелей, заселение растительными и животными организмами заброшенных сельскохозяйственных земель (пашни), залежей, вырубок и др. Бывшие поля быстро покрываются разнообразными однолетними растениями. Сюда же попадают семена древесных пород: сосны, ели, березы, осины. Они легко и на большие расстояния разносятся ветром и животными. В слабозадерненной почве семена начинают прорастать. В наиболее благоприятном положении оказываются светлюбивые мелколиственные породы (береза, осина).

Классический пример сукцессии — зарастание озера или речной старицы и превращение ее сначала в болото, а затем, через длительный промежуток времени, в лесной биоценоз. Вначале водная гладь мелеет, затягивается со всех сторон сплавиной, на дно опускаются отмершие части растений. Постепенно зеркало воды затягивается травой. Этот процесс будет длиться несколько десятков лет, а затем на месте озера или старицы образуется верховое торфяное болото. Еще позже болото постепенно начнет зарастать древесной растительностью, скорее всего сосной. По прошествии какого-то периода времени процессы торфообразования на месте бывшего водоема приведут к созданию избыточного увлажнения и к гибели леса. Наконец, появится новое болото, но уже отличное от того, что было прежде.

Вместе с изменением растительности меняется и животный мир территории, подверженной сукцессии. Для старицы или озера типичны водные беспозвоночные, рыбы, водоплавающие птицы, земноводные, некоторые млекопитающие — ондатра, норки. Итог сукцессии — сфагновый сосняк. Теперь здесь обитают другие птицы и млекопитающие — глухарь, куропатка, лось, медведь, заяц.

Любое новое местообитание — обнажившийся песчаный берег реки, застывшая лава потухшего вулкана, лужа после дождя — сразу оказывается ареной заселения новыми видами. Характер развивающейся растительности зависит от свойств субстрата. Вновь поселившиеся организмы

постепенно изменяют среду обитания, например затевают поверхность или меняют ее влажность. Следствием такого изменения среды является развитие новых, устойчивых к ним видов и вытеснение предыдущих. С течением времени формируется новый биоценоз с заметно отличающимся от первоначального видовым составом (рис. 9).



Экологическая сукцессия на примере смен фитоценозов в южной тайге

Вначале изменения происходят быстро. Затем скорость сукцессии снижается. Всходы березы образуют густую поросль, которая затекает почву, и даже если вместе с березой прорастают семена ели, ее всходы, оказавшись в весьма неблагоприятных условиях, сильно отстают от березовых. Светолюбивая береза — серьезный конкурент для ели. К тому же специфические биологические особенности березы дают ей преимущества в росте. Березу называют «пионером леса», пионерной породой, так как она почти всегда первой поселяется на нарушенных землях и обладает широким диапазоном приспособляемости.

Березки в возрасте 2-3 лет могут достигать высоты 100-120 см, тогда как елочки в том же возрасте едва дотягивают до 10 см. Постепенно, к 8-10 годам, березы формируют устойчивое березовое насаждение высотой до 10-12 м. Под развивающимся пологом березы начинает подрастать и ель, образуя подрост разной степени густоты. Перемены происходят и в нижнем, травяно-кустарничковом ярусе. Постепенно, по мере смыкания кроны березы, светолюбивые виды, характерные для начальных стадий сукцессии, начинают исчезать и уступают место теневыносливым.

Изменения касаются и животного компонента биоценоза. На первых стадиях поселяются майские хрущи, березовая пяденица, затем многочисленные птицы — зяблик, славка, пеночка, мелкие млекопитающие — землеройка, крот, еж. Изменение условий освещения начинает благоприятно сказываться на молодых елочках, которые ускоряют свой рост. Если на ранних этапах сукцессии прирост елочек составлял 1-3 см в год, то попросту говоря 10-15 лет он достигает уже 40-60 см. Где-то к 50 годам ель догоняет березу в росте, и образуется смешанный елово-березовый древостой. Из животных появляются зайцы, лесные полевки и мыши, белки. Сукцессионные процессы заметны и среди птичьего населения: в таком лесу поселяются иволги, питающиеся гусеницами.

Смешанный елово-березовый лес постепенно сменяется еловым. Ель перегоняет в росте березу, создает значительную тень, и береза, не выдержав конкуренции, постепенно выпадает из древостоя.

Таким образом происходит сукцессия, при которой вначале березовый, а затем смешанный елово-березовый лес сменяется чистым ельником. Естественный процесс смены березняка ельником длится более 100 лет. Именно поэтому процесс сукцессии иногда называют вековой сменой.

Если развитие сообществ идет на вновь образовавшихся, ранее не заселенных местообитаниях (субстратах), где растительность отсутствовала — на песчаных дюнах, застывших потоках лавы, породах, обнажившихся в результате эрозии или отступления льдов, то такая сукцессия называется **первичной**.

В качестве примера первичной сукцессии можно привести процесс заселения вновь образованных песчаных дюн, где растительность прежде отсутствовала. Здесь вначале поселяются многолетние растения, способные переносить засушливые условия, например пырей ползучий. Он укореняется и размножается на зыбучем песке, укрепляет поверхность дюны и обогащает песок органическими веществами. Физические условия среды, находящейся в непосредственной близости от многолетних трав, изменяются. Вслед за многолетниками появляются однолетники. Их рост и развитие часто способствуют обогащению субстрата органическим материалом, так что постепенно создаются условия, подходящие для произрастания таких растений, как ива, толокнянка, чабрец. Эти растения предшествуют появлению проростков сосны, которые закрепляются здесь и, подрастая, через много поколений образуют сосновые леса на песчаных дюнах.

Если на определенной местности ранее существовала растительность, но по каким-либо причинам она была уничтожена, то ее естественное восстановление называется **вторичной** сукцессией. К таким сукцессиям может привести, например, частичное уничтожение леса болезнями, ураганом, извержением вулкана, землетрясением либо пожаром. Восстановление лесного биоценоза после таких катастрофических воздействий происходит в течение длительного времени.

Примером вторичной сукцессии является образование торфяного болота при зарастании озера. Изменение растительности на болоте начинается с того, что края водоема зарастают водными растениями. Влаголюбивые виды растений (камыш, тростник, осока) начинают разрастаться вблизи берегов сплошным ковром. Постепенно на поверхности воды создается более или менее плотный слой растительности. Отмершие остатки растений накапливаются на дне водоема. Из-за малого количества кислорода в застойных водах растения медленно разлагаются и постепенно превращаются в торф. Начинается формирование болотного биоценоза. Появляются сфагновые мхи, на сплошном ковре которых произрастают клюква, багульник, голубика. Здесь же могут поселиться сосенки, образуя редкую поросль. С течением времени формируется экосистема верхового болота.

Ни один вид растений или птиц не может процветать на протяжении всей сукцессии. По мере роста древесного животного населения в значительной степени меняет свой состав. Появляющиеся хищники и паразиты контролируют видовую структуру биоценоза. Поэтому последовательная и непрерывная смена видов во времени — характерная черта большинства сукцессионных процессов. В течение сукцессии биомасса живых организмов возрастает, а круговорот веществ увеличивается.

Большинство сукцессий, наблюдаемых в настоящее время, **антропогенные**, т.е. они происходят в результате воздействия человека на природные экосистемы. Это выпас скота, рубка лесов, возникновение очагов возгорания, распашка земель, затопление почв, опустынивание и т.п.

II. Проведение рефератного (предпроектного) тура

Вторым по порядку проведения муниципального этапа Олимпиады является реферативный тур, цель которого – определение готовности учащихся к самостоятельному планированию экологического исследования, которое отражает исследовательскую компетентность учащихся. На этом туре оценивается умение учащихся применить экологические знания на практике – при планировании исследования, основу которого составляет разработка научного аппарата, включающего тему, цель, задачи, гипотезу, и моделирование возможных результатов изучения экологических объектов, которые задаются в предлагаемых учащимся ситуациях.

Под практической подготовленностью участников Олимпиады следует понимать умение, выбрав для изучения экологический объект, заранее намечать тему, определять цель, ставить задачи, формулировать гипотезу, подбирать методы и строить схему предстоящего эксперимента и/или наблюдения. Совокупность всех перечисленных компонентов исследования (тема, цель, гипотеза, задачи и т.д.) называют научным аппаратом исследования. Поэтому конкурсное задание практического тура построено так, чтобы оценить уровень исследовательской компетентности, которая проявляется в умении планировать исследование, разрабатывая его научный аппарат и прогнозируя его результаты.

Для успешного участия реферативного тура учащиеся, помимо опыта планирования исследовательской деятельности, должны иметь ясное представление о содержании, объёме и связях понятий, составляющих понятийный аппарат основных разделов экологии: общей, прикладной и социальной.

Суть **реферативного тура** состоит в публичном представлении в форме сообщения подготовленного заранее реферата, который должен включать: описание конкретной ситуации, содержащей актуальную экологическую проблему; анализ экологической проблемы; конкретные и обоснованные рекомендации по её решению; источники информации, использованные при работе над рефератом. Работая над рефератом, учащиеся разрабатывают (моделируют) научный аппарат исследования, которое могло бы, по мнению конкурсантов, стать источником информации, недостающей для решения представляемой в реферате проблемы.

Пример бланка для моделирования научного исследования представленной в реферате проблемной ситуации

Научный аппарат исследования	заполняется жюри
-------------------------------------	-----------------------------

№	компоненты исследования	содержание компонентов исследования	оценка	
			балл	шкала
1	Тема			0-1-2
2	Цель			0-1-2
3	Объект и изучаемое свойство (предмет)			0-1-2
4	Актуальность			0-1-2
5	Задачи			0-1-2
6	Гипотеза			0-1-2
7	Методика	Кратко опишите способы (методы) получения опытной информации об объекте, свойства которого Вы планируете исследовать, по такой схеме: № → название метода → какое свойство и как изучается → получаемые данные (размерность)		0-1-2

Оборотная сторона бланка

8	Оборудование и материалы	Кратко опишите оборудование и материалы (реактивы), необходимые для проведения планируемого Вами исследования, по схеме: № → название → назначение (для чего) → способ применения (как)		0-1-2
9	Схема опыта (эксперимента и/или наблюдения)	Для построения схемы используйте прямоугольники, в которых напишите суть этапов планируемого опыта, а стрелками покажите их взаимосвязь		0-1-2
10	Статистическая обработка	Кратко объясните смысл стат. обработки опытных данных		0-1-2
11	Наглядное представление опытных данных	Представьте в виде диаграммы, графика или гистограммы данные, которые Вы могли бы получить в ходе исследования с применением указанных Вами методов. Наглядно представьте две возможных версии результатов опыта:		0-1-2

а) выдвинутая гипотеза справедлива		б) выдвинутая гипотеза ошибочна	
Условные обозначения и комментарии			
		0-1-2	
12	Выводы	Сформулируйте выводы, допуская, что выдвинутая Вами гипотеза справедлива	
1			
		0-1-2	
ЖЮРИ (Ф.И.О., подпись):		ВСЕГО	

Каждый компонент научного аппарата имеет своё назначение.

Тема исследования – это свёрнутое (сокращённое) описание изучаемого свойства объекта или явления.

Например: «Зависимость заболеваемости органов дыхания от концентрации вредных веществ в воздухе». **Объект** – «органы дыхания» или, как возможный, но менее предпочтительный вариант, «заболеваемость органов дыхания». **Изучаемое свойство** объекта (предмет исследования) – «реакция органов дыхания на содержащиеся в воздухе вредные вещества».

Актуальность – важный элемент любого исследования, показывающий важность, значимость (социальную и/или личную) изучения именно этого экологического объекта или явления для фундаментальной науки или для решения вполне конкретных экологических проблем. Для обоснования значимости исследования используются ссылки на работы или высказывания известных в обществе людей – учёных, политических деятелей, педагогов и др.

Цель исследования – это свёрнутое (сокращённое, сжатое) описание предполагаемого (планируемого) результата изучения экологического объекта (явления) и обобщённое описание направленной на объект деятельности (получение новой информации об объекте, изменение свойств объекта, передача информации об объекте заинтересованной общественности).

Например: «Выявить зависимость уровня заболеваемости дыхательных путей от количества вредных веществ, содержащихся в воздухе и предложить систему мер, направленных на снижение уровня заболеваемости».

Задачи исследования – это краткое описание действий, которые необходимо выполнить для достижения, намеченного в цели результата.

Например: «1. Выявить вредные вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей. 2. Рассчитать концентрацию вредных веществ во вдыхаемом воздухе, опираясь на количество вредных веществ, выбрасываемых одним, «усреднённым» автомобилем, и среднюю интенсивность движения. 3. Установить влияние на органы дыхания человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей. 4. Выявить связь заболеваемости органов дыхания от количества, содержащихся в воздухе вредных веществ».

Цели и задачи должны быть сформулированы чётко, лаконично, конкретно и понятно. Число задач зависит от содержания моделируемого исследования и, как правило, не превышает пять.

Гипотеза – предположение о причинно-следственной связи между изучаемым в исследовании свойством экологического объекта и определёнными факторами среды. В гипотезе раскрывает возможный характер связи (отношения) между объектом и фактором среды. Гипотеза определяет подход к изучению объекта и проверяется опытным путём в ходе исследования. Гипотеза выражается формулой, включающей две части: «Если [далее следует описание фактора и/или состояния объекта], то [далее следует описание характера связи между объектом и фактором]».

Например: «Если концентрация вредных веществ, источником которых являются выхлопные газы, в атмосферном воздухе увеличится, то количество и степень тяжести заболеваний органов дыхания возрастёт».

Выводы в сжатом виде описывают основные результаты исследования. Количество выводов должно примерно соответствовать количеству задач исследования и показывать результаты их выполнения. Выводы должны быть краткими, чёткими, лаконичными, конкретными и соответствовать цели и задачам исследования.

III. Методические рекомендации «Правила оформления исследовательской работы»

1. Титульный лист.

Является первой страницей рукописи и оформляется по определённым правилам.

В верхнем поле указывается полное наименование учебного заведения.

В среднем поле указывается тема исследования, которая не заключается в кавычки и само слово «тема» не пишется.

Ниже указывается вид работы.

В правом углу листа указывается Ф.И.О. учащегося, класс в котором он учится. После этих данных указывается Ф.И.О. и должность руководителя работы.

В нижнем поле указывается город и год выполнения работы.

2. Оглавление.

Приводятся все заголовки работы с указанием страниц.

3. Введение.

4. Основной текст.

5. Заключение.

6. Список используемой литературы.

3. Проблема исследования.

Для того, чтобы начать исследование, надо найти проблему, которую можно исследовать и которую хотелось бы разрешить. Она и подскажет как сформулировать тему исследования. Древнегреческое слово проблема переводится как задача, преграда, трудность. Умение увидеть проблему ценится выше, чем способность её доказать. Главная задача любого исследователя – найти что – то необычное в обычном, увидеть сложности и противоречия там, где другим всё кажется привычным, ясным и простым. Самый простой способ развить у себя умение видеть проблемы – учиться смотреть на одни и те же предметы с разных точек зрения.

4. Тема исследования.

Выбрать тему несложно, если точно знаешь, что тебя интересует в данный момент, какая проблема волнует больше других.

Все темы можно условно объединить в три группы:

*фантастические – темы о несуществующих, фантастических объектах и явлениях;

*экспериментальные – темы предполагающие проведение собственных наблюдений и экспериментов.

*теоретические – темы по изучению и обобщению сведений, фактов, материалов, содержащихся в разных теоретических источниках.

5. Структура содержания исследовательской работы.

В исследовательской работе выделяют три основных раздела:

*введение;

* основная часть;

* заключение.

Во введение необходимо обосновать **актуальность** проблемы исследования. На основании актуальности нужно определить объект и предмет исследования.

Объект исследования – это процесс, явление и т.п., которое исследуется.

Предмет исследования – часть объекта, которую можно преобразовать так, чтобы объект изменился.

Исходя, из объекта и предмета формулируется цель исследования, на основании цели определяются задачи.

Цель исследования обычно формулируется кратко, а затем детализируется в задачах. При формулировании цели могут использоваться глаголы – доказать, обосновать, разработать. Последний глагол следует использовать в том, случае, если конечный продукт исследования получит

материальное воплощение (видеофильм, модель или макет чего – либо, компьютерная программа и т.д.)

Определить цель исследования – значит ответить на вопрос о том, зачем мы его проводим.

Задачи исследования. При формулировании **задач** целесообразно применять глаголы – проанализировать, описать, выявить, определить, установить. Задач исследования не должно быть много. Задачи определяют методы и методики, т.е. те приёмы и способы, которыми пользуется исследователь.

Задачи исследования обычно уточняют его цель. Если цель указывает общее направление исследовательской деятельности, то задачи описывают основные шаги исследователя.

