

1. Понятие экологии. Этапы развития экологии.

Экология (от греч. *oikos* – дом, жилище и *logos* – слово, учение) – наука, изучающая условия существования живых организмов на планете Земля и взаимосвязи между организмами и средой их обитания.

Изначально экология развивалась как самостоятельная часть биологической науки и была тесно связана с другими естественными науками – химией, физикой, географией, математикой.

Предмет экологии – структура связей между организмами и средой их обитания. Главный объект изучения экологии – *экосистемы*, т.е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой их обитания. Помимо этого, экология изучает отдельные *виды организмов*, их *популяции* и *биосферу* в целом.

В последнее время именно изучение биосферы становится приоритетной задачей экологии, особенно взаимодействие с ней человека. Это связано с резким усилением взаимного отрицательного влияния человека и среды. В процессе своей деятельности (*антропогенная деятельность*) человек разрушает складывающиеся сотнями тысяч лет природные комплексы, опустошает обширнейшие территории. Конечно и раньше (в античную эпоху, в средние века) люди совершали подобные ошибки. Но в те времена и людей было меньше (как минимум раз в 30), и влияние человека на природу было ограниченным (не было техники и технологий).

В наше время огромное давление на природу (в том числе, на человека) оказывает научно-технический прогресс. С ним в нашу жизнь пришло множество проблем: загазованность атмосферы, химическое загрязнение водоёмов, разрушение почв, применение пестицидов, удобрений и ядохимикатов, производство генетически модифицированной продукции, повышенный радиационный фон, разрушение озонового слоя, накопление медленно разлагающихся отходов и т.д. Как результат – возникновение экологических болезней человека – аллергии, диабет, СПИД. Поскольку антропогенный пресс в большинстве случаев затрагивает ДНК, то участились случаи наследственных и онкологических заболеваний. Без преувеличения можно сказать, что весь мир сегодня переживает самый сложный экологический кризис.

Таким образом, современная экология перестаёт быть биологической дисциплиной и превращается в междисциплинарное направление, что приводит к «экологизации» многих естественных, технических и гуманитарных наук.

Этапы развития экологии. В истории экологии выделяют 3 основных этапа. *I этап* (до 60-х гг. XIX века) – накопление сведений о взаимосвязи живых организмов со средой их обитания. Элементы экологического подхода прослеживались в исследованиях многих зарубежных (А. Реомюр, А. Трамбле, К. Линней) и русских учёных (И.И. Лепёхин, С.П. Крашенинников). В этот период Ж.-Б. Ламарк и Т. Мальтус впервые предупредили человечество о возможных негативных последствиях его неразумного воздействия на природу.

II этап (с 60-х гг. XIX века) – экология становится самостоятельной отраслью знаний. В это время выходят работы русских учёных К.Ф. Рулье, Н.А. Северцова, В.В. Докучаева, которые впервые обосновали ряд принципов и понятий экологии. В 1877 г немецкий гидробиолог К. Мёбиус вводит понятие о *биоценозе* как о закономерном сочетании организмов в определённых условиях среды. Неоценимый вклад в развитие экологии внёс Ч. Дарвин: то, что он называл «борьбой за существование», можно объяснить с экологических позиций как взаимоотношение живых существ между собой и со средой обитания.

Немецкий биолог Э. Геккель первый понял, что это самостоятельная и очень важная область биологии и назвал её *экологией* (1866). Как самостоятельная наука экология окончательно оформилась в начале XX века. В это время публикуются важные сводки и обобщения по экологии (Ч. Адамс, В. Шелфорд, Р. Гессе, К. Раункер и др.). Крупнейший русский учёный В.И. Вернадский создаёт фундаментальное учение о биосфере.

В 30-40 гг. в экологии появился новый подход к изучению природных систем. А. Тенсли выдвинул понятие об *экосистеме* (1935), а несколько позже В.Н. Сукачёв обосновал близкое этому представление о *биогеоценозе*. В это время уровень русской экологии был самым передовым в мире благодаря фундаментальным разработкам В.И. Вернадского, В.Н. Сукачёва, Э.С. Бауэра, Г.Г. Гаузе, В.Н. Беклемишева, Д.Н. Кашкарова и др.