Методы исследования. Методы научного познания – анализ, синтез, измерение, сравнение, эксперимент, моделирование, абстрагирование.

Специальные методы – статистический и термодинамический метод, спектральный анализ (физика, химия), тестирование, анкетирование, интервью (гуманитарные науки), методы интервалов и математической индукции (математика).

Гипотеза исследования. Гипотеза – это предположение, ещё не доказанная логически и не подтверждённая опытом догадка. Слово «гипотеза» происходит от древнегреческого – основание, предположение, суждение о закономерной связи явлений. Обычно гипотезы начинаются со слов – предположим, допустим, возможно, если..., то...

В результате исследования гипотеза подтверждается или опровергается. В случае своего подтверждения гипотеза превращается в теорию, а если её опровергнуть, то гипотеза превращается в ложное предположение.

Основная часть исследования содержит обзор источников по проблеме исследования, описание его этапов и процесса.

Основной текст может сопровождаться иллюстративным материалом: рисунками, фотографиями, диаграммами, схемами, таблицами. Если в основной части содержатся цитаты или ссылки на высказывания деятелей науки и культуры, необходимо указать номер источника по списку и страницу в квадратных скобках в конце цитаты или ссылки.

Чтобы не перегружать основную часть работы самый интересный первичный материал (рабочие данные) может выноситься в **приложения**.

В заключении исследовательской работы автор перечисляет результаты, полученные в ходе исследования, и формулирует выводы. Причём результаты должны находиться в логической связи с задачами исследования, а выводы – с целью. Например, если задачи исследования сформулированы словами – проанализировать, описать, выявить, определить, установить, то результаты приводятся в следующей форме – «В ходе данного исследования был проведён анализ..., выявлено..., определено..., установлено...».

Выводы, согласуясь с целью исследования, формулируются приблизительно в такой форме – «На основании результатов данного исследования доказано...(обосновано, разработано)».

Таким образом, всё вышеизложенное позволяет выявить логическую взаимосвязь и взаимообусловленность цели, задач, результатов и вывода.

Оформление исследовательской работы

Определение темы	При определении темы необходимо учитывать ее актуальность в научном и историческом плане, наличие источников и литературы. Тема должна предоставить возможность проявить себя в качестве исследователя. Важное значение при выборе темы проекта или исследования имеет освещенность ее в литературе.	
Структура работы	<ul style="list-style-type: none">• <i>Примерный объем работы</i> - 15-20 страниц, иллюстративный материал - до 10 страниц.• Основные элементы проекта или исследования: титульный лист, оглавление, введение, главы основной части, заключение,	

	<p>список использованных источников, приложения.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Оформление структурных частей работы.</i> Текстовые документы выполняются на белой бумаге формата А 4, соблюдая следующие размеры полей: левое – 30 мм<, правое – 10 мм, нижнее – 20 мм, верхнее - 15 мм на одной стороне листа.>. Текст печатается через 1,5 межстрочных интервала. Рекомендуемый шрифт размером 12 или 13 пунктов. • <i>Нумерация страниц, разделов, подразделов, пунктов и подпунктов</i> осуществляется арабскими цифрами без знака №. Страницы работы следует нумеровать, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в нижнем поле листа в правом углу без слова страница (стр., с) и знаков препинания. • Титульный лист и листы, на которых располагают заголовки структурных частей работ «ОГЛАВЛЕНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ», не нумеруют, но включают в общую нумерацию работы. 	
	<p>Титульный лист</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Титульный лист является первой организацией работы и заполняется по строго определенным правилам. • В верхнем поле титульного листа указывается полное наименование учебного заведения. В среднем поле дается заглавие работы, которое проводится без слова "тема". Заглавие работы должно быть по возможности кратким, точным, и соответствовать ее основному содержанию. • Далее указывается фамилия, имя, отчество исследователя (в именительном падеже), класс. • Ближе к правому краю титульного листа, указываются фамилия и инициалы твоего научного руководителя, а так же его ученое звание и ученая степень. • В нижнем поле указываются место выполнения работы и год ее написания (без слова "год"). Точка в конце названия не ставится.

	<p>План (Оглавление)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • При разработке плана следует выделить два главных этапа: составление предварительного и окончательного плана. Предварительный план - это замысел работы и общее знакомство с основными источниками и литературой. Окончательный план согласовывается с научным руководителем. • В плане (оглавлении) приводятся все заголовки и подзаголовки работы, указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки в плане (оглавлении), должны точно повторять заголовки в тексте.
<p>Введение</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Введение</i> - визитная карточка работы. В нем дается обоснование темы, ее актуальность, определяются цели и задачи исследования, методы, приводится характеристика источников и обзор имеющейся литературы. Обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач; формулируется объект и предмет исследования, сообщается, в чем заключается теоретическая значимость и прикладная ценность полученных результатов, приводится характеристика источников для написания работы и краткий обзор имеющейся по данной теме литературы (степень изученности проблемы). • <i>Актуальность</i> - обязательное требование к любой исследовательской работе, раскрывающее умение автора выбрать тему. Оно определяет, насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения современности и социальной значимости; характеризует его зрелость. Освещение актуальности должно быть немногословным. <p><i>Краткий обзор литературы</i> должен привести к выводу, что именно данная тема (твоя) еще не раскрыта (или раскрыта лишь частично, или не в этом аспекте) и потому нуждается в дальнейшей разработке. Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство исследователя со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы.</p>	

	<p><i>Формулировка цели</i> предпринимаемого исследования дается в форме перечисления (изучить..., описать..., установить..., выявить..., проанализировать..., сравнить..., вывести формулу ... и пр.).</p> <p><i>Формулировка задач</i> необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав основной части твоей научной работы. Это важно также и потому, что заголовки таких глав рождаются именно из формулировок задач предпринимаемого исследования.</p> <p><i>Формулировка объекта</i> - это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.</p> <p><i>Формулировка предмета</i> - это то, что находится в границах объекта. Объект и предмет исследования категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В объекте выделяется та его часть, которая служит предметом исследования. Именно на него и направляй свое основное внимание, именно предмет исследования определяет тему твоей исследовательской работы, которая обозначается на титульном листе как ее заглавие.</p> <p><i>Методы исследования</i> указываются обязательно, так как они служат инструментом в добывании фактического материала для достижения поставленной в твоей работе цели. Методы как путь исследования представляют совокупность приемов и операций практического или теоретического познания действительности. Существуют следующие методы исследования: методы исследования социолингвистики (наблюдение, анкетирование, интервьюирование, эксперимент), методы сравнения, аналогии и моделирования; математические методы обработки и представления полученных данных.</p>	
<p>Основная структурная часть работы</p>	<p>Основная структурная часть работы - главы.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Глав должно быть не менее двух. • Каждая глава должна освещать самостоятельный вопрос изучаемой темы, а если глава разделена на разделы, то каждый раздел - отдельную часть этого вопроса. • При написании следует добиваться сохранения логической связи между главами, последовательность перехода от одного раздела к другому внутри глав, от одной главы к другой. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Формулировка тем, глав, разделов должна быть конкретной и немногословной. • Содержание глав и разделов должно соответствовать названиям, быть обоснованным. • Главы должны быть равными между собой. • Главы и разделы нужно завершать выводами, хотя бы краткими. • Заголовки структурных частей работ и заголовки разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и писать (печатать) прописными буквами, не подчёркивая. • Заголовки подразделов и пунктов печатаются строчными буквами (первая – прописная) с абзаца и без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются. • Расстояние между заголовками и текстом при выполнении работы 3-4 межстрочных интервала, расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 межстрочных интервала. • Каждую структурную часть работы и заголовки разделов основной части необходимо начинать с новой страницы. • Разделы нумеруют по порядку в пределах всего текста, например: 1, 2, 3, и т.д. Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела и подраздела. Номер пункта включает номер подраздела или пункта, разделённые точкой, например: 1.1, 1.2 или 1.1.1., 1.1.2. и т.д. • Если раздел или подраздел имеет только один пункт или подпункт, то нумеровать пункт (подпункт) не следует. • После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте работы ставится точка. 	
<p>Заключение</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Заключение состоит из 2-3 страниц. • В заключении делают выводы по работе в целом, подводятся итоги всему исследованию, намечаются, если нужно, перспективы дальнейшего изучения проблемы, показывается ее связь с современностью, предлагаются практические рекомендации. 	
<p>Приложение</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы, помещают в приложении. • Это могут быть копии подлинных документов, выдержки из отчетных материалов. По форме - текст, таблицы, графики, карты и пр. • Каждое приложение должно начинаться с 	

	<p>нового листа (страницы), например, "Приложение 1", "Приложение 2" и т.д. связь основного текста с приложением осуществляется через ссылки, которые употребляются со словом "смотри".</p>	
<p>Список используемых источников и литературы</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в рукописи исследования. • Если делаются ссылки на какие-либо заимствованные факты или цитируются работы других авторов, то обязательно указываются в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы (автор, название работы, место и год издания, № страницы). • <i>Основными способами группировки использованных источников являются:</i> алфавитная, последовательная, комбинированная (универсальная). • <i>Алфавитная группировка</i> предполагает расположение источников в алфавитном порядке фамилий их авторов либо заглавий (в тех случаях, когда точные сведения об авторах отсутствуют или их число – свыше четырёх). В алфавитном списке литературы не рекомендуется смешивать несколько алфавитов: вначале списка перечисляются источники на языке письменной работы, затем – все остальные. • <i>Последовательная группировка</i> предусматривает расположение источников в порядке упоминания по тексту всей письменной работы или в составе её отдельных частей. <p><i>Комбинированная (универсальная) группировка</i> почти оптимальна для многих письменных работ. В соответствии с ней источники рекомендуется формировать следующим образом:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нормативно-правовые акты органов центральной власти – в хронологической или алфавитной последовательности; 2) нормативно-правовые акты субъектов и местных органов самоуправления – в хронологической или алфавитной последовательности; 3) ведомственные нормативно-правовые акты – в последовательности по подчинённости; 4) официальная статистическая информация – общая и по разделам (отраслям экономики); 5) документы и материалы государственных архивных учреждений – в хронологической последовательности; 6) книги и статьи на русском языке (языке письменной работы) – в алфавитной 	

	последовательности фамилий авторов; 7) книги и статьи на иностранных языках – в алфавитной последовательности (для каждого алфавита).	
--	--	--

IV. Защита результатов исследования

- На выступление отводится не более 5-7 минут.
- Доклад можно разделить на 3 части, состоящие из отдельных, но связанных между собой блоков:

Первая часть кратко повторяет введение исследовательской работы. Здесь обосновывается актуальность выбранной темы, описывается научная проблема, формулируются задачи исследования и указываются его основные методы.

Очень важно правильно настроить слушателей с самого начала вашего выступления. Существует несколько способов привлечения внимания аудитории. Вы можете начать выступление с приведения примера, интересной цитаты, образного сравнения предмета выступления с конкретным явлением, с истории, случая, задания оригинального вопроса.

Во второй части, самой большой по объёму, вам нужно представить содержание глав. Особое внимание должно быть обращено на итоги проведённого исследования, на личный вклад в него автора. Необходимо подчеркнуть, в чём состоит новизна предлагаемой вами работы. При изложении основных результатов можно использовать заранее подготовленные схемы, чертежи, графики, таблицы, видеоролики, слайды, видеофильмы. Демонстрируемые материалы не должны перегружать выступление и должны быть видны всем присутствующим в аудитории.

В третьей части целесообразно кратко изложить основные выводы по результатам исследования, не повторяя тех выводов, которые уже были сделаны в ходе изложения содержания по главам.

Постарайтесь в заключении создать кульминацию выступления, предложите слушателям поразмышлять над проблемой, покажите возможные варианты дальнейших исследований, используйте цитату по теме реферата известного учёного.

Краткий обзор литературы по рассматриваемому вопросу позволяет считать задачу создания управляемого статического компенсатора реактивной мощности вполне актуальной. В связи с такой постановкой вопроса рассмотрение работы преобразовательных схем с одноступенчатой искусственной коммутацией в режиме преобразователя-компенсатора представляет несомненный интерес. Таким образом, *краткий обзор литературы* позволяет сделать вывод о том, что исследователи добились определенных успехов в постановке и разработке проблем социалистического соревнования.

Список используемой литературы:

1. Чернова.Н.М. Экология. 10-11классы: учебник/ Н.М.Чернова, В.М.Галушин, В.М.Константинов; под.ред. Н.М.Черновой.-7-е изд., стереотип.- М.: Дрофа, 2019.-301, /3/с.: ил. – (Российский учебник).
2. Криксунов Е.А. и др. Экология: 9 класс: Учеб. для общеобразоват. заведений / Е.А.Криксунов, В.В.Пасечник, А.П.Сидорин.- М.: Дрофа, 1995.- 240с.: ил.
3. Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. – М.: Вентана – Граф, 2007, - 384с – (Библиотека элективных курсов).
4. Швец И.М. Биосфера и человечество: 9 класс: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / И.М.Швец, Н.А.Добротина. – 2-е изд., испр. – М.: Вентана-Граф, 2010.- 144с.: ил.
5. Федорова М.З. Экология человека: культура здоровья: 8 класс: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / М.З.Федорова, В.С.Кучменко, Г.А.Воронина.- М.: Вентана-Граф, 2018.- 144с.: ил.- (Российский учебник).
6. БыловаА.М., Шорина Н.И. Экология растений: 6 класс: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / под ред. д-ра биол. наук проф. Н.М.Черновой.- М.: Вентана-Граф, 2008.- 192.: ил.
7. Экология животных: 7 класс: учебное пособие для учащихся общеобразовательных организаций/ В.Г.Бабенко, Д.В.Богомолов, С.П.Шаталова, А.О.Шубин; под ред. В.Г.Бабенко, - 2-е изд., перераб.и доп.- М.: Вентана-Граф, 2018.- 240с: ил.- (Российский учебник).
8. <https://refdb.ru/look/3875442-p3.html>

У. Приложения.

1.Основные законы и правила экологии

1. закон минимума Ю. Либиха: жизненные возможности организмов и экосистем определяются экологическими факторами, количество и качество которых близки к необходимому минимуму;

2. закон толерантности, или выносливости, В. Шелфорда: лимитирующим фактором процветания организмов (видов) может быть и максимум экологического воздействия. Диапазон между минимумом и максимумом экологического фактора определяет выносливость (толерантность) организмов к нему;

3. закон внутреннего динамического равновесия: вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем в их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из них вызывает сопутствующие функционально- структурные количественные и качественные перемены, где происходят такие преобразования;

4. закон константности количества живого вещества биосферы В.И. Вернадского: для данного геологического периода количество живого вещества биосферы - постоянная величина;

5. закон пирамиды энергии Р. Линдемана, или правило 10 %: с одного трофического уровня на другой в среднем переходит 10 % энергии;

6. закон 1 %: изменение энергетики природной системы в среднем на 1 % выводит экосистему из состояния равновесия;

7. закон максимума биогенной энергии Вернадского- Бауэра: биосистемы, находясь в состоянии динамического равновесия с окружающей средой и эволюционно развиваясь, увеличивают воздействие на среду;

8. закон необратимости эволюции Л. Полло: любой организм, популяция, вид не могут вернуться к состоянию предков;

9. закон сукцессионного замедления: в зрелых стабильно- равновесных экосистемах процессы замедляются;

10. закон равнозначности всех условий жизни: все природные условия среды, необходимые для жизни, равнозначны;

11. закон последовательности прохождения фаз развития: каждая природная экосистема проходит определенные эволюционные фазы от простой к сложной;

12. закон физико- химического единства живого вещества В.И. Вернадского: на нашей планете все живое вещество в физико- химическом отношении едино;

13. закон необходимого разнообразия: экосистемы не могут сформироваться из абсолютно одинаковых элементов;

14. правило замещения экологических условий В.В. Алехина: в определенной степени любое условие среды может быть замещено другим;

15. принцип неполноты (неопределенности) информации: информация, необходимая для проведения различных мероприятий по преобразованию природы, недостаточна для априорного суждения о результатах в связи со сложностью и своеобразием экосистем и непредвиденностью некоторых цепных реакций;

16. Законы экологии Б. Коммонера (1974 г.):

Ø все связано со всем – отражает существование сложнейшей сети взаимодействий в экосистеме. Он предостерегает человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям.

Ø все должно куда-то деваться– вытекает из закона сохранения материи. Он позволяет по-новому рассматривать проблему отходов материального производства.

Ø природа «знает» лучше– призывает к тщательному изучению естественных био- и экосистем, сознательному отношению к преобразующей деятельности.

«Ничто не дается даром» - объединяет три закона, потому что биосфера как глобальная экосистема представляет собой единое целое, в которой ничего не может быть выиграно или потеряно; все, что было извлечено из нее человеком, должно быть возмещено.

17. правило Бергмана – при продвижении на север средние размеры тела в популяциях эндотермных животных увеличиваются;

18. правило Вант - Гоффа – при оптимальных температурах у всех организмов физиологические процессы протекают наиболее интенсивно, что способствует увеличению темпов их роста;

19. правило Глогера – окраска животных в холодном и сухом климате сравнительно светлее, чем в теплом и влажном;

20. правило Тинеманна – сохранение и расселение видов растений ограничивает устойчивость к неблагоприятным абиотическим воздействиям репродуктивных органов и незащищенных молодых растений.

21. правило пирамиды биомасс: суммарная масса растений превышает массу всех травоядных, а их масса превышает всю биомассу хищников.

2. Словарь экологических терминов

А

Абиотические факторы — воздействие на организм компонентов неживой природы.

Автотрофы — организмы, использующие в качестве источника углерода углекислый газ, то есть организмы, способные создавать органические вещества из неорганических — углекислого газа, воды, минеральных солей (растения и некоторые бактерии). К ним относятся фототрофы и хемотрофы. Ср. Гетеротрофы.

Агрэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы, агроценозы) — искусственные экосистемы, возникающие в результате сельскохозяйственной деятельности человека (пашни, сенокосы, пастбища).

Адаптации морфологические — изменения в строении организмов. Например, видоизменение листа у растений пустынь.

Адаптации физиологические — изменения в физиологии организмов. Например, способность верблюда обеспечивать организм влагой путем окисления запасов жира.

Адаптации этологические — изменения в поведении организмов. Например, сезонные миграции млекопитающих и птиц, впадение в спячку в зимний период.

Адаптация — приспособление к среде обитания, выработавшееся у организмов в процессе эволюции.

Аллелопатия (антибиоз) — частный случай аменсализма, при котором во внешнюю среду выделяются продукты жизнедеятельности одного организма, отравляя ее и делая непригодной для жизни другого. Распространена у растений, грибов, бактерий.

Аллергены — факторы, способные вызывать аллергию. Аллергенами могут быть болезнетворные и неболезнетворные микробы, домашняя пыль, шерсть животных, пыльца растений, лекарственные препараты, бензин, хлорамин, мясо, овощи, фрукты, ягоды и т.д.

Аллергия — извращенная чувствительность или реактивность организма к тому или иному веществу, так называемому аллергену.

Аменсализм — взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких отрицательных влияний со стороны подавляемого. Например, ель и растения нижнего яруса.

Анаэробы облигатные — организмы, неспособные жить в кислородной среде (некоторые бактерии). Ср. аэробы.

Анаэробы факультативные — организмы, способные жить как в присутствии кислорода, так и без него (некоторые бактерии и грибы). Ср. аэробы.

Антибиоз — см. Аллелопатия.

Антропогенез — происхождение человека, становление его как вида.

Антропогенные факторы — воздействие на организм человеческой деятельности.

Антропогенный круговорот (обмен) веществ — круговорот (обмен) веществ, движущей силой которого является деятельность человека. По причине незамкнутости антропогенного круговорота его часто называют обменом.

Антропосфера — сфера Земли, где живет и куда временно проникает (с помощью спутников и т.п.) человечество. Понятие «антропосфера» употребляют для характеристики пространственного положения человечества и его хозяйственной деятельности.

Антропоцентризм — тип общественного сознания, основывающийся на представлениях о «человеческой исключительности», противопоставлении человека природе. Ср. Экоцентризм.

Апвеллинг — подъем холодных вод с глубины океана, когда ветры перемещают воду от крутого материкового склона, а взамен ей из глубины поднимается вода, обогащенная биогенными элементами. Ср. Аутвеллинг.

Ареал — пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности.

Атмосфера — сплошная воздушная оболочка Земли, состоящая из смеси газов, водяных паров и пылевидных частиц.

Аутвеллинг — привнос биогенных элементов с суши в прибрежные водоемы, представляющие собой экотоны между пресноводными и морскими экосистемами (эстуарии, лиманы, устья рек, прибрежные бухты и т.д.). Ср. Апвеллинг.

Аутэкология (экология особей, факториальная экология) — раздел экологии, изучающий взаимоотношения особей (организма) с окружающей средой.

Ацидофилы — растения, обитающие на почвах с $pH < 6,7$.

Аэробы — организмы, способные жить только в кислородной среде (животные, растения, некоторые бактерии и грибы).

Б

Базифилы — растения, обитающие на почвах с $pH > 7,0$.

Бенталь — дно океана или моря как среда обитания донных организмов — бентоса. Ср. Пелагиаль.

Бентос — организмы, живущие на дне и в грунте (прикрепленные водоросли и высшие растения, ракообразные, моллюски, морские звезды и др.). Выделяют фитобентос и зообентос. Ср. Планктон.

Биогенное вещество — неживые тела, образующиеся в результате жизнедеятельности живых организмов (некоторые осадочные породы: известняки, мел и др., а также нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы и др.).

Биогенные элементы — химические элементы, которые входят в состав живых организмов и при этом выполняют биологические функции.

Биогеохимический круговорот (биогеохимические циклы) — часть биологического круговорота, составленная обменными циклами воды, углерода, азота, кислорода, фосфора, серы и других биогенных элементов.

Биогеоценоз — однородный участок земной поверхности с определенным составом живых (биоценоз) и косных (биотоп) компонентов, объединенных обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Биоиндикаторы — живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить об изменении в окружающей среде.

Биоиндикация — обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ.

Биокосное вещество — биокосные тела, представляющие собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почвы, илы, кора выветривания и др.).

Биологическая продукция (продуктивность) — прирост биомассы в экосистеме, созданной за единицу времени. Она делится на первичную и вторичную продукцию.

Биологические ритмы — периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений. Например, ритмичность в делении клеток, синтезе ДНК и РНК, секреции гормонов, суточное движение листьев и лепестков в сторону Солнца, осенние листопады, сезонное одревеснение зимующих побегов, сезонные миграции птиц и млекопитающих и т.д.

Биологические часы организма — эндогенные биологические ритмы, дающие организму возможность ориентироваться во времени и заранее готовиться к предстоящим изменениям среды.

Биологический (биотический) круговорот — круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность живых организмов. Главным источником энергии круговорота является солнечная радиация, которая порождает фотосинтез.

Биом — совокупность различных групп организмов и среды их обитания в определенной ландшафтно-географической зоне (например, в тундре, тайге, степи и т.д.).

Биомасса — масса организмов определенной группы (продуцентов, консументов, редуцентов) или сообщества в целом.

Биосфера — оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.

Биосферные заповедники — составные части ряда государственных природных заповедников, использующиеся для фонового мониторинга биосферных процессов.

Биота — исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения. Например, биота тундры, почвенная биота и т.д.

Биотические факторы — воздействие на организм других живых организмов.

Биотоп — определенная территория со свойственными ей абиотическими факторами среды обитания (климат, почва).

Биотрофы — гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи другие живые организмы. К ним относятся зоофаги и фитофаги. Ср. Сапротрофы.

Биоценоз — совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории.

В

Валовая первичная продукция — общая биомасса, созданная растениями в ходе фотосинтеза. Часть ее расходуется на поддержание жизнедеятельности растений — траты на дыхание (40–70%). Оставшаяся часть называется чистой первичной продукцией.

«Взрыв» демографический — резкое увеличение народонаселения, в результате снижения смертности на фоне высокой рождаемости. Его причины связаны с изменением социально-экономических или общеэкологических условий жизни (включая уровень здравоохранения).

Вид биологический — совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область (ареал).

Видовая структура биоценоза — число видов, образующих данный биоценоз, и соотношение их численности или массы.

Видовое разнообразие биоценоза — число видов в данном сообществе.

Викарирующие (замещающие) виды — сходные по экологии, но не родственные виды, способные занимать одни и те же экологические ниши.

Виоленты (силовики) — виды, подавляющие всех конкурентов (например, деревья, образующие коренные леса).

Возобновимые природные ресурсы — исчерпаемые природные ресурсы, которые по мере использования постоянно восстанавливаются (животный мир, растительность, почва).

Возрастная структура (возрастной состав) популяции — соотношение в популяции особей разных возрастных групп.

«Вторая природа» — изменения природной среды, искусственно вызванные людьми и характеризующиеся отсутствием самоподдержания, то есть постепенно разрушающиеся без поддерживающего влияния человека (пашни, лесопосадки, искусственные водоемы и др.). Ср. «Третья природа».

Вторичная продукция — биомасса, созданная за единицу времени консументами.

«Второстепенные» виды — малочисленные и редкие в биоценозе виды.

Выживаемость — абсолютное число особей (или процент от исходного числа особей), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени.

Высотная поясность — закономерная смена природной среды с подъемом в горы от их подножия до вершин.

Г

Галофилы — животные засоленных почв.

Галофиты — растения засоленных почв.

Гелиофиты облигатные (светолюбивые) растения — растения, обитающие в условиях хорошего освещения.

Гелиофиты факультативные (теневыносливые) растения — растения, способные обитать как в условиях хорошего освещения, так и в условиях затенения.

Гелофиты — разновидность гидрофитов — растения, обитающие на болотах и заболоченных лугах.

Гемикриптофиты — растения, почки возобновления которых находятся на уровне поверхности почвы, или в самом поверхностном ее слое, часто покрытом подстилкой (большинство многолетних трав).

Генетическая структура популяции — соотношение в популяции различных генотипов и аллелей.

Генофонд — совокупность генов всех особей популяции.

Геобионты — животные, постоянно обитающие в почве, весь цикл развития которых протекает в почвенной среде.

Геоксены — животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища.

Геологический круговорот — круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы.

Геофилы — животные, часть цикла развития которых (чаще одна из фаз) обязательно проходит в почве.

Геофиты — разновидность криптофитов. См. Криптофиты.

Гетеротермные организмы — группа гомойотермных организмов, у которых периоды сохранения постоянно высокой температуры тела сменяются периодами ее понижения при впадении в спячку в неблагоприятный период года (суслики, сурки, ежи, летучие мыши и др.).

Гетеротрофы — организмы, использующие в качестве источника углерода органические соединения, то есть организмы, питающиеся готовым органическим веществом (животные, грибы и большинство бактерий). Ср. Автотрофы.

Гигрофилы — влаголюбивые организмы.

Гигрофиты — растения влажных местообитаний, не переносящие водного дефицита. К ним, в частности, относятся водные растения — гидрофиты и гидатофиты.

Гидатофиты — водные растения, целиком или большей своей частью погруженные в воду (например, рдест, кувшинка). См. Гигрофиты.

Гидросфера — прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и литосферой и включающая в себя все океаны, моря, озера, реки, а также подземные воды, льды, снега полярных и высокогорных районов.

Гидрофиты — водные растения, прикрепленные к грунту и погруженные в воду только нижними частями (например, тростник). См. Гигрофиты.

Гильдии — группы видов в сообществе, обладающие сходными функциями и нишами одинакового размера, то есть роль которых в сообществе одинакова или сравнима (например, лианы тропического леса представлены многими видами растений).

Глобальное моделирование — прогнозирование будущего всего мира на основе математических моделей и вычислительной техники.

Гомеостаз — динамическое равновесие процессов, протекающих в организме, популяции, биоценозе, экосистеме.

Гомойотермные организмы — организмы, способные поддерживать внутреннюю температуру тела на относительно постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды (птицы и млекопитающие).

Горизонтальная зональность — закономерное изменение природной среды по направлению от экватора к полюсам.

Государственные природные заповедники — территории и акватории, которые полностью изъяты из обычного хозяйственного использования с целью сохранения в естественном состоянии природного комплекса.

Государственный стандарт (ГОСТ) — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения.

Гумус — основная часть органического вещества почвы, полностью утратившая черты анатомического строения.

Д

Деградация почв — ухудшение качества почвы в результате снижения плодородия.

Демэкология (экология популяций, популяционная экология) — раздел экологии, изучающий взаимоотношения популяции, вида с окружающей средой.

Дендрологические парки и ботанические сады — коллекции деревьев, кустарников и трав, созданные человеком с целью сохранения биоразнообразия и обогащения растительного мира, а также в научных, учебных и культурно-просветительных целях.

Детрит — мелкие частицы остатков организмов и их выделений.

Детритные пищевые цепи (цепи разложения) — пищевые цепи, начинающиеся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных. Например, детрит — детритофаги — хищники микрофаги — хищники макрофаги.

Детритофаги — организмы, питающиеся детритом. См. Сапротрофы.

Договор на комплексное природопользование — документ, предусматривающий условия и порядок использования природных ресурсов, права и обязанности природопользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами, ответственность сторон и возмещение вреда.

Доминантные виды — виды, преобладающие в биоценозе по численности.

Е

Емкость среды — количественная характеристика совокупности условий, ограничивающих рост численности популяции.

Ж

Жесткое управление — прямое, непосредственное воздействие на природу, грубо нарушающее естественные процессы с помощью технических средств, коренное преобразование самих механизмов и систем природы. Например, распашка земель, строительство плотин на реках. Ср. Мягкое управление.

Живое вещество — живые организмы, населяющие Землю.

Жизненная форма организма — морфологический тип приспособления растения или животного к определенным условиям обитания и определенному образу жизни.

З

Загрязнение — привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно не характерных для нее) вредных химических, физических, биологических, информационных агентов. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природных) или под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Загрязнитель — любой природный или антропогенный агент, попадающий в окружающую среду или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки естественного фона. Загрязнителем называют также объект, служащий источником загрязнения среды. Используется также английское слово «поллютант» (pollutant).

Загрязняющее вещество — химическое вещество, вызывающее загрязнение. Ср. Загрязнитель.

Заказники — территории, создаваемые на определенный срок (в ряде случаев постоянно) для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. В заказниках сохраняют и восстанавливают плотности популяций одного или нескольких видов животных или растений, а также природные ландшафты, водные объекты и др.

Закон Харди-Вайнберга — относительные частоты аллелей в популяции остаются неизменными из поколения в поколение, если соблюдаются следующие условия: популяция велика; в популяции осуществляется свободное скрещивание; отсутствует отбор; не возникает новых мутаций; нет миграции новых генотипов в популяцию или из популяции.

Заменимые природные ресурсы — природные ресурсы, которые можно заменить другими сейчас или в обозримом будущем (все полезные ископаемые, энергоресурсы).

Зона толерантности — интервал количественных значений экологического фактора между верхним и нижним пределами выносливости.

Зона чрезвычайной экологической ситуации — территория, на которой в результате воздействия негативных антропогенных факторов происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей природной среды, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генофондам растений и животных. В Российской Федерации к таким зонам относят районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны побережий Черного и Азовского морей, промзона Урала и др.

Зона экологического бедствия — территория, на которой произошли необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны. Например, зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС, Кузбасс, степные районы Калмыкии.

Зообентос — животный компонент бентоса (ракообразные, моллюски, морские звезды и др.). Ср. Фитобентос.

Зоопланктон — животный компонент планктона (одноклеточные животные, рачки, медузы и др.). Ср. Фитопланктон.

Зоофаги — гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи живых животных. См. Биотрофы.

Зооценоз — животный компонент биоценоза.

И

Исчерпаемые природные ресурсы — природные ресурсы, количество которых ограничено и абсолютно, и относительно (полезные ископаемые, почвы, биологические ресурсы). Их делят на невозобновимые и возобновимые природные ресурсы.

К

Кадастры природных ресурсов — это свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, который характеризует количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей этого ресурса.

Каннибализм — частный случай хищничества, когда происходит умерщвление и поедание себе подобных. Встречается, например, у крыс, бурых медведей, человека.

Канцерогены — факторы, способные вызывать злокачественные и доброкачественные новообразования (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма лучи, бенз(а)пирен, некоторые вирусы и др.).

Качество окружающей среды — совокупность показателей, характеризующих состояние окружающей среды; степень соответствия среды жизни человека его потребностям.

Квартирантство — см. Синойкия.

Кислотный дождь — дождь или снег, подкисленный до $pH < 5,6$ из-за растворения в атмосферной влаге антропогенных выбросов (диоксид серы, оксиды азота, хлороводород и пр.).

Климатическое сообщество — сообщество, находящееся в равновесии с окружающей средой.

Климат — многолетний режим погоды.

Колония — групповое поселение оседлых животных как длительно существующее, так и возникающее лишь на период размножения (гагары, пчелы, муравьи и др.).

Командно-административное управление — управление природопользователями, основанное на установлении норм, стандартов, правил природопользования и соответствующих плановых заданий предприятиям по охране окружающей среды и наказаний от выговора до тюремного заключения или снятия с работы и выплаты штрафов предприятиям и его руководством. Ср. Экономическое управление.