III этап (с 50-х гг. XX века до настоящего времени) – превращение экологии в комплексную науку. В связи с резким усилением воздействия человека на природу экология приобретает особое значение и из строго биологической науки она становится междисциплинарным направлением. Современный период развития экологии связан с именами таких учёных, как Ю. Одум, Э. Пианка, М. Бигон, Р. Уиттекер, А.М. Гиляров, Ю.А. Израэль, Н.Ф. Реймерс, С.С. Шварц, А.В. Яблоков.

2. Разделы экологии.

Итак, в настоящее время экологию необходимо рассматривать как комплексное научное направление, которое обобщает и синтезирует данные естественных и социальных наук о природной среде и её взаимодействии с человеком и обществом. Экологизация коснулась практически всех отраслей знаний, что привело к возникновению целого ряда направлений экологии. Экологический цикл включает около 70 крупных научных дисциплин, а экологический лексикон насчитывает примерно 14 тыс. понятий и терминов.

Основной, традиционной, частью экологии как биологической науки является *общая экология*, изучающая общие закономерности взаимоотношений любых живых организмов (включая человека) и среды их обитания. В свою очередь, в составе общей экологии выделяю следующие разделы:

- *Аутэкология* (экология организмов, факториальная экология) – изучает индивидуальные связи отдельных организмов с окружающей средой, а также факторы среды и их действие на организмы.
- *Популяционная экология* (демоэкология) – изучает структуру и динамику популяций отдельных видов, экологические закономерности существования популяций. Иногда рассматривают как особый раздел аутэкологии.
- *Синэкология* (биоценология) – изучает взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем с окружающей средой, а также экологические закономерности функционирования экосистем.
- *Учение о биосфере* (глобальная экология) – изучает роль живых организмов (живое вещество) и продуктов их жизнедеятельности в создании земной оболочки и её функционировании.

Для всех этих направлений главной целью является изучение выживания живых существ в окружающей среде, а задачи в основном биологические – изучить закономерности адаптации организмов и их сообществ к окружающей среде. Поэтому общую экологию нередко называю *биоэкологией*.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования – *экология растений, э. животных, э. микроорганизмов*.

На стыке экологии с другими отраслями знаний возникают смежные направления – *инженерная экология, геоэкология, математическая э., сельскохозяйственная э., космическая э.* Экологическими проблемами Земли как планеты занимается интенсивно развивающаяся *глобальная экология*, изучающая биосферу как глобальную экосистему. В настоящее время появились *социальная экология*, изучающая взаимоотношение в системе «природа - человеческое общество», и её отдельная часть – *экология человека*, в которой рассматривается взаимодействие человека с окружающим миром.

С научно-практической точки зрения экология делится на *теоретическую* (вскрывает общие закономерности организации жизни) и *прикладную экологию* (изучает механизмы разрушения биосферы человеком и способы предотвращения этого процесса).

3. Уровни организации живого вещества

Природные системы, изучаемые экологией, имеют несколько уровней структурно-функциональной организации. Эти уровни отражают общую иерархию природных систем, при которой меньшие подсистемы составляют большие подсистемы, в свою очередь являющиеся подсистемами более крупных систем. Свойства каждого отдельного уровня значительно сложнее и многообразнее предыдущего. Такое явление называется *эмерджентностью* наличием у системы особых свойств, которых нет у составляющих её подсистем.

Молекулярно-генетический уровень – идёт репродукция жизненно важных молекулярных структур, в которых закодирована генетическая информация – *генетических систем* (молекулы нуклеиновых кислот, белки, гены, хромосомы, генотип). Таким образом обеспечивается передача наследственной информации от поколения к поколению. Поэтому данный уровень считается элементарной основой эволюции.

Клеточный уровень – все основные жизненные функции, определяющие специфику жизни, происходят на уровне клетки. Благодаря разделению функций между специфическими клеточными структурами происходит пространственное разграничение и упорядочение процессов жизнедеятельности. *Клеточные системы* представлены тканями – комплексами клеток, сходных по строению, происхождению и выполняемым функциям. Из тканей состоят органы – специализированные структуры, выполняющие в организме определённые функции и образующие, в свою очередь, системы органов и организмы.

Организменный уровень (онтогенетический) – в результате декодирования и реализации наследственной информации появляются конкретные организмы, особи, индивиды. Они обладают определёнными особенностями структуры (морфологические особенности) и функций (физиологические,

биофизические и биохимические особенности). На основе генотипа в данных условиях среды формируется фенотип. В экологии организм рассматривается как целостная система, взаимодействующая с абиотическими и биотическими компонентами внешней среды.

Органно-тканевой

Популяционно-видовой уровень – совокупности отдельных особей образуют популяции и виды. **Биологический вид** – группа сходных особей (по анатомическим, морфо-физиологическим, биохимическим и поведенческим признакам), способная к взаимному скрещиванию и закономерно распространённая в пределах ареала. Несмотря на общность свойств, каждая особь внутри вида имеет свои индивидуальные особенности и её отношение к воздействию факторов окружающей среды различно. Так, повышение температуры часть особей может не выдержать и погибнуть, но вид целиком выживет за счёт других, более приспособленных особей. **Популяция** – совокупность особей одного вида, которая в течение большого числа поколений населяет определённое пространство с относительно однородными условиями обитания, свободно скрещивается и потому имеет общий генофонд. Вид состоит из территориально разобщённых популяций.

Биоценотический уровень – настоящих одновидовых группировок в природе не существует, и в экологии обычно имеют дело с группировками, состоящими из многих видов организмов (растения, животные, микроорганизмы, грибы). Такие *популяционные системы* называют биологическими сообществами, или *биоценозами*. Термин «биоценоз» впервые предложил К. Мёбиус (1877). Территориально биоценоз ограничен определённым географическим пространством с определёнными условиями среды (воздух, вода, почвы и подстилающие их горные породы), в которых и существуют компоненты биоценоза. Биотоп и биоценоз не просто существуют рядом, а активно взаимодействуют между собой, создавая биологическую систему, которую академик В.Н. Сукачёв назвал *биогеоценозом* (конец 30-х гг 20 века). Представления В.Н.Сукачёва в дальнейшем легли в основу биогеоценологии – направления в биологии, изучающего взаимодействие организмов между собой и с окружающей средой.

Биосферный – все биогеоценозы Земли объединяются в единую систему на основе общего круговорота веществ и энергии – *биосферу*. Единый биосферный круговорот вызван жизнедеятельностью организмов.

4. Главный объект изучения экологии.

Им являются экосистемы. *Экосистема* – пространственно определённая совокупность живых организмов и среды их обитания, объединённых вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями. Термин «экосистема» был введён в экологию английским ботаником А. Тенсли в 1935 г. Сразу после него в конце 30-х гг. XX века В.Н. Сукачёв вводит понятие «биогеоценоза». Часто оба эти термина считают синонимами.

Любая экосистема состоит из двух блоков 1) *экотон*, или *биотоп* – участок с одинаковыми ландшафтными, климатическими и почвенными условиями; 2) *сообщество*, или *биоценоз* – совокупность живых организмов разных видов, совместно населяющих данный экотон. Иногда в экосистеме может отсутствовать одно из звеньев (на некоторых участках почвы отсутствует растительность, но в целом экосистема нормально функционирует).

Выделяют: *микроэкосистемы* (подушка лишайника на стволе дерева), *мезоэкосистемы* (озеро, пруд, степь, лес, пустыня и т.д.), *макроэкосистемы* (остров, континент, океан), *глобальная экосистема* (биосфера Земли).