Комменсализм — взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично. См. Трофобиоз и Синойкия.

Конвергенция — внешнее сходство, возникающее у представителей разных неродственных групп и видов в результате сходного образа жизни.

Конкуренция — взаимоотношения, при которых организмы соперничают друг с другом за одни и те же ресурсы внешней среды при недостатке последних. Конкуренция бывает косвенная (пассивная) — потребление ресурсов среды, необходимых обоим видам, и прямая (активная) — подавление одного вида другим; внутривидовая — соперничество между особями одного вида, и межвидовая — соперничество между особями разных видов.

Консорция — структурная единица биоценоза, объединяющая автотрофные и гетеротрофные организмы на основе пространственных (топических) и пищевых (трофических) связей вокруг центрального члена (ядра). Например, отдельно стоящее дерево или группа деревьев (растение-эдификатор) и связанные с ним организмы.

Конструктивное воздействие — человеческая деятельность, направленная на восстановление природной среды, нарушенной в результате хозяйственной деятельности человека или природных процессов. Например, рекультивация ландшафтов, восстановление численности редких видов животных и растений и т.д.

Консументы (макроконсументы, фаготрофы) — гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов (животные, гетеротрофные растения, некоторые микроорганизмы). Консументы бывают первого порядка (растительноядные животные), второго порядка (первичные хищники, питающиеся растительноядными животными), третьего порядка (вторичные хищники, питающиеся плотоядными животными) и т.д.

Контроль состояния окружающей среды — проверка соответствия показателей качества окружающей среды (воды, атмосферного воздуха, почв и т.д.) установленным нормам и требованиям (ПДК, ПДУ, ПДС, ПДВ, ПДВВ и др.).

Копрофаги — организмы, питающиеся экскрементами, главным образом млекопитающих. См. Сапротрофы.

Косвенное (опосредованное) воздействие — изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственной деятельностью человека. Ср. Прямое (непосредованное) воздействие.

Космополиты — виды растений и животных, представители которых встречаются на большей части обитаемых областей Земли (например, комнатная муха, серая крыса).

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

Козволюция общества и природы — совместная, взаимосвязанная эволюция общества и природы.

Краевой эффект — увеличение видового разнообразия в переходных зонах между сообществами (экотонах).

«Красные приливы» — массовое развитие пиропитовых водорослей, связанное с чрезмерным сбросом в океан органических веществ. Были зафиксированы у берегов Флориды, Индии, Австралии, Японии, Черного моря и т.д.

Кривые выживания — кривые, отражающие, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции.

Красные книги — официальные документы, содержащие систематизированные сведения о животных, растениях и других живых организмах, отдельных регионов, стран и планеты в целом, состояние которых вызывает опасение за их будущее. Существуют международная, национальные (федеральные) и локальные (республиканские, областные, краевые) Красные книги.

Криофилы — организмы, обитающие в условиях низких температур.

Криптофиты — растения, почки возобновления которых скрыты в почве (геофиты) или под водой (гидрофиты) (луковичные, клубневые и корневищные растения).

Круговорот веществ — многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе в тех слоях, которые входят в состав биосферы Земли.

Ксенобиотики — загрязнители окружающей среды из любого класса химических соединений, которые не встречаются в природных экосистемах.

Ксерофилы — сухолюбивые организмы.

Ксерофиты — растения сухих местообитаний, способные переносить перегрев и обезвоживание. К ним относятся суккуленты и склерофиты.

К-стратеги (К-виды, К-популяции) — популяции из медленно размножающихся, но более конкурентоспособных особей (человек, кондор, деревья и др.)

Л

Лимиты на природопользование — предельные объемы природных ресурсов, выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов производства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определенный срок.

Лимитирующий (ограничивающий) фактор — экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида.

Лимническая зона — толща воды до глубины, куда проникает всего 1% от солнечного света и где затухает фотосинтез.

Литоральная зона — толща воды, где солнечный свет доходит до дна.

Литосфера — внешняя твердая оболочка Земли, включающая земную кору и верхний твердый слой мантии.

Литофиты (петрофиты) — растения, поселяющиеся на камнях, скалах или в их трещинах.

Лицензия (разрешение) на комплексное природопользование — документ, удостоверяющий право его владельца на использование в фиксированный период времени природного ресурса (земель, вод, недр и др.), а также на размещение отходов, выбросы и сбросы.

М

Максимальная продолжительность жизни (МПЖ) — это продолжительность жизни, до которой может дожить лишь малая доля особей в реальных условиях среды.

Малоотходная технология — такой способ производства, который обеспечивает максимально эффективное использование сырья и энергии, с минимумом отходов и потерь энергии.

Материальное стимулирование природоохранной деятельности — обеспечение выгоды для природопользователей природоохранной деятельности.

Мезотрофы — растения, требующие умеренного количества зольных элементов.

Мезофилы — организмы, обитающие как во влажных, так и сухих местообитаниях.

Мезофиты — растения умеренно увлажненных местообитаний; промежуточная группа между гидрофитами и ксерофитами.

Местообитание — это территория или акватория, занимаемая популяцией (видом), с комплексом присущих ей экологических факторов.

Микробеценоз — микробный компонент биоценоза.

Миксотрофы — организмы, которые могут, как синтезировать органические вещества из неорганических, так и питаться готовыми органическими соединениями (насекомоядные растения, представители отдела эвгленовых водорослей, некоторые бактерии и др.). См. Автотрофы и Гетеротрофы.

Минерализация — превращение органических остатков в неорганические вещества.

Мозаичность — горизонтальная структура биоценоза.

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) — система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Мониторинг бывает фоновый (базовый) — слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния (осуществляется на базе биосферных заповедников), импактный — слежение за антропогенными воздействиями в особо опасных зонах, глобальный — слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений (например, за состоянием озонового слоя, изменением климата), региональный — слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, за состоянием озера Байкал), локальный — мониторинг в пределах небольшой территории (например, контроль за состоянием воздуха в городе).

Моделирование — метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования (натурного, математического, логического). Основывается на теории подобия (сходства) с объектом-аналогом.

Мутагены — факторы, способные вызывать мутации (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи, повышенная или пониженная температура, бенз(а)пирен, азотистая кислота, некоторые вирусы и др.).

Мутуализм (облигатный симбиоз) — взаимовыгодное сожительство, когда, либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя. Например, травоядные копытные и целлюлозоразрушающие бактерии.

Мягкое управление — главным образом косвенное, опосредованное воздействие на природу с использованием естественных механизмов саморегуляции, то есть способности природных систем к восстановлению своих свойств после антропогенного вмешательства. Например, агролесомелиорация. Ср. Жесткое управление.

Н

Нахлебничество — см. Трофобиоз.

Национальные парки — относительно большие природные территории и акватории, где обеспечивается выполнение трех основных целей: экологической (поддержание экологического баланса и сохранение природных экосистем), рекреационной (регулируемый туризм и отдых людей) и научной (разработка и внедрение методов сохранения природного комплекса в условиях массового допуска посетителей). В национальных парках существуют зоны хозяйственного использования.

Невозобновимые природные ресурсы — исчерпаемые природные ресурсы, которые абсолютно не восстанавливаются (каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых) или восстанавливаются значительно медленнее, чем идет их использование (торфяники, многие осадочные породы).

Незаменимые природные ресурсы — природные ресурсы, которые нельзя заменить другими природными ресурсами (атмосферный воздух, вода, генетический фонд живых организмов).

Неисчерпаемые природные ресурсы — природные ресурсы, количество которых не ограничено, но не абсолютно, а относительно наших потребностей и сроков существования (воды Мирового океана, пресные воды, атмосферный воздух, энергия ветра, солнечная радиация, энергия морских приливов).

Нейстон — организмы, обитающие у поверхности воды.

Нейтрализм — сожительство двух видов на одной территории, не имеющее для них ни положительных, ни отрицательных последствий. Например, белки и лоси.

Нейтрофилы — растения, обитающие на почвах с рН=6,7...7,0.

Некрофаги — гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи трупы животных. См. Сапротрофы.

Нектон — активно передвигающиеся в воде животные (рыбы, амфибии, головоногие моллюски, черепахи, китообразные и др.).

Непреднамеренное воздействие является неосознанным, когда человек не предполагает последствий своей деятельности. Ср. Преднамеренное воздействие.

Нитрофилы — растения, предпочитающие почвы, богатые азотом.

Ноосфера — сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития.

Нормирование качества окружающей среды — установление системы количественных и качественных показателей (стандартов) состояния окружающей среды (для воздуха, воды, почвы и т.д.), при которых обеспечиваются благоприятные условия для жизни человека и устойчивого функционирования природных экосистем.

О

Обилие вида — число или масса особей данного вида на единицу площади или объема занимаемого им пространства.

«Озоновая дыра» — значительное пространство в озоносфере планеты с заметно пониженным (до 50% и более) содержанием озона.

Озоносфера — слой атмосферы с наибольшей концентрацией озона на высоте 20–25 (22–24) км.

Окружающая природная среда — естественная среда обитания и деятельности человека и других живых организмов, включающая литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу и околоземное космическое пространство. Внутри природной среды выделяют природные ресурсы и природные условия.

Олиготрофы — растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов.

Оптimum (зона оптимума, зона нормальной жизнедеятельности) — такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организмов максимальна.

Осмотротрофы — гетеротрофные организмы, поглощающие органические вещества из растворов через клеточные оболочки (грибы, большинство бактерий). Ср. Фаготрофы.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) — территории или акватории, в пределах которых запрещено их хозяйственное использование и поддерживается их естественное состояние в целях сохранения экологического равновесия, а также в научных, учебно-просветительных, культурно-эстетических целях.

Охрана природы (окружающей природной среды) — система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов и улучшение состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей. Иначе говоря, система мероприятий по оптимизации взаимоотношений человеческого общества и природы.

Оценка воздействия на окружающую среду — вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой

хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

Оценка природных ресурсов экономическая — определение их общественной полезности, то есть вклада данного ресурса (его единицы) в удовлетворение человеческих потребностей через производство или потребление какого-либо продукта или услуги. В узкоэкономическом смысле — денежное выражение хозяйственной ценности природных ресурсов. Ср. Оценка природных ресурсов внеэкономическая.

Оценка природных ресурсов внеэкономическая — определение экологической, здравоохранительной, социальной, социально-психологической (моральной и культурной), религиозно-культурной и иной ценности природного ресурса, обычно не выражаемой в экономических показателях либо условно выраженная в деньгах как сумма, которой готово и может пожертвовать общество для сохранения природных ресурсов. Ср. Оценка природных ресурсов экономическая.

Оценка риска — научный анализ возникновения риска (возможности опасной ситуации) с целью выявления опасности, определения степени опасности в конкретных условиях. Характеризует вероятность наступления негативного события (аварии, выброса, эпидемии и т.п.).

П

Памятники природы — уникальные, невозпроизводимые природные объекты, имеющие научную, экологическую, культурную и эстетическую ценность (пещеры, вековые деревья, скалы, водопады и др.). На территории, где они расположены, запрещена любая деятельность, нарушающая их сохранность.

Панмиксия — свободное скрещивание между особями одного вида.

Паразитизм — взаимоотношения, при которых паразит не убивает своего хозяина, а длительное время использует его как среду обитания и источник пищи. К паразитам относятся: вирусы, патогенные бактерии, грибы, простейшие, паразитические черви и др.

Паразиты — организмы, ведущие паразитический образ жизни. См. Паразитизм.

Паразиты облигатные — организмы, ведущие исключительно паразитический образ жизни и вне организма хозяина либо погибают, либо находятся в неактивном состоянии (вирусы).

Паразиты факультативные — организмы, ведущие паразитический образ жизни, но в случае необходимости могут нормально жить во внешней среде, вне организма хозяина (патогенные грибы и бактерии).

Парниковый (тепличный, оранжерейный) эффект — разогрев нижних слоев атмосферы, вследствие способности атмосферы пропускать коротковолновую солнечную радиацию, но задерживать длинноволновое тепловое излучение земной поверхности. Парниковому эффекту способствует поступление в атмосферу антропогенных примесей (диоксида углерода, пыли, метана, фреонов и т.д.).

Парцелла — структурная часть в горизонтальном расчленении биоценоза, отличающаяся от других частей составом и свойствами компонентов. Например, участки широколиственных деревьев в хвойном лесу.

Пастбищные пищевые цепи (цепи выедания) — пищевые цепи, начинающиеся с живых фотосинтезирующих организмов. Например, фитопланктон — зоопланктон — рыбы микрофаги — рыбы макрофаги — птицы ихтиофаги.

Пациенты — виды, способные выжить в неблагоприятных условиях («тенелюбивые», «солелюбивые» и т.п.).

Педосфера (почвенный покров) — оболочка Земли, образуемая почвенным покровом; верхняя (дневная) часть литосферы на суше.

Пелагиаль — толща воды в океане или море как среда обитания пелагических организмов — планктона и nekтона. Ср. Бенталь.

Первичная продукция — биомасса, созданная за единицу времени продуцентами. Она делится на валовую и чистую продукцию.

Перекаты — мелководные участки рек с быстрым течением (дно без ила, встречаются преимущественно прикрепленные формы перифитона и бентоса). Ср. Плесы.

Перифитон — организмы, прикрепленные к листьям и стеблям водных растений или другим выступам над дном водоема.

Пессимум (зона пессимума, зона угнетения) — такое количество экологического фактора, при котором жизнедеятельность организмов угнетена.

Пирамида биомасс — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах биомассы. Показывает изменение биомасс на каждом следующем трофическом уровне: для наземных экосистем пирамида биомасс сужается кверху, для экосистемы океана — имеет перевернутый характер.

Пирамида чисел (численности, Элтона) — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах числа особей. Отражает уменьшение численности организмов от продуцентами к консументами.

Пирамида энергии (продукции) — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах заключенной в массе живого вещества энергии. Имеет универсальный характер и отражает уменьшение количества энергии, содержащейся в продукции, создаваемой на каждом следующем трофическом уровне.

Пищевая сеть — сложное переплетение в сообществе пищевых цепей.

Пищевая цепь (трофическая цепь, цепь питания) — последовательность организмов, по которой передается энергия, заключенная в пище, от ее первоначального источника.

Планктон — организмы, в основном пассивно перемещающиеся за счет течения (одноклеточные водоросли, одноклеточные животные, рачки, медузы и др.). Выделяют фитопланктон и зоопланктон. Ср. Бентос.

Платность природопользования — плата за использование практически всех природных ресурсов, за загрязнение окружающей среды, размещение в ней отходов производства и за другие виды воздействия.

Плесы — глубоководные участки рек с медленным течением (на дне мягкий илистый субстрат и роющие животные). Ср. Перекаты.

Плодородие почв — способность почв удовлетворять потребность растений в элементах питания и воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством тепла и воздуха для нормальной деятельности и создания урожая.

Плотность — число особей или биомасса популяции, приходящаяся на единицу площади или объема.

Поведение человека — сложный комплекс двигательных актов, направленных на удовлетворение потребностей организма.

Погода — непрерывно меняющееся состояние атмосферы у земной поверхности, примерно до высоты 20 км (граница тропосферы).

Пойкилотермные организмы — организмы с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды (микроорганизмы, растения, беспозвоночные и низшие позвоночные животные).

Половая структура (половой состав) популяции — соотношение в популяции особей мужского и женского пола.

Популяция — совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида.

Пороговая (минимально действующая) концентрация — минимальная концентрация химического вещества, которая вызывает незначительные, но достоверные изменения в организме или в окружающей среде.

Потенциальные природные ресурсы — природные ресурсы, которые в настоящее время не используются человеком вообще либо используются в недостаточной степени (энергия Солнца, морских приливов, ветра и др.).

Потребности человека — источник активности, состояние, выражающее зависимость человека от условий существования.

Почва — это поверхностный горизонт земной коры, образующий небольшой по мощности слой, сформировавшийся в результате взаимодействия факторов почвообразования: климата, организмов, почвообразующих пород, рельефа местности, возраста страны (времени), хозяйственной деятельности человека.

Предел выносливости верхний — максимальное количество экологического фактора, при котором жизнедеятельность организмов еще возможна.

Предел выносливости нижний — минимальное количество экологического фактора, при котором жизнедеятельность организмов еще возможна.

Предельно допустимая антропогенная (экологическая) нагрузка на окружающую среду (предельно допустимое вредное воздействие — ПДВВ) — максимальная интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, не приводящая к нарушению устойчивости экологических систем (или, иными словами, к выходу экосистемы за пределы экологической емкости).