Все природные экосистемы – открытые. Они должны получать и отдавать энергию. Энергетика экосистем регулируется пищевыми взаимоотношениями организмов – *трофическая структура*.

Прежде всего организмы делятся на две большие группы – автотрофы и гетеротрофы. **Автотрофы** – для своего существования используют неорганические вещества создавая из них органику в процессе фотосинтеза и хемосинтеза (зелёные растения, сине-зелёные водоросли, некоторые хемосинтезирующие бактерии). **Гетеротрофы** – потребляют только готовые органические вещества (все животные, человек, грибы). Гетеротрофы, потребляющие мёртвую органику – *сапротрофы* (грибы, бактерии), а способные жить и развиваться в живых организмах за счёт живых тканей – *паразиты*.

В сообществах организмы вступают между собой в сложные трофические взаимодействия, выполняя важные экологические функции: одни производят продукцию – *продуценты*, другие её потребляют – *консументы*, третьи – преобразуют в неорганическую форму – *редуценты*.

Продуцентами являются наземные зелёные растения, микроскопические морские и пресноводные водоросли, производящие органические вещества из неорганических соединений. Среди консументов выделяют потребителей только растительной пищи – *растительоядные*, потребителей мяса других животных – *плотоядные* (хищники, падальщики), а также употребляющие и то и другое – *всеядные* (напри-

мер, человек). Редуценты разлагают органику до простых неорганических соединений (CO_2 , NO_2 , H_2O), возвращают в почву или водную среду биогенные элементы и тем самым завершают биохимический круговорот. Это делают в основном бактерии и грибы. Часто их называют также *микрoконсументами*. Есть мнение, что и насекомые также играют важную роль в процессах разложения мёртвой органики и почвообразования.

Так типичным примером экосистемы может быть подушка лишайника на стволе дерева. Продуцентами здесь являются симбиотические водоросли. Консументы – различные мелкие членистоногие и др. животные. В роли редуцентов выступают гифы грибов и большинство микроскопических животных живущих за счёт тканей отмерших водорослей. Границы этой экосистемы очерчены границами таллома лишайника, но замкнутость круговорота веществ в такой системе невелика: часть продуктов распада выносятся за пределы лишайника дождевыми водами, часть животных мигрирует в другие местообитания. Поэтому стабильность экосистемы лишайника будет поддерживаться если вынос веществ сопровождается их поступлением. В этом отношении любая экосистема – *саморегулирующаяся система*.

В ходе пищевых взаимоотношений организмы в экосистеме создают *трофическую цепь*. Место каждого звена в такой цепи называется *трофическим уровнем*: 1-й уровень – продуценты, 2-й уровень – растительноядные консументы, 3-й уровень – плотоядные консументы, поедающие растительноядные формы, 4-й уровень – консументы, потребляющие других плотоядных и т.д.

Пища, поглощаемая консументами каждого последующего уровня, усваивается не полностью – от 12-20 % у некоторых растительноядных до 75 % и более у плотоядных. Часть пищи – *трата на дыхание* (поддержание метаболических процессов); значительно меньшая часть – трата на рост (образование тканей, запаса веществ и т.д.); часть – в виде экскрементов. Но значительная часть энергии рассеивается в виде тепла при химических реакциях в организме и особенно при активной мышечной работе.

Таким образом, большая часть энергии (около 90%) при переходе с одного трофического уровня на другой, более высокий, теряется. На каждый следующий уровень передаётся не более 10 % энергии от предыдущего. Так, если калорийность растительной пищи 1000 Дж, то при её поедании фитофагом в его теле остаётся 100 Дж, в теле хищника уже 10 Дж, а если этот хищник будет съеден другим, то на его долю придётся лишь 1 Дж энергии.

Однако такая строгая картина перехода энергии с уровня на уровень не совсем реальна, так как трофические цепи экосистем сложно переплетаются, образуя *трофические сети*. Нельзя забывать также мёртвую органику, которой питается значительная часть гетеротрофов. Поэтому различают два вида трофических цепей: *цепи выедания*, или *пастбищные* (начинаются с поедания фотосинтезирующих растений) и *детритные цепи разложения*, которые начинаются с остатков отмерших организмов. Типичный пример пастбищной цепи: первый трофический уровень – зелёные растения, второй – пастбищные животные (т.е. питающиеся этими растениями), третий – хищники. Тела погибших растений и животных, а также их прижизненные физиологические выделения, ещё содержащие энергию и «строительный материал», разлагаются микроорганизмами – редуцентами (грибы и бактерии).

Скорость разложения веществ может быть различной. Экскременты и трупы животных потребляются за несколько недель, тогда как упавшие деревья и ветви могут разлагаться долгие годы. Очень важную роль в разложении древесины играют грибы, которые выделяют размягчающий её фермент целлюлазу, что даёт возможность мелким животным проникать внутрь и поглощать частично размягчённый материал. Кусочки частично разложившегося органического материала называют детритом, а питающихся им животных – *детритофагами*. Последними могут в свою очередь питаться более крупные организмы, и тогда создаётся пищевая цепь другого типа – детритная, начинающаяся с детрита. Типичные примеры лесной детритной цепи: листовая подстилка – дождевой червь – чёрный дрозд – ястреб перепелятник. Типичные наземные детритофаги – дождевые черви, мокрицы, клещи, ногохвостки, нематоды, черви-энхитреиды и др.

Весь процесс развития экосистемы называют *сукцессией*. *Сукцессия* – последовательная смена биоценозов, возникающая на одной и той же территории (биотопе) под влиянием природных факторов или воздействия человека. В более узком смысле, сукцессия – это последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном районе.

Различают первичную и вторичную сукцессии. *Первичная сукцессия* – если формирование сообщества начинается на первоначально свободном субстрате. Она может возникнуть, например, на склоне после оползня или обвала, на отмели, образовавшейся после отступления моря или изменения русла реки. Первичная сукцессия длится порядка 1000 лет.

Вторичная сукцессия – последовательная смена одного сообщества, существовавшего на данном субстрате, другим, более совершенным для данных условий. Например, такая сукцессия может возник-

нуть на месте вырубленного леса. Как правило, заканчивается стадией стабильного сообщества уже через 150-250 лет.

5. Среда обитания. Экологические факторы.

Среда обитания организма – совокупность абиотических и биотических условий его жизни. Свойства среды постоянно меняются, а организмы при этом приспосабливаются к этим изменениям.

Организмы освоили четыре основные среды обитания: водную, наземно-воздушную, почвенную, сами живые организмы (заселены паразитами и симбионтами). В *водной среде* обитает около 150 000 видов животных и 10 000 видов растений, что составляет всего 7 и 8 % от общего числа видов Земли. На основании этого был сделан вывод, что на суше эволюция шла более интенсивно, чем в воде. *Наземно-воздушная* среда в ходе эволюции была освоена позже, чем водная. Её особенность заключается в газообразном составе, низкой влажности, плотности и давлении, высоким содержанием кислорода. В этих специфических условиях у организмов выработались необходимые анатомо-морфологические, физиологические, поведенческие и другие адаптации. *Почвенная среда* – все поверхностные слои горных пород, переработанные и изменённые совместным действием климата и живых организмов.

Приспособления к постоянно меняющимся (в течение суток, года, жизни) условиям среды обитания, называются *адаптациями*. Они проявляются на всех уровнях организации живого – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Изучение адаптаций организмов и экосистем к условиям жизни – одна из главных задач экологии.