Предельно допустимая концентрация (количество) (ПДК) — количество загрязняющего вещества в окружающей среде (почве, воздухе, воде, продуктах питания), которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. ПДК рассчитывают на единицу объема (для воздуха, воды), массы (для почвы, пищевых продуктов) или поверхности (для кожи работающих). Предельно допустимое вредное воздействие (ПДВВ) — см. Предельно допустимая антропогенная (экологическая) нагрузка на окружающую среду. **Предельно допустимый выброс (ПДВ) или сброс (ПДС)** — максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается данному конкретному предприятию выбрасывать в атмосферу или сбрасывать в водоем, не вызывая при этом превышения в них предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) — это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ — это то же, что ПДК, но для физических воздействий.

Преднамеренное воздействие является осознанным, когда человек ожидает определенные результаты своей деятельности. Ср. Непреднамеренное воздействие.

Природно-ресурсный потенциал — часть природных ресурсов, которая может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человечества. В более узком экономическом понимании — доступная при данных технологиях и социально-экономических отношениях совокупность природных ресурсов.

Природные парки — территории, отличающиеся особой экологической и эстетической ценностью, с относительно мягким охраняемым режимом и используемые преимущественно для организованного отдыха населения. По своей структуре они более просты, чем национальные природные парки.

Природные ресурсы — элементы природы (объекты и явления), необходимые человеку для его жизнеобеспечения и вовлекаемые им в материальное производство (атмосферный воздух, вода, почва, солнечная радиация, полезные ископаемые, климат, растительность, животный мир и т.д.). Их делят на реальные и потенциальные, заменимые и незаменимые, исчерпаемые и неисчерпаемые природные ресурсы. Ср. Природные условия.

Природные условия — элементы природы (объекты и явления), влияющие на жизнь и деятельность человека, но не вовлеченные в материальное производство (некоторые газы атмосферы, виды животных и растений и др.). По мере развития науки и техники природные условия становятся природными ресурсами. Ср. Природные ресурсы.

Природопользование — использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Природопользование (как наука) — область знаний, разрабатывающая принципы рационального (разумного) природопользования. Различают природопользование рациональное и нерациональное, общее и специальное.

Природопользование нерациональное — хозяйственная деятельность человека, ведущая к истощению (и даже исчезновению) природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, то есть к экологическому кризису или катастрофе. Ср. Природопользование рациональное.

Природопользование общее — использование природных ресурсов, не требующее специального разрешения, осуществляемое гражданами на основе принадлежащих им естественных (гуманитарных) прав, существующих и возникающих как результат рождения и существования (пользование воздухом, водой и т.д.). Ср. Природопользование специальное.

Природопользование рациональное — хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и природных условий, их охрану и воспроизводство с

учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества. Ср. Природопользование нерациональное.

Природопользование специальное — использование природных ресурсов, осуществляющиеся физическими и юридическими лицами на основании разрешения уполномоченных государственных органов. По видам используемых объектов оно подразделяется на землепользование, пользование недрами, лесопользование, водопользование, пользование животным миром (дикими животными и птицами, рыбными запасами), использование атмосферного воздуха. Специальное природопользование регулируется экологическим законодательством. Ср. Природопользование общее.

Продолжительность жизни — длительность существования особи. Различают физиологическую, максимальную и среднюю продолжительность жизни.

Продуценты — автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (растения и автотрофные бактерии).

Пространственная структура биоценоза — распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и по горизонтали).

Пространственно-этологическая структура популяции — характер распределения особей популяции в пределах ареала.

Протокооперация (факультативный симбиоз) — взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которого извлекают все участники. Например, раки-отшельники и актинии.

Профундальная зона — дно и толща воды, куда не проникает солнечный свет.

Прямое (непосредственное) воздействие — изменение природы в результате прямого воздействия хозяйственной деятельности человека на природные объекты и явления. Ср. Косвенное (опосредованное) воздействие.

Псаммофиты — растения песков.

Р

Разрушительное (деструктивное) воздействие — человеческая деятельность, ведущая к утрате природной средой своих полезных человеку качеств. Например, сведение дождевых лесов под пастбища или плантации, в результате чего нарушается биогеохимический круговорот веществ, и почва за 2–3 года теряет свое плодородие.

Реальные природные ресурсы — природные ресурсы, которые используются в настоящее время человеком в производственной деятельности.

Редуценты (микрokonсументы, деструкторы, сапротрофы, осмотрофы) — гетеротрофные организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных веществ (сапротрофные бактерии и грибы).

Рециркуляция — повторное использование материальных ресурсов, позволяющее экономить сырье и энергию, и уменьшать образование отходов.

Рождаемость (скорость рождаемости) — число новых особей, появившихся в популяции за единицу времени в результате размножения. Ср. Смертность.

r-стратеги (r-виды, r-популяции) — популяции из быстро размножающихся, но менее конкурентоспособных особей (бактерии, тли, однолетние растения и др.).

С

Санитарные правонарушения — нарушения законодательства связанные с причинением вреда не природной среде, а среде обитания человека. Например, сверхнормативное загрязнение воздуха в производственных помещениях. Ср. Экологические правонарушения.

Сапротрофы — гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи органические вещества мертвых тел или выделения (экскременты) животных. К ним принадлежат сапротрофные бактерии, грибы, растения (сапрофиты), животные (сапрофаги). Среди них встречаются детритофаги (питаются детритом), некрофаги (питаются трупами животных), копрофаги (питаются экскрементами) и др. Ср. Биотрофы.

Сапрофаги — сапротрофные животные. См. Сапротрофы.

Сапрофиты — сапротрофные растения. См. Сапротрофы.

Симбиоз — различные формы совместного существования организмов разных видов (мутуализм, протокооперация, комменсализм, паразитизм). В узком смысле трактуется как взаимовыгодное для обоих партнеров сосуществование (мутуализм, протокооперация).

Синойкия (квартирантство) — форма комменсализма, когда один вид использует тело или жилище другого вида в качестве убежища или жилища. Например, актинии и тропические рыбки.

Синузия — структурная часть в вертикальном расчленении биоценоза, ограниченная в пространстве (или во времени). Например, в сосновом лесу можно выделить синузию сосны, синузию брусники, синузию зеленых мхов и т.д.

Синэкология (экология сообществ, популяционная экология) — раздел экологии, изучающий сообщества организмов (биоценозы, экосистемы).

Система стандартов в области охраны природы (ССОП) — комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов.

Склерофиты — ксерофитные растения с жесткими побегами, благодаря чему при водном дефиците у них не наблюдается внешней картины завядания (например, ковыли, саксаул). См. Ксерофиты.

Скорость роста популяции — изменение численности популяции в единицу времени. Она зависит от показателей рождаемости, смертности и миграции (вселения — иммиграции и выселения — эмиграции).

Смертность (скорость смертности) — число особей, погибших в популяции за единицу времени (от хищников, болезней, старости и других причин). Ср. Рождаемость.

Смог — ядовитая смесь дыма, тумана и пыли. Различают два типа смога: лондонский и лос-анджелесский.

Среда обитания — это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определенное воздействие.

Средняя продолжительность жизни (СПЖ) — это среднее арифметическое продолжительности жизни всех особей популяции.

Стабилизирующее воздействие — человеческая деятельность, направленная на замедление деструкции (разрушения) природной среды в результате как хозяйственной деятельности человека, так и природных процессов. Например, почвозащитные мероприятия, направленные на уменьшение эрозии почв.

Стадо — более длительное, чем стая, или постоянное объединение животных, в котором, как правило, выполняются все жизненные функции вида: защита от врагов, добывание пищи, миграции, размножение, воспитание молодняка и т.д. (олени, зебры и др.).

Стандарты (нормативы, регламенты) — разрешаемые в законодательном порядке концентрации (содержания) загрязняющих веществ в объектах окружающей среды или величины воздействия.

Стация — местообитание какого-либо вида (популяции) наземных животных.

Стая — временное объединение животных, облегчающее выполнение какой-либо функции: защиты от врагов, добывания пищи, миграции (волки, сельдь и др.).

Стенобионты — экологически маловыносливые виды с узкой зоной толерантности (экологической валентностью).

Степень доминирования — отношение числа особей данного вида к общему числу всех особей рассматриваемой группировки.

Структура популяции — соотношение в популяции групп особей по полу, возрасту, размеру, генотипу, распределению особей по территории и т.д. (половая, возрастная, размерная, генетическая, пространственно-этологическая и др.).

Суккуленты — ксерофитные растения с сочными, мясистыми листьями (например, алоэ) или стеблями (например, кактусовые), в которых развита водозапасающая ткань. См. Ксерофиты.

Сукцессионная серия — последовательный ряд сменяющих друг друга в сукцессии сообществ.

Сукцессия — последовательная смена биоценозов (экосистем), выраженная в изменении видового состава и структуры сообщества. Сукцессии бывают природные — происходящие под действием естественных причин, не связанных с деятельностью человека, и антропогенные — обусловленные деятельностью человека; аутогенные (самопорождающиеся) — возникающие вследствие внутренних причин (изменения среды под действием сообщества) и аллогенные (порожденные извне) — вызванные внешними причинами (например, изменение климата); первичные — развивающиеся на субстрате, не занятом живыми организмами (на скалах, обрывах, сыпучих песках, в новых водоемах и т.п.), и вторичные — развивающиеся на месте уже

существующих биоценозов после их нарушения (в результате вырубки, пожара, вспашки, извержения вулкана и т.п.).

Сциофиты (тенелюбивые растения) — растения, плохо переносящие прямые солнечные лучи.

Т

Тератогены — факторы, способные вызывать уродства (ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-лучи, бенз(а)пирен, некоторые вирусы и др.).

Термофилы — организмы, обитающие в условиях высоких температур.

Терофиты — однолетние растения, не имеющие почек возобновления; размножаются только семенами.

Техногенез — совокупность геохимических процессов, вызванных производственно-хозяйственной деятельностью человека.

Техносфера — часть биосферы (со временем, по-видимому, вся биосфера), преобразованная технической деятельностью человека. Понятие «техносфера» используют, когда хотят подчеркнуть вещественную сторону отношений человек—природа, а также то, что на настоящем этапе хозяйственная деятельность людей не настолько разумна, чтобы говорить о ноосфере.

Токсины — химические вещества, обладающие свойством токсичности.

Токсичность — ядовитость, то есть способность оказывать вредное или даже смертельное воздействие на живой организм.

Топические связи — связи между видами, когда один вид изменяет условия обитания другого вида. Например, под хвойным лесом, как правило, отсутствует травянистый покров.

«Третья природа» — искусственный мир, созданный человеком и не имеющий вещественно-энергетической аналогии в естественной природе (города, внутреннее пространство помещений, асфальт, бетон, синтетика и др.). Ср. «Вторая природа».

Трофические связи — связи между видами, когда один вид питается другим: живыми особями, мертвыми остатками, продуктами жизнедеятельности.

Трофический уровень — место звена в пищевой цепи.

Трофобиоз (нахлебничество) — форма комменсализма, когда один вид потребляет остатки пищи другого вида. Например, взаимоотношения крупных хищников и падальщиков.

У

Убиквисты — виды растений и животных с широкой экологической валентностью, способны существовать в разнообразных условиях среды, имеют обширные ареалы (например, тростник обыкновенный, волк).

Управление природными системами — мероприятия, осуществление которых позволяет изменить природные явления и процессы (усилить или ограничить их) в желательном для человека направлении. Управление природными системами бывает мягкое и жесткое.

Управление природопользователями (управление охраной окружающей среды и рационализацией использования природных ресурсов) — обеспечение норм и требований, ограничивающих вредное воздействие процессов производства и выпускаемой продукции на окружающую среду, и рациональное использование природных ресурсов, их восстановление и воспроизводство. Управление природопользователями бывает командно-административное и экономическое.

Урбанизация — это исторический процесс повышения роли городов в жизни общества, связанный с концентрацией и интенсификацией несельскохозяйственных функций, распространением городского образа жизни, формированием специфических социально-пространственных форм расселения.

Урбосистемы (урбанистические системы) — искусственные системы (экосистемы), возникающие в результате развития городов и представляющие собой средоточие населения, жилых зданий, промышленных, бытовых, культурных объектов и т.д.

Условиями жизни — комплекс экологических факторов, под действием которых осуществляются все основные жизненные процессы организмов, включая нормальное развитие и размножение.

Ф

Фабрические связи — связи между видами, когда один вид использует для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки или даже живых особей другого вида. Например, птицы при постройке гнезд используют ветки деревьев, траву, пух и перья других птиц.

Фаготрофы (голозои) — гетеротрофные организмы, заглатывающие твердые куски пищи (животные). Ср. Осмотрофы.

Факторы риска — факторы, не являющиеся непосредственной причиной определенной болезни, но увеличивающие вероятность ее возникновения.

Фанерофиты — растения, почки возобновления которых находятся высоко над поверхностью земли (выше 30 см) (деревья и кустарники).

ФАР — фотосинтетическая активность радиации Солнца.

Фауна — совокупность видов животных, обитающих на определенной территории.

Физиологическая продолжительность жизни (ФПЖ) — это продолжительность жизни, которая могла бы быть у особи данного вида, если бы в период всей жизни на нее не оказывали влияние лимитирующие факторы.

Физиологические ритмы — эндогенные биологические ритмы, поддерживающие непрерывную жизнедеятельность организмов (биение сердца, дыхание, работа желез внутренней секреции и др.).

Финансирование природоохранных мероприятий — предоставление денежных средств на природоохранные мероприятия.

Фитобентос — растительный компонент бентоса (прикрепленные водоросли и высшие растения). Ср. Зообентос.

Фитопланктон — растительный компонент планктона (одноклеточные водоросли). Ср. Зоопланктон.

Фитофаги — гетеротрофные организмы, использующие в качестве пищи живые растения. См. Биотрофы.

Фитоценоз — растительный компонент биоценоза.

Флора — совокупность видов растений, обитающих на определенной территории.

Форические связи — связи между видами, когда один вид участвует в распространении другого вида. Например, перенос животными семян, спор, пыльцы растений.

Фотопериодизм — реакция организмов на продолжительность светового дня. Например, листопад, перелеты птиц.

Фотосинтез (фотоавтотрофия) — синтез органических соединений из неорганических за счет энергии света.

Фототрофы — автотрофные организмы, использующие для биосинтеза световую энергию (растения, цианобактерии). См. Автотрофы.

Фреоны (хлорфторуглероды, или ФХУ) — высоколетучие, химически инертные у земной поверхности вещества, широко применяемые в производстве и быту в качестве хладагентов (холодильники, кондиционеры, рефрижераторы), пенообразователей и распылителей (аэрозольные упаковки). Фреоны, поднимаясь в верхние слои атмосферы, подвергаются фотохимическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон.

Х

Хамефиты — растения, почки возобновления которых расположены у поверхности почвы или невысоко (не выше 20–30 см), зимой могут оказаться под снегом (полукустарники и мелкие кустарнички).

Хемосинтез (хемоавтотрофия) — процесс синтеза органических соединений из неорганических (СО₂ и др.) за счет химической энергии окисления неорганических веществ (серы, водорода, сероводорода, железа, аммиака, нитрита и др.).

Хемотрофы — автотрофные организмы, использующие для биосинтеза энергию химических реакций окисления неорганических соединений (хемотрофные бактерии: водородные, нитрифицирующие, железобактерии, серобактерии и др.). См. Автотрофы.

Хищничество — взаимоотношения, при которых один из участников (хищник) умерщвляет другого (жертва) и использует его в качестве пищи. Например, волки и зайцы.

Ц

Цветение вод — массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды от зеленой и желто-бурой до красной. Оно обусловлено значительным поступлением в водоемы биогенных элементов (фосфора, азота, калия и др.).

Циркадные (околосуточные) ритмы — повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений с периодом от 20 до 28 ч.

Цирканные (окологодичные) ритмы — повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений с периодом от 10 до 13 месяцев.

Ч

Частота встречаемости — процентное отношение числа проб или учетных площадок, где встречается вид, к общему числу проб или учетных площадок.

Численность — число особей в популяции.

Чистая первичная продукция — биомасса, которая не расходуется на поддержание жизнедеятельности растений и в дальнейшем используется консументами и редуцентами, или накапливается в экосистеме.

Чрезвычайная экологическая ситуация — см. Экологический кризис.

Э

Эврибионты — экологически выносливые виды с широкой зоной толерантности (экологической валентностью).

Эвтрофикация (эвтрофирование) — повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления биогенных элементов (фосфора, азота, калия и др.) под воздействием естественных и антропогенных факторов. Негативным последствием эвтрофикации является ухудшение физико-химических условий среды обитания рыб и других гидробионтов за счет массового развития фитопланктона, разложения отмерших организмов и токсичности продуктов их распада. См. Цветение вод, «Красные приливы».

Эвтрофы — растения, нуждающиеся в большом количестве зольных элементов.