Воздействие среды воспринимается организмами через её факторы, которые называются экологическими. *Экологические факторы* – это определённые условия и элементы среды, оказывающие специфическое воздействие на организм. Среди факторов среды, от которых зависят организмы, различают ресурсы и условия. Ресурсы организмы используют, уменьшая их количество для других организмов. К ресурсам относят пищу, убежища, удобные места для размножения и т.д. Условия – это факторы, к которым организмы вынуждены приспосабливаться, но повлиять на них обычно не могут. Один и тот же фактор среды может быть одновременно ресурсом для одних и условием для других видов. Так свет – жизненно необходимый энергетический ресурс для фотосинтезирующих растений (лиственная мозаика – приспособление, позволяющее растению наиболее полно использовать световую энергию), а для обладающих зрением животных – необходимое условие, позволяющее видеть окружающие предметы и ориентироваться в пространстве. Вода для многих организмов также может быть и условием жизни, и ресурсом.

Многообразие экологических факторов русский учёный Э.А. Эверсман в своей работе «Естественная история Оренбургской области» (1840) разделил на абиотические и биотические. Позже к ним было добавлено понятие антропогенных факторов.

Абиотическими факторами называют всю совокупность факторов неживой природы. Среди них различают физические, химические и эдафические факторы.

Физические факторы – их источником является физическое явление или состояние. К ним относятся: интенсивность, качество и продолжительность освещения; температура, течение воды, ветер, влажность воздуха, атмосферное давление, давление толщ воды, а так же топографические характеристики (высота, экспозиция склона и его крутизна).

Химические факторы – определяются химическим составом среды обитания организма. Например, состав воздуха, солёность воды, реакция pH, содержание катионов и анионов, насыщенность кислородом и т.п. Наиболее важное значение для жизни играют шесть элементов: углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера. Замкнутые пути, по которым химические элементы циркулируют из внешней среды в организмы и обратно во внешнюю среду называются – биогеохимическими циклами.

Эдафические факторы, т.е. почвенные – это совокупность химических, физических и механических свойств почв и горных пород, оказывающих воздействие на живущие в них организмы и корневые системы растений. Хотя почва и рассматривается в качестве абиотического фактора среды, правильнее считать её важнейшим связующим звеном между биотическими и абиотическими компонентами наземных экосистем.

В состав почвы входят четыре важнейших структурных компонента: минеральная основа – неорганический компонент, который образовался из материнской породы в результате её выветривания (обычно 50-60% общего состава почвы), органическое вещество (до 10%), воздух (15-25%) и вода (25-35%). Органическое вещество почвы образуется при разложении мёртвых организмов, их частей и экскрементов. Не полностью разложившиеся органические остатки называются *подстилкой*, а конечный продукт разложения – *гумус*, аморфное вещество, в котором уже невозможно распознать первоначаль-

ный материал. Благодаря своим химическим и физическим свойствам гумус улучшает структуру почвы и её аэрацию, повышает способность удерживать воду и питательные вещества.

Почвенный воздух находится в порах между частицами почвы. Между почвой и атмосферой происходит свободный газообмен, в результате чего воздух обеих сред имеет сходный состав. Однако в воздухе почвы из-за дыхания населяющих её организмов несколько меньше кислорода и больше двуокиси углерода, чем в атмосферном воздухе.

Вода, также как и воздух, находится в порах. Часть её может свободно просачиваться вниз до уровня грунтовых вод – гравитационная вода. Другая часть воды удерживается вокруг отдельных почвенных частиц в виде тонкой прочно связанной плёнки – гигроскопическая вода. Эта вода наименее доступна для корней растений. Гигроскопическая вода постепенно переходит в капиллярную, которая удерживается между почвенными частицами силами поверхностного натяжения. Растения легко поглощают эту воду, поэтому капиллярная вода играет наибольшую роль в регулярном снабжении их водой. Общее количество воды, которое может быть удержано почвой называется *полевой влагоёмкостью*.

Вода необходима всем почвенным организмам и поступает в живые клетки путём осмоса. Вода важна как растворитель для питательных веществ и дыхательных газов, поглощаемых из водного раствора корнями растений. Она принимает участие в процессах разрушения материнской породы, подстилающей почву.

Биотические факторы – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания. В свою очередь биотические факторы можно разделить на 2 группы: 1) факторы взаимодействия между особями одного и того же вида; 2) факторы взаимодействия между особями различных видов. *Внутривидовые взаимодействия* складываются из группового (объединение животных одного вида в группы по две и более особей) и массового эффекта (вызванного перенаселением среды). В настоящее время эти эффекты называются *демографическими факторами*, они характеризуют динамику численности популяции, в основе которой лежит *внутривидовая конкуренция*, проявляющаяся в борьбе за пищу, территорию, партнёров по размножению и т.п.

Межвидовые взаимоотношения значительно более разнообразны. Два вида, живущие рядом, могут быть безразличными друг к другу, влиять благоприятно или неблагоприятно. Возможные типы комбинаций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Классификация биотических взаимодействий популяций двух видов
(по Ю.Одуму, 1986)

Тип взаимодействия	Виды		Общий характер взаимодействия
	1	2	
Нейтрализм	0	0	Сожительство двух видов на одной территории не влечёт за собой ни положительных, ни отрицательных последствий для них. Виды не связаны непосредственно и даже не контактируют. Например, белки и лоси в лесу, обезьяны и слоны. Такие отношения характерны для богатых видами сообществ.
Межвидовая конкуренция	-	-	Любое взаимодействие между популяциями, вредно сказывающееся на их росте и выживании. Результатом межвидовой конкуренции может быть либо взаимное приспособление двух видов, либо замещение одного вида другим и его переселение или переход на другую пищу. Например, распределение копытных животных по ярусам питания в саванне (жираф, антилопа, носорог, слон, зебра). Или ярус тенелюбивых и светолюбивых растений в лесу.
Аменсализм	-	0	Популяция 2 подавляет популяцию 1, но сама не испытывает отрицательного воздействия. Обычно при этом происходит торможение роста одного вида продуктами выделения другого. Наиболее хорошо это явление изучено у растений, которые выделяют ядовитые вещества в борьбе с конкурентами – аллелопатия. Очень распространён в водной среде: синезелёные водоросли вызывают цветение воды, тем самым отравляя водную фауну.
Паразитизм	+	-	Организм-потребитель (консумент) использует тело живого хозяина как источник пищи и место своего обитания. Популяция паразитов 1 состоит из меньших по величине особей, чем популяция хозяина 2. Например, насекомые-вредители и растения, кровососущие насекомые и животные, черви и человек и т.д.
Хищничество	+	-	Особь хищника 1 обычно крупнее, чем особь жертвы 2. Хищники – животные,

чество			питающиеся другими животными, которых они ловят и умерщвляют. Для хищников характерно охотничье поведение (акулы, волки, львы, змеи и т.д.). В других случаях изобилие жертв, их небольшой размер и легкодоступность (насекомые, планктон) превращает деятельность хищников (птиц, китов) в простое «собирательство» добычи. Как и в случае паразитизма, обе популяции развиваются синхронно (коэволюция) и с течением времени степень отрицательного взаимодействия снижается, поскольку сильное подавление может привести к уничтожению хозяина и жертвы, а вслед за ним – самого паразита или хищника. Таким образом, при длительном контакте отрицательное влияние становится весьма умеренным, нейтральным и даже благоприятным.
Комменсализм	+	0	Популяция 1 получает пользу от объединения с популяцией 2, для которой это объединение безразлично. Наиболее простой тип положительного взаимодействия. Чаще всего при этом организм использует жилище другого организма, не причиняя ему ни вреда, ни пользы. Например, в океанах и морях в каждой раковине поселяется масса мелких организмов, которые получают здесь укрытие, но не причиняют владельцу ни вреда ни пользы.
Протокооперация	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно. Например, крабы и актинии: краб «сажает» на спину кишечнополостное, которое маскирует и защищает его (имея стрекательные клетки), а оно, в свою очередь, получает от краба кусочки пищи и использует его как транспортное средство.
Мутуализм (симбиоз)	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно. Наиболее важные