Эвфотическая зона — вся освещенная толща воды. Она включает литоральную и лимническую зоны.

Эдификаторы (строители) — виды, определяющие микросреду (микроклимат) всего биоценоза (как правило, это растения).

Экзогенные (внешние) ритмы — биологические ритмы, возникшие как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов, солнечной активности). Экзогенные процессы (процессы внешней динамики) — геологические процессы, протекающие под влиянием внешней энергии Солнца. К экзогенным процессам относятся геологическая деятельность атмосферы, гидросферы (рек, временных водотоков, подземных вод, морей и океанов, озер и болот, льда), а также живых организмов и человека.

Экологическая безопасность — совокупность действий, состояний и процессов, прямо или косвенно не приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимых природной среде, отдельным людям и человечеству.

Экологическая валентность (пластичность, толерантность, устойчивость) — степень приспособляемости вида к изменениям условий среды; его способность переносить количественные колебания действия экологического фактора в той или иной степени.

Экологическая катастрофа (экологическое бедствие) — экологическое неблагополучие, характеризующееся глубокими необратимыми изменениями окружающей среды и существенным ухудшением здоровья населения. Ср. Экологический кризис.

Экологическая культура — это осознание важности экологических проблем для существования человечества. Экологическая культура подразумевает экологическую грамотность, информированность, убежденность и активность в повседневной реализации норм и принципов рационального природопользования и охраны природы.

Экологическая ниша — совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе.

Экологическая пирамида — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами разных порядков, выраженное в единицах биомассы (пирамида биомасс), числа особей (пирамида чисел) или заключенной в массе живого вещества энергии (пирамида энергии).

Экологическая стандартизация — установление единых и обязательных экологических норм и правил.

Экологическая стратегия выживания — комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства. См. r-стратегии и K-стратегии.

Экологическая структура биоценоза — соотношение в биоценозе организмов разных экологических групп.

Экологическая экспертиза — оценка уровня возможных негативных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду, природные ресурсы и здоровье людей.

Экологические правонарушения — нарушения законодательства связанные с причинением вреда окружающей природной среде. Например, загрязнение природной среды, браконьерство, незаконная вырубка леса и т.д. Ср. Санитарные правонарушения.

Экологические преступления — экологические правонарушения, которые представляют общественную опасность, посягают на экологическую безопасность общества, причиняют ощутимый вред окружающей природной среде и здоровью человека. Ср. Экологические проступки.

Экологические проступки — экологические правонарушения, не относящиеся к категории общественно опасных. Ср. Экологические преступления.

Экологические ритмы — эндогенные биологические ритмы, возникшие как приспособление живых организмов к периодическим изменениям среды (суточные, годовые, приливные, лунные и др.).

Экологические факторы — это отдельные элементы среды обитания, которые воздействуют на организмы.

Экологические эквиваленты — виды, занимающие одинаковые ниши в разных географических областях (например, крупные кенгуру Австралии, бизоны Северной Америки, зебры и антилопы Африки и т.д.).

Экологический аудит — независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологический контроль — деятельность государственных органов, органов местного самоуправления, предприятий и граждан по соблюдению экологических норм и правил. Система экологического контроля включает государственный, муниципальный, производственный и общественный экологический контроль. См. Контроль состояния окружающей среды.

Экологический кризис (чрезвычайная экологическая ситуация) — экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды и представляющее угрозу для здоровья людей. Ср. Экологическая катастрофа.

Экологический менеджмент — система управления, которая обеспечивает сочетание эффективности экономики с охраной окружающей среды и с рациональным использованием природных ресурсов, и основанная на концепции устойчивого развития общества.

Экологический паспорт предприятия-природопользователя — нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных ресурсов (воздуха, природных вод, почв, лесных ресурсов, нефти, каменного угля, торфа, природного газа и т.д.), вторичных ресурсов (электроэнергии, ГСМ, мазута и т.д.) и данные по влиянию хозяйственной деятельности предприятия на окружающую природную среду. Включает комплекс данных и показателей по ГОСТу 17.0.0.04—90.

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

Экологическое бедствие — см. Экологическая катастрофа.

Экологическое благополучие экосистемы — состояние экосистемы, которое характеризуется нормальным воспроизведением ее основных звеньев.

Экологическое воспитание — воздействие на сознание в процессе начального формирования (социализации) личности и в последующее время с целью выработки социально-психологических установок и активной гражданской позиции бережного отношения к совокупности природных и социальных благ (природным ресурсам, условиям окружающей человека среды, памятникам культуры, экосистемам всех уровней иерархии, видам живого, отдельным их популяциям и т.д.).

Экологическое образование — система обучения, направленная на усвоение теории и практики экологии, рационального природопользования и охраны природы.

Экологическое право — совокупность эколого-правовых норм (правил поведения), регулирующих общественные (экологические) отношения в сфере взаимодействия общества и

природы с целью охраны окружающей среды, предупреждения вредных экологических последствий, оздоровления и улучшения качества окружающей человека природной среды.

Экологическое прогнозирование — предсказание изменений природных систем в естественных условиях или под воздействием на них человека. Например, прогноз влияния предприятия на окружающую его среду, прогноз воздействия на территорию орошения или осушения, прогноз стихийных бедствий и т.п.

Экология — наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания. Термин «экология» впервые ввел немецкий биолог Э. Геккель (1866). Под экологией он понимал «сумму знаний, относящихся к экономике природы».

Экология человека — раздел экологии, изучающий закономерности взаимодействия человека и человеческого сообщества с окружающими природными, социальными, эколого-гигиеническими и другими факторами.

Экономика (от греч. *oikonomike* — управление хозяйством) — 1) совокупность производственных отношений, соответствующих данной ступени развития производительных сил общества; 2) хозяйство района, страны, группы стран или всего мира; 3) научная дисциплина.

Экономика природопользования — раздел экономики, изучающий главным образом вопросы экономической (в ряде случаев и внеэкономической) оценки природных ресурсов и ущербов от загрязнения среды, а также разрабатывающий экономические методы управления природопользованием.

Экономическая система — система производства, распределения и потребления товаров и услуг.

Экономическое управление — управление природопользователями, основанное на экономическом стимулировании, когда с помощью различных рычагов (цен, платежей, налоговых льгот и наказаний) государство делает для предприятий более выгодным материально, то есть более прибыльным, соблюдать природоохранное законодательство, чем нарушать его. Ср. Командно-административное управление.

Экосистема (экологическая система) — система совместно обитающих живых организмов и условий их существования, связанных потоком энергии и круговоротом веществ.

Экотоны — переходные зоны между сообществами.

Экоцентризм — тип общественного сознания, основывающийся на понимании необходимости коэволюции человека и биосферы. Ср. Антропоцентризм.

Эксплеренты (наполняющие) — виды, способные быстро появляться там, где нарушены коренные сообщества, — на вырубках и гарях (осины), на отмелях и т.д.

Эмерджентность — наличие у системы особых, качественно новых свойств, не присущих сумме свойств ее отдельных элементов. Например, нельзя предсказать свойства воды, исходя из свойств кислорода и водорода.

Эндемики — виды растений и животных, которые имеют небольшие ограниченные ареалы (часто встречаются на островах океанического происхождения, в горных районах и изолированных водоемах).

Эндогенные (внутренние) ритмы — биологические ритмы, генерируемые самим организмом (ритмичность синтеза ДНК, РНК и белков, деление клеток, биения сердца, дыхание и т.д.).

Эндогенные процессы (процессы внутренней динамики) — геологические процессы, протекающие под влиянием внутренней энергии Земли: энергия радиоактивного распада, химических реакций образования минералов, кристаллизации горных пород и т.д. К эндогенным процессам относятся: тектонические движения, землетрясения, магматизм, метаморфизм.

Эпифиты — растения, живущие на других растениях (на ветвях, стволах деревьев), без связи с почвой.

Этология — наука об особенностях поведения организмов.

Эфемероиды — многолетние травянистые растения, которым, подобно эфемерам, свойствен очень короткий период вегетации.

Эфемеры — однолетние травянистые растения, завершающие полный цикл развития за очень короткий и обычно влажный период.

Эффект группы — оптимизация физиологических процессов, ведущая к повышению жизнеспособности особей при совместном существовании.

Эффективность природопользования — эколого-социально-экономическая результативность использования природных ресурсов и эксплуатации природной среды.

Эффективность природоохранных мероприятий — эколого-социально-экономическая результативность проведения тех или иных природоохранных мероприятий.

Я

Ярусность — вертикальная структура биоценоза.

3. Красная книга природы.

Для охраны, целесообразного использования, защиты и изучения животных и растений Российской Федерации, особенно их редких и исчезающих видов, в 1992 г. Минприроды РФ издало Приказ по ведению Красной Книги России. Красная книга – официальный, государственного значения, сборник особо редких представителей флоры (растения), фауны (животные) и грибов. В него вносятся или обновляются данные о распространении редких, эндемичных или исчезающих растений и животных, находящихся в границах Российской Федерации и её экономической зоне. Создается не только общегосударственная Красная книга, но и Красные книги иных субъектов РФ. Переиздание сборника должно быть не меньше, чем 1 раз каждые десять лет. Красная книга может состоять из отдельных томов и содержать разделы, посвященные определенным видам (подвидам), популяциям животных и растений, которые являются редкими или могут исчезнуть. Это, к примеру, млекопитающие, птицы, рыбы, насекомые, грибы, моховидные и т.п. Представители флоры и фауны не заносятся в Красную книгу навечно, а фиксируются в списках с надеждой на восстановление вида, его численности и популяции. Со временем, если угроза исчезновения миновала, вид могут исключить из книги

4. Особо охраняемые природные территории ЯНАО.

Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации согласовано создание государственного природного заказника «Сынско-Войкарский» на территории Шурышкарского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Территория заказника располагается в бассейне рек Сыня и Танью. Заказник создаётся на площади 292 тысячи гектар, с целью сохранения и восстановления популяции сиговых видов рыб, охраны редких и исчезающих видов животных и растений. Главной же задачей заказника, отмечают специалисты департамента природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО, должна стать охрана экосистем уральских нерестовых рек. Необходимость дополнительной охраны рек Сыня и Танью обусловлена высокой их значимостью в процессе естественного воспроизводства водных биоресурсов и существующим в настоящий момент браконьерским промыслом, который ведётся в период нереста ценных видов сиговых рыб – пеляди, чира, сига-пыжьяна. Незаконная добыча водных биоресурсов негативно сказывается на запасах ценных видов сиговых рыб Обского бассейна.

Образование заказника имеет важное природоохранное значение. В первую очередь – для сохранения запасов ценных видов сиговых рыб и нерестилищ рек Сыня, Танью. Научное обоснование необходимости создания заказника выполнено Институтом экологии растений и животных Уральского отделения Российской Академии наук.

В настоящее время проект нормативно-правового акта о создании заказника проходит процедуру рассмотрения в Правительстве автономного округа. С принятием правового акта на территории государственного природного заказника регионального значения «Сынско-Войкарский» будет введён режим особой охраны, ограничивающий хозяйственную деятельность в его границах.

В настоящее время на территории Ямало-Ненецкого автономного округа функционируют 13 особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Из них: 2 государственных биосферных заповедника «Верхне-Тазовский» и «Гыданский»; 9 государственных заказников регионального значения: «Верхнеполуйский», «Мессо-Яхинский», «Полуйский», «Пякольский», «Собты-Юганский», «Ямальский»; «Надымский», «Нижне-Обский», «Куноватский»; 1 природный парк «Полярно-Уральский»; 1 памятник природы регионального значения – «Харбейский».

Общая площадь ООПТ ЯНАО составляет порядка 8 миллионов гектаров. Это около 80 тыс. км². При том, что общая площадь всего автономного округа – 769 тыс. км². Таким образом, статус особо охраняемой территории на Ямале имеет более 10% общей площади.

Для развития и расширения сети особо охраняемых природных территорий регионального значения профильным департаментом природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО постоянно ведётся работа по выявлению особо ценных в природоохранном плане участков территории округа, ведётся анализ состояния действующих ООПТ, корректируются их границы и режимы их особой охраны.

5. Примеры исследовательских работ по экологии.

5/1. Исследовательская работа: «Применение сосны обыкновенной в качестве биоиндикатора для проведения мониторинга атмосферного воздуха в городе Ноябрьске»

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	2
Основная часть	2
1.1. Теоретический анализ проблемы	3
1.2. Практическая часть	5
Заключение	8
Список литературы	9
Приложения	

1. Введение.

Более четырех десятилетий назад Александр Леонидович Чижевский написал: «Мы уделяем больше внимания тому, что мы едим и пьем, однако мы поразительно мало внимания уделяем воздуху, которым дышим». Эти слова не потеряли своего значения и сегодня. Знания о качестве воздуха, как основной потребности человека, сейчас находятся на одном из последних мест информационных приоритетов.

Атмосфера может содержать определённое количество загрязнителя без проявления вредного воздействия, т.к. происходит естественный процесс её очистки. Первым шагом в установлении вредного воздействия, связанного с загрязнением воздуха, является разработка критериев качества воздуха, а также стандартов качества.

Существующая на сегодняшний день система мониторинга загрязнения окружающей среды основана, как правило, на использовании химических методов анализа, требующих использования дорогостоящего оборудования и реактивов. У нас возник вопрос, существуют ли биологические методы, позволяющие получить достоверную оценку экологической ситуации, которые не требуют больших затрат и глубоких знаний для проведения исследования.

Наблюдая за растениями в нашей местности, мы видим, что в разных районах города внешний вид растений не одинаков. Почему самое распространённое растение у нас – сосна - около леса выглядит живой и зелёной, а в центре города бросается в глаза большое количество жёлтой хвои? Связано ли это с экологической обстановкой в различных районах нашего города?

Мы предположили, по внешнему виду хвои можно определить состояния атмосферного воздуха.

Объект исследования: хвойные растения как показатель загрязнений атмосферного воздуха.

Предмет исследования: зависимость внешнего вида сосны обыкновенной от степени загрязнения атмосферного воздуха.

Цель: изучить экологическое состояние атмосферного воздуха города, используя в качестве инструмента сосну обыкновенную.

Задачи:

- изучить научно-методическую литературу по теме исследования;
- познакомиться с экологическими методами изучения состояния атмосферного воздуха;
- провести анализ состояния хвоинок сосны обыкновенной для оценки загрязнённости атмосферы;
- обобщить данные, сделать выводы.

Методы исследования: анализ литературы, лабораторный анализ, сравнение, обобщение, обработка данных.

1.1. Теоретический анализ проблемы

Из литературных источников мы узнали, что многократное определение экологической обстановки с помощью живых объектов носит название - биомониторинг. Он включает в себя биоиндикацию и биотестирование. Если под биотестированием понимают приемы исследования, при

котором о качестве среды, судят по выживаемости, состоянию и поведению специально помещенных в эту среду организмов - тест-объектов, то биоиндикация представляет собой качественную оценку параметров среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях. Биоиндикацию можно проводить на уровне молекул, клеток, органов (систем органов), организмов, популяций и даже биоценоза. Повышение уровня организации живой природы может приводить к усложнению, неоднозначности взаимосвязи биологического отклика с антропогенными факторами исследуемой среды, поскольку на них могут накладываться и природные факторы.

Многие авторы высказывают схожую точку зрения о том, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные древесные растения. Это обуславливает выбор сосны как важнейшего индикатора атмосферных загрязнений, принимаемого в настоящее время за «эталон биодиагностики». Например, Еленевский А.Г. в своей книге «Ботаника: систематика высших, или наземных растений» утверждает, что хвойные растения наиболее эффективны в биоиндикации так как:

- во-первых, сосна очень чутко реагирует на малейшее изменение условий произрастания, в том числе и загрязнение среды;
- во-вторых, сосна широко распространена на большей части территории города, следовательно, проблема поиска участков для исследования сведена к минимуму;
- упрощается и проблема сравнимости данных из разных частей города;
- сосна – вечнозеленое растение и дает один побег в год, что существенно облегчает наблюдение.

Характерными признаками неблагополучного состояния окружающей среды и особенно газового состава атмосферы служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года, прошлых лет, их толщины, размера шишек, сокращение величины и числа заложённых почек). Последнее является предпосылкой уменьшения ветвления. В виду меньшего роста побегов и хвои в длину в зараженной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои, уменьшается продолжительность ее жизни (1-2 года в загрязненной зоне и 3-5 в чистой). Влияние загрязнений вызывает также стерильность семени (уменьшение их всхожести). Все эти признаки не специфичны, однако в совокупности дают довольно объективную картину.

Самый распространённый вид сосны, произрастающий в России, - сосна обыкновенная. Васильев А.Е. в своей книге «Ботаника. Анатомия и морфология растений» описывая хвою сосны обыкновенной указывает, что она сизо-зелёного цвета, расположена спирально, в пучках по две. Длина хвои сосны колеблется от 2 до 8 см. Наибольшей длины хвоя достигает на побегах последних 6 лет и на осевом побеге. Автор утверждает, что знания о продолжительности жизни хвоинок и их способности к биоиндикации можно использовать для определения качества атмосферного воздуха в местах произрастания. Схожую точку зрения в своей книге «Современная ботаника» высказывает Рейвн П. Однако, он также утверждает, что по внешнему виду хвоинок можно определять и загрязнённость почвы, так как вредные элементы могут накапливаться в хвоинках.

Опираясь на знания о хвойных растениях, можно с уверенностью сказать, что они оптимальны в качестве биоиндикаторов, так как их можно использовать круглогодично и на огромных территориях. Их использование также весьма информативно на малых территориях (например, влияние автодороги на изменяющую зону, если она примыкает к хвойному лесу; состояние окружающей среды в городских экосистемах разного ранга и характера).

Таким образом, **биомониторинг**, или слежение за реакцией живых организмов на загрязнение окружающей среды, в настоящее время рассматривается как один из важнейших видов экологического мониторинга. Проводя мониторинг изменения состояния сосны обыкновенной можно отслеживать экологическую ситуацию в окрестностях произрастания растений.

1.2. Практическая часть

Поскольку хвойные породы весьма чувствительны к загрязнениям, мы проводили изучение изменения пигментного состава хвои, и степени её поражения. Для работы выбрали три мониторинговые площадки: улица Магистральная вблизи ЖД вокзала, территория возле городской котельной, 7 микрорайон. Выбор был обоснован тем, что эти площадки располагаются в разных условиях загрязнения. Наблюдения и сбор материала проводили полгода с периодичностью сбора исследуемого материала 1 раз в месяц. На открытом месте выбрали молодые сосны высотой 1,5-2 м,

стоящие друг от друга на 20-25 м. Если деревья на выбранном участке высоки, то обследование проводили с использованием одного из боковых побегов четвертой сверху мутовки.

При проведении работы для получения достоверных результатов отбирали 100- 200 хвоинок. Все хвоинки делили на группы в соответствии с классами усыхания и повреждения. После этого сравнивали данные полученных результатов из разных мониторинговых площадок.

Опыт 1.

Исследование морфометрических параметров и степени некротического поражения хвои сосны обыкновенной.

Цель опыта: определить степень чистоты атмосферы по хвое сосны

Оборудование и материалы: лупа, линейка

Методика проведения опыта.

Биоиндикация осуществлялась с помощью методики, предложенной Фёдоровым А.И., суть её состоит в следующем: с нескольких боковых побегов кроны сосны в возрасте 7-10 лет отбирают 200-300 пар хвоинок второго и третьего года жизни. Хвою делят на 3 части – неповреждённая хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания. Затем подсчитываем количество хвоинок в каждой группе. Полученные данные анализируем и делаем выводы об изменениях загрязнения атмосферы.

Для сбора образцов хвои из средней части кроны срезали с помощью секатора 3 ветки, выбрали хвою второго года жизни. С нескольких боковых побегов в средней части кроны 5-10 деревьев сосны отбрали 200 пар хвоинок второго и третьего года жизни.

Анализ хвои провели в лаборатории. Всю хвою разделили на три части (неповрежденная хвоя, хвоя с пятнами и хвоя с признаками усыхания), и подсчитали количество хвоинок в каждой группе. Данные занесли в таблицу.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
(средние показатели за 6 месяцев).

Повреждение и усыхание хвоинок	7 микрорайон	Район городской котельной	ул. Магистральная вблизи ЖД вокзала
Общее число обследованных хвоинок	200	200	200
Количество хвоинок с пятнами	30	43	68
Процент хвоинок с пятнами	15	22	34
Количество хвоинок с усыханием	78	80	96
Процент хвоинок с усыханием	39	43	48
Дата отбора проб	19.10.2011-19.04.2012	19.10.2011-19.04.2012	19.10.2011-19.04.2012

Анализ проведённого опыта показал, что на улице Магистральной большая часть хвоинок значительно повреждена, в то время как за городом подавляющее их большинство не имеет явных признаков поражений, что говорит о большей степени загрязнённости воздуха вблизи ЖД вокзала.

Опыт 2.

Определение загрязнённости атмосферного воздуха путём математического анализа частоты встречаемости хвоинок различной длины.

Цель опыта: определить степень загрязнённости атмосферы по длине хвоинок сосны обыкновенной.

Оборудование и материалы: лупа, линейка

Методика проведения опыта.

Использовались те же мониторинговые площадки, что и в первом опыте. В результате проведенных визуальных анализов было установлено, что состояние деревьев отличается. Математический анализ частоты встречаемости хвоинок различной длины показал, что в «чистой» зоне чаще всего встречаются хвоинки длиной 50-60 мм, а в «загрязненной» - 30-40 мм. Разница между выборками ярко выражена. Опытным путем было установлено, что в грязной зоне хвоинки с усыханием преобладают над неповрежденными. В зоне с большим содержанием газа и пыли количество хвоинок с пятнами почти в два раза больше, чем в чистой зоне. Это свидетельствует о том, что в загрязненном

воздухе содержится в два раза больше опасных веществ, которые задерживаются листовой поверхностью сосны, приводя к образованию пятен с последующим усыханием.

Полученные результаты исследования подтвердили, что район ЖД вокзала наиболее неблагоприятный по степени загрязнения атмосферного воздуха. Мы полагаем, что это объясняется загруженностью транспортом.

Из этого можно сделать **вывод**: длина хвои является информативным показателем индикации загрязнения сосны обыкновенной.

Общие выводы по итогам исследования таковы:

Наша гипотеза о том, что сосна может служить показателем экологической обстановки в городе подтвердилась.

- сосна обыкновенная -наиболее чувствительна к загрязнению воздуха и может служить инструментом для проведения экологического мониторинга;
- используя метод визуальной и количественной оценки хвои сосны, можно определить уровень загрязнения атмосферы.
- атмосферный воздух за городом самый чистый из всех исследуемых районов.

Литература.

- 1.Биология. Большой энциклопедический словарь – М.: Большая Российская энциклопедия, 2001.
- 2.Васильев А.Е. Ботаника. Анатомия и морфология растений. / А.Е. Васильев [и др.] – М.: Просвещение, 1988.
- 3.Еленевский А.Г. Ботаника: систематика высших, или наземных растений./ А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров – М.: Академия, 2006
- 4.Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – М. Мир, 1986
- 5.Рейвн П. Современная ботаника. В 2 т./ П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн; пер с англ. – М.: Мир, 1990
- 6.Федоров А.И., Никольской А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. / А.И. Федоров, А.Н. Никольской – М.: Владос, 2001
- 7.Якушкина Н.И. Физиология растений. / Н.И. Якушкина – М.: Владос, 2005

5/2. Исследовательская работа: «Определение содержания витамина С в кипрее узколистном (иван – чае)»

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Обзор литературы.	4
Глава 2. Основная часть.	6
Опыт 1 . Эталонное определение количества аскорбиновой кислоты (витамина С).	8
Опыт 2.Определение количества витамина С в соке лимона.	8
Опыт 3.Определение количества витамина С в настое шиповника	8
Опыт 4.Определение количества витамина С в настое кипрея узколистного.	8
Заключение	9
Выводы	9
Список литературы	11

Введение.

Однажды я прочла славянскую легенду: «За грехи людей боги распространили болезни. Начался мор. На мольбы славян откликнулась только одна богиня – Купальница. Приплыв ночью по небу на серебряной ладье она бросила на землю семена лекарственного растения и уже утром, в этом месте зацвел Иван-чай...»

У меня возник вопрос:растение растет практически повсеместно как сорняк, возможно, оно обладает какими-то полезными для человека свойствами? Ведь не случайно появилась такая легенда. Оказалось, что иван-чай или кипрейузколистный известен в нашей стране с давних пор.В старину из этого целебного растения на Руси заваривали чай.И слово чай - исконно русское слово, означающее надежду.А название «иван-чай» он получил за границей, когда стали его поставлять с конца XIV – начала XV века в Европу.

Десятки тысяч пудов иван-чая в год потребляли европейские страны, где его называли «русским чаем». Особенно высоко ценили прекрасные свойства иван-чая английские аристократы и монархи. Имея возможность сравнивать и выбирать лучшие в мире сорта, британцы предпочитали иван-чай. Статья о нём вошла в Большую Британскую энциклопедию в XVIII веке.

Иван-чай всегда был неотъемлемой частью жизни русского народа: наши предки и переговоры деловые вели за чашечкой иван-чая, и весёлые праздничные застолья отмечали непременно с самоваром на столе. И в настоящее время существует огромное количество поклонников этого удивительного растения.

Мало кто из современников может похвастаться отменным здоровьем, хотя практически каждый человек знает, что многие лекарственные растения и травы излечивают. Есть травы, которые лечат не одну болезнь и оказывают благотворное влияние на весь организм. К таким травам относится ромашка лекарственная, мать-и-мачеха, календула лекарственная, а также кипрей узколистный или иван-чай. Наши далекие предки благодаря повседневному употреблению кипрея узколистного были здоровыми, сильными и выносливыми. Да и обычаи и традиции северян сформированы, говоря на современном языке, на "здоровьесберегающих" технологиях, основа которых - единство человека и природы. Так, коренные жители Ямала, которые растительную пищу употребляют в небольших количествах, в качестве чайной заварки всегда используют не только листья морошки, но и кипрея узколистного, особенно в холодное время года.

Известно, что замечательными свойствами, способствующими повышению иммунитета в период простудных заболеваний, обладает витамин С. А содержится ли витамин С в кипрее узколистном (иван-чае)?

Актуальность: обладая информацией о содержании витамина С в кипрее узколистном, можно выбрать для себя наиболее подходящий вариант восполнения недостатка этого витамина с помощью безопасных и экологически чистых средств.

Объект исследования: кипрей узколистный.

Предмет исследования: содержание витамина С в кипрее узколистном.

Цель работы: количественное определение содержания витамина С в кипрее узколистном.

Гипотеза: количественное содержание витамина С в кипрее узколистном не уступает признанным по содержанию этого витамина лидерам – лимону и шиповнику.

В связи с выдвинутой гипотезой были поставлены следующие

Задачи:

1. Изучить теоретический материал о свойствах кипрея узколистного и его влиянии на организм человека.

2. В летнее время провести сбор и подготовку сырья (кипрея узколистного) для дальнейших исследований.

3. Определить наличие и количество витамина С в кипрее узколистном, лимоне и шиповнике.

4. Сравнить количественные показатели наличия витамина С в кипрее узколистном, лимоне и шиповнике.

5. Дать рекомендации по употреблению кипрея узколистного.

6. Обобщить данные, сделать выводы.

Методы исследования: анализ литературы, лабораторный анализ, сравнение, обобщение, обработка данных.

Глава 1. Обзор литературы.

Из "Большого энциклопедического словаря" по биологии нам стало известно, что кипрей узколистный – двудольное растение семейства кипрейных. Это многолетняя трава высотой до двух метров, с цельными листьями. Имеет правильные или слегка неправильные цветки, большей частью розового или пурпурного цвета, с 4-членным околоцветником, с восьмью тычинками, плодом, представляющим из себя длинную узкую коробочку. Кипрей имеет семена с пучком волосков и распространяется ветром. В народе кипрей часто называют «медовой травой», потому что это растение считается одним из главных медоносов, цветет кипрей с июня по сентябрь.

В своей книге "Земли тюменской травы целебные" авторы Л.Н. Сурина, А.А. Баранов, С.В. Сурин-Левицкий пишут о том, что растет кипрей на светлых местах: порубках, лесных гарях, по сырым еловым и сосновым лесам, по оврагам, насыпям, вдоль дорог. В Тюменской области встречается от Полярного круга до степей Казахстана. Причем, чем дальше на Север, тем больше витаминов в кипрее

узколистном. Так, если в окрестностях Тюмени перед цветением содержится 260 мг/100г витамина С, то вблизи Нового Уренгоя соответственно 810мг/100г.

Из книги М.Б. Воронина «Городецкий чай — отрада душе, здоровье телу» мы узнали, что в 100 граммах массы кипрея узколистного содержится 23 мг железа, 1,3 мг никеля, 2,3 мг меди, 16 мг марганца, 1,3 мг титана, 0,44 мг молибдена и 6 мг бора.

Таким набором микроэлементов может похвастать далеко не каждое растение. Листья кипрея богаты дубильными веществами, слизью, хлорофиллом и витамином С. По своим противовоспалительным свойствам он опережает таких признанных лидеров, как кора ивы, дуба и толокнянки. Свежий чай из этого растения оказывает благоприятное воздействие при бессоннице и головных болях. Кипрей узколистный отличается абсолютным отсутствием кофеина. И потому с полным правом относится к успокоительным средствам, лишь немного уступая в этом отношении валериане и пустырнику.

А.П. Попов в книге "Лекарственные растения в народной медицине" обращает внимание на то, что содержание витамина С в кипрее узколистном в 6 раз превышает содержание этого витамина в лимоне, подчеркивает, что настои и отвары из листьев кипрея издавна использовались на Руси для укрепления иммунитета.

Впервые упоминания о полезных свойствах этого растения встречаются еще в трудах Авиценны, о чем пишет Амирдовлат Амасиаци в своей книге "Ненужное для неучей", вышедшей в серии "Научное наследие" том 13.

Поскольку мы живем на Севере, где практически не заканчивается период простудных заболеваний, очень важно использовать все возможные средства для укрепления иммунитета, особенно такое доступное и ценное растение как кипрей узколистный.

Мы решили изучить литературу посвященную сбору и заготовке кипрея узколистного и подготовить собственное сырье для исследований.

Глава 2. Основная часть.

Сбор и подготовка сырья для исследований.

Для заготовки кипрея узколистного есть несколько способов, от которых напрямую зависят вкус и аромат напитка. Познакомившись с различными методиками, мы за основу взяли методику предложенную компанией «Сбор Трав» на сайте http://sbortrav.ru/index.php?route=pavblog/blog&blog_id=19.

1. Листья и цветы кипрея узколистного мы собирали в конце июня в лесу на расстоянии 7-8 км от города Ноябрьска, так как для сбора необходимо использовать растения, выросшие в экологически чистых местах.

2. Листья складывали отдельно от цветов, плотно набивая полиэтиленовые пакеты. Оставляли на сутки для того чтобы начался процесс ферментации.

3. На вторые сутки перекладывали в эмалированные кастрюли, плотно утрамбовывали. Оставляли на трое суток при температуре 24-26 градусов, постоянно перемешивали, перетирали до появления как можно большего количества сока, необходимого для закваски растений и снова утрамбовывали. В начале сырье имеет запах травы, а в конце третьих суток появляется запах напоминающий запах сушеной груши. Это означает, что процесс ферментации закончен.

4. Сырьё выложили на противень тонким слоем в 1 см и сушили в духовом шкафу при температуре 100 градусов в течение 1,5 часов, постоянно помешивая. Дверца шкафа оставалась приоткрытой, для того чтобы уходила влага.

5. Полученное сырье разложили в хорошо закрывающиеся стеклянные банки для того чтобы сохранить все полезные свойства.

Методика исследования.

Для определения количества витамина С решили использовать методику О. Ольгина, которую он описывает в книге «Опыты без взрывов» - титрование. Титрование – определение концентрации раствора добавлением к нему другого раствора известной концентрации. Конечная точка титрования – признак завершения титрования обнаруживается по изменению окраски индикатора

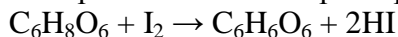
В своей работе Олег Ольгин пишет, что аскорбиновая кислота легко окисляется йодом. Для проведения опытов мы приобрели аптечный спиртовой раствор йода с концентрацией 5%, т.е. 5г в 100 мл. Далее приготовили раствор крахмала: развели 1г крахмала в небольшом количестве холодной воды, вылили в стакан (200 мл) кипятка и кипятили 1 минуту. Остывший раствор хранили в холодильнике, использовали в течение недели, затем готовили новый.

Титрование проводили с помощью пипетки. Для этого сначала посчитали количество капель, содержащихся в 10 мл аптечной склянки с йодом. Оказалось, что в 10 мл раствора содержится 75 капель, значит в 1 мл - 7,5 капель.

Прежде чем приступить к основному анализу Олег Ольгин рекомендует потренироваться на чистой аскорбиновой кислоте.

Опыт 1. Эталонное определение количества аскорбиновой кислоты (витамина С).

Аскорбиновая кислота реагирует с йодом по следующему уравнению реакции:



Исходя из уравнения реакции, мы посчитали, что 1 мл 5%-ного раствора йода соответствует 35 мг аскорбиновой кислоты. Далее определяем количество витамина С в аптечной аскорбиновой кислоте. Для этого взяли 0,5 г аптечной аскорбиновой кислоты, растворили в 500 мл воды и отобрали 25 мл раствора. Добавили примерно полстакана воды - точное ее количество значения не имеет (согласно методике О. Ольгина) - и еще 2-3 мл раствора крахмала. Теперь осторожно, по каплям, прибавляли из аптечной пипетки раствор йода, постоянно взбалтывая содержимое, внимательно считали капли и следили за цветом раствора. Как только йод окислил всю аскорбиновую кислоту, раствор окрасился в синий цвет. Изменение окраски свидетельствует, что процесс титрования закончен.

На титрование 25 мл раствора аскорбиновой кислоты было израсходовано 5 капель раствора йода, что соответствует приблизительно 0,7 мл. Подсчитаем количество витамина С: $35 \times 0,7 = 24,5$ мг, а в исходной таблетке - в 4 раза больше, то есть 98 мг. Таблетка содержала 0,1 г (100 мг) витамина С. Отсюда делаем вывод, что работа проведена правильно.

Последующие опыты провели трижды для получения более точных результатов. Сравнивали содержание витамина С в мг на 100 г продукта.

Опыт 2. Определение количества витамина С в соке лимона.

Отжали 25 мл лимонного сока. Добавили 2-3 мл раствора крахмала. Далее по каплям добавляли раствор йода. На титрование свежеприготовленного сока израсходовалось 2 капли, что составило 0,3 мл раствора йода. Следовательно, в 25 мл сока было 10,5 мг витамина С ($35 \times 0,3$), а в 100 г - 41,0 мг. По справочным данным в лимоне 40-60 мг/100 г.

Опыт 3. Определение количества витамина С в настое шиповника.

Из купленных в аптеке плодов шиповника приготовили настой в термосе - 25 г плодов шиповника залили 0,5 л воды при температуре 80 градусов и настаивали 5-6 часов. Приготовление настоя в термосе способствует более полному экстрагированию витаминов, а герметичность, ограничивая доступ кислорода, препятствует окислению и разрушению их. Для анализа взяли 25 мл раствора шиповника. Добавили 2-3 мл раствора крахмала. По каплям добавляли раствор йода. На титрование ушло 3 капли, что составило приблизительно 0,4 мл. Значит аскорбиновой кислоты в 25 мл раствора шиповника приблизительно 14 мг ($35 \times 0,4$), т.е. такое количество витамина С содержится в 1,25 г шиповника, значит в 100 г содержится 1,12 г витамина С. По справочным данным в сухом шиповнике 1200 мг/100 г.

Опыт 4. Определение количества витамина С в настое кипрея.

Из заготовленного сырья кипрея узколистного приготовили настой в термосе - 25 г листьев залили 0,5 л воды при температуре 80 градусов и настаивали 5-6 часов. Для анализа взяли 25 мл раствора кипрея узколистного. Добавили 2-3 мл раствора крахмала. По каплям добавляли раствор йода. На титрование ушло 1,5 капли, что составило приблизительно 0,2 мл. Значит витамина С в 25 мл раствора кипрея узколистного приблизительно 7,0 мг ($35 \times 0,2$), т.е. такое количество витамина С содержится в 1,25 г кипрея, значит в 100 г содержится 0,56 г витамина С, т.е. в сухом кипрее узколистном 560 мг/100 г.

Вывод: самым богатым источником витамина С можно считать сушёные плоды шиповника, кипрей узколистный занимает второе место.

Заключение: В настоящее время на основании многочисленных исследований и тщательного изучения достижений народной медицины все большее признание находит применение в лечении и профилактике заболеваний растительные лекарственные препараты. Огромный резерв полезных растений с повышенным содержанием различных ценных веществ, представляет флора ЯНАО.

Как известно, кипрей узколистный является наиболее распространенным на территории нашего округа растением, в отличие от шиповника, который встречается гораздо реже. Поэтому, несмотря на то, что шиповник безусловный лидер по содержанию витамина С, но кипрей узколистный является более доступным источником этого витамина - жизненно важного в суровых северных условиях. К

тому же витамина С в кипрее узколистом содержится в 10 раз больше, чем в "заморских" цитрусовых. Кипрей узколистый - это кладезь витаминов, которые в буквально смысле "валяются под ногами".

Анализ результатов проведенных исследований показал, что **гипотеза**, выдвинутая нами в начале работы о том, что количественное содержание витамина С в кипрее узколистом не уступает признанным по содержанию этого витамина лидерам – лимону и шиповнику, подтвердилась **частично**.

На основании проделанной работы, мы пришли к следующим **выводам**:

1. Кипрей узколистый является широко распространенным и очень ценным растением, произрастающим повсеместно на территории нашего округа.

2. Количественный анализ показал: содержание витамина С в кипрее узколистом составляет 560 мг/100г.

3. Сравнительный анализ показал: по содержанию витамина С кипрей узколистый занимает второе место, после шиповника, опережая лимоны.

В связи с этим мы разработали наши **рекомендации**: в период взросления риска простудных заболеваний, в качестве чайной заварки использовать кипрей узколистый.

В нашей семье это растение в качестве чайной заварки используется уже давно. Существует несколько способов. Мы предлагаем один из них.

Способ заварки:

Три – четыре чайные ложки ферментированного кипрея помещаем в заварочный чайник и заливаем 250 горячей воды при температуре приблизительно 80°C: даем немного настояться, минут 15-20. Для этого чтобы кипрей максимально "отдал" все свои полезные вещества, необходимо 2-3 раза налить из чайника в чашку и вылить обратно. Можно употреблять в таком виде, можно добавить ложечку меда, это только улучшит вкус напитка. Заваривать можно до 3-5 раз, вкус от этого не портится.

Список литературы:

1. Амирдовлат Амосиаци. Ненужное для неучей / Научное наследие, том 13 - М.: Наука, 1990.
2. Биология. Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С.Гиляров. - 3-е изд. - М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. - <http://forym.wmsite.ru/spravochniki-enciklopedii-slovari-13/biologicheskij-enciklopedicheskij-slovar-gl-red>;
3. Йога по Сути / Аюрведа / Целебные травы произрастающие на нашей территории - <http://www.lip.oum.ru/ayurveda/tselebnie-travi-proizrastayushchie-na-nashey-territorii/ivan-chay-kiprey-uzkolistniy-epilobium-angustifolium/> /
4. Компания «Сбор Трав» - http://sbortrav.ru/index.php?route=pavblog/blog&blog_id=19
5. Корсун В. Ф., Викторов В. К. и др. Русский Иван-чай. — М.: Артес, 2013. - ISBN 978-5-903926-13-8.
6. М.Б. Воронина. Городецкий чай — отрада душе, здоровье телу. — Н. Новгород: «БИКАР», 2010.
7. Минаева В. Г. Лекарственные растения Сибири/ В.Г. Минаева. - Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991.
8. Научная библиотека диссертаций и авторефератов. Эколого-географические особенности накопления биологически активных веществ кипрея узколистого, произрастающего на территории Красноярского края - <http://www.dissercat.com/content/ekologo-geograficheskie-osobennosti-nakopleniya-biologicheskii-aktivnykh-veshchestv-kipreya-u#ixzz3v2hToxKw>
9. Ольгин О.А. Опыты без взрывов. М.: Химия, 2001.
10. Попов А.П. Лекарственные растения в народной медицине. - Киев: издательство «Здоровье», 1969.
11. Сурина Л.Н., Баранов А.А., Сурин-Левецкий С.В. Земли тюменской травы целебные. – Тюмень: «Слово», 2003.

6. Олимпиадные задания по экологии с ответами.

Часть 1. Задание включает 25 вопросов, к каждому из них предложено 4 варианта ответа. На каждый вопрос выберите только один правильный ответ, который вы считаете наиболее полным и правильным. В матрице ответов впишите букву правильного ответа.

1. Область распространения жизни на нашей планете составляет оболочку Земли, которую называют

- а) атмосферой
- б) гидросферой
- в) литосферой
- г) биосферой

2. Среда жизни, характерная для человека

- а) водная
- б) почвенная
- в) наземно-воздушная
- г) внутренняя среда другого организма

3. Продуценты, консументы и редуценты – это основные структурные компоненты

- а) вида
- б) популяции
- в) биогеоценоза
- г) биосферы

4. Продуцент, но не зеленый

- а) плаун-баранец
- б) хлорелла
- в) эвкалипт
- г) ламинария

5. Конкуренция в экосистеме смешанного леса существует между

- а) березой и подберезовиком
- б) елью и березой
- в) ландышем и березой
- г) грибом трутовиком и черникой

6. Определите верно составленную пищевую цепь

- а) капуста → гусеница капустной белянки → синица → ястреб
- б) ястреб → гусеница капустной белянки → капуста → синица
- в) капуста → синица → гусеница капустной белянки → ястреб
- г) гусеница капустной белянки → капуста → синица → ястреб

7. Из перечисленных животных наибольшее количество пищи по сравнению с собственным весом требуется

- а) слону
- б) синице
- в) бурому медведю
- г) ястребу-тетеревятнику

8. Первоначальный источник энергии в экосистеме леса

- а) перегной
- б) минеральные вещества
- в) солнечный свет
- г) почвенные бактерий

9. Весь комплекс пищевых взаимоотношений между организмами в экосистемах

- а) цепь питания
- б) пищевая сеть
- в) экологическая пирамида
- г) экологическая сетка

10. К антропогенным факторам относят

- а) образование карьеров
- б) влагоемкость почвы
- в) продолжительность светового дня
- г) естественный фон радиации

11. Продуценты в экосистеме заливного луга

- а) разлагают органические вещества
- б) создают органические вещества
- в) обеспечивают процесс гниения
- г) потребляют готовые органические вещества

12. Все виды, образующие пищевую цепь, существуют за счет органического вещества, созданного

- а) только растениями
- б) только растениями и животными
- в) животными, грибами, бактериями
- г) растениями, циано- и хемосинтезирующими бактериями

13. Наибольшее число ярусов можно насчитать в растительном сообществе:

- а) болота;
- б) леса;
- в) степи;
- г) луга.

14. Появление новых паразитов наряду со старыми

- а) положительно влияет на жизнь популяции
- б) стимулирует появление у старых паразитов новых адаптации
- в) приводит к гибели хозяина или сокращению его численности
- г) не вызывает изменений в популяции

15. Какие отношения формируются в биоценозе между организмами со сходными потребностями

- а) паразит – хозяин
- в) хищник – жертва

б) конкурентные г) симбиотические

16. Растения – паразиты заразиху, петров крест относят к

- а) продуцентам в) консументам I порядка
б) редуцентам г) консументам II порядка

17. Примером биоценоза является совокупность

- а) деревьев и кустарников в парке
б) растений, выращиваемых в ботаническом саду
в) птиц и млекопитающих, обитающих в еловом лесу
г) организмов, обитающих на болоте

18. Роль растений в биосфере состоит в

- а) освобождении энергии
б) поглощении и использовании солнечной энергии
в) разрушение первичной продукции
г) превращение органических веществ в неорганические

19. Растительноядные позвоночные животные в биоценозе играют роль

- а) потребителей органических веществ
б) потребителей неорганических веществ
в) конечного звена цепи питания
г) конечных разрушителей органических веществ

20. Численность популяции колорадского жука, завезенного из Америки в Европу, сильно возросла из-за

- а) систематического окучевания картофеля
б) отсутствия врагов и конкурентов
в) использование в пищу разнообразных кормов
г) более благоприятного климата

21. Сокращение численности хищных животных в лесных биоценозах приведет к

- а) расширению кормовой базы насекомоядных птиц
б) распространению заболеваний среди травоядных животных
в) увеличению видового разнообразия растений
г) уменьшению видового разнообразия растений

22. Бобовые растения, образующие симбиоз с клубеньковыми бактериями, включаются в круговорот:

- а) углерода в) фосфора
б) азота г) калия

23. Заповедники – это

- а) ландшафты, временно изъяты из хозяйственного использования
б) территории, которые используются в селекции
в) экосистемы, изъяты из хозяйственной деятельности
г) территории, отведенные для отдыха людей

24. Парниковый эффект создается в атмосфере Земли в результате накопления в ней

- а) углекислого газа в) азота
б) пылевых частиц г) ядовитых веществ

25. Уменьшению загрязнения атмосферы, воды, почвы промышленными отходами способствует

- а) использование полиэтиленовой упаковки для бытовых отходов
б) охлаждение промышленных вод на предприятиях с высокой теплоотдачей
в) установка высоких труб на промышленных предприятиях
г) использование малоотходных и безотходных технологий

Часть 2. Задание в виде суждений, с каждым из которых следует согласиться, либо отклонить. В матрице ответов укажите вариант ответа «да» или «нет».

1. Экология – наука о закономерностях охраны окружающей среды.
2. Компоненты биогеоценоза, синтезирующие органические вещества, называются сапрофитами.
3. В экосистеме смешанного леса паразитические отношения устанавливаются между березами и грибами трутовиками.
4. Элементы неживой природы, влияющие на организм, - это абиотические факторы.

5. В течение года длина светового дня, в отличие от иных экологических факторов, изменяются строго закономерно.
6. Термин «популяция» происходит от греческого «популюс», что означает жизнь.
7. Строительство городов – фактор антропогенный косвенного действия.
8. Бактерии гниения по типу питания относят к группе сапротрофов.
9. Появление озоновых дыр приводит к повышению ультрафиолетового облучения.
10. Отношения в экосистеме между организмами разных видов со сходными потребностями относят к типу хищник – жертва.

Часть 3. При выполнении заданий на соответствие к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите в матрицу ответов цифры под соответствующими буквами.

3.1. Установите соответствие между компонентами биоценоза и конкретными представителями.

Представители	Компоненты биоценоза
А) липа Б) дождевой червь В) инфузория Г) медуница Д) кузнечик Е) раковинная амеба Ж) боярышник З) дрозд	1) зооценоз 2) фитоценоз 3) микробиоценоз

3.2. Установите соответствие между особенностью питания организма и группой организмов.

Особенности питания	Группа организмов
А) захватывают пищу путем фагоцитоза Б) используют энергию, освобождающуюся при окислении неорганических веществ В) получают пищу путем фильтрации воды Г) синтезируют органические вещества из неорганических Д) используют энергию солнечного света Е) используют энергию, заключенную в пище	1) автотрофы 2) гетеротрофы

3.3. Установите соответствие между организмом и трофической группой, к которой его относят.

Организм	Трофическая группа
А) холерный вибрион Б) бактерия брожения В) туберкулезная палочка Г) столбнячная палочка Д) сенная палочка Е) бактерия гниения	1) сапротрофы 2) паразиты

Часть 4. На предложенное задание дайте полный развернутый ответ. Ответ запишите четко и разборчиво.

Объясните, как осуществляется регуляция численности насекомых, насекомоядных и хищных птиц в экосистеме смешанного леса, если численность насекомых возрастает.

Ответы.

Часть 1. (25 баллов)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-10	Г	В	В	Г	Б	А	Б	В	Б	А
11-20	Б	Б	Б	Б	Б	В	Г	Б	Б	Б
21-25	Б	Б	В	А	Г					

Часть 2. (10 баллов)

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

«да»			+	+	+		+	+	+	
«нет»	+	+				+				+

Часть 3. (8,5 баллов)

3.1. (8 баллов)

Представители	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Компоненты биоценоза	2	1	3	2	1	3	2	1

3.2. (6 баллов)

Особенности питания	А	Б	В	Г	Д	Е
Группа организмов	2	1	2	1	1	2

3.3 (6 баллов)

Организм	А	Б	В	Г	Д	Е
Трофическая группа	2	1	2	2	1	1

Часть 4. На предложенное задание дайте полный развернутый ответ. Ответ запишите четко и разборчиво (3 балла)

Содержание верного ответа и указания к оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)	Баллы
<u>Элементы ответа:</u> 1. при увеличении численности насекомых увеличивается численность насекомоядных птиц, что приводит к уменьшению численности насекомых; 2. увеличение численности насекомоядных птиц приводит к увеличению численности хищных птиц, что приводит в дальнейшем к сокращению численности насекомоядных птиц; 3. уменьшение численности насекомоядных птиц приводит в дальнейшем к возрастанию численности насекомых.	
Ответ включает все названные элементы и не содержит биологических ошибок	3
Ответ включает 2 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 3 из названных выше элементов, но содержит негрубые биологические ошибки	2
Ответ включает 1 из названных выше элементов и не содержит биологических ошибок, ИЛИ ответ включает 2 из названных выше элементов, но содержит негрубые биологические ошибки	1
Ответ неправильный	0
Максимальный балл	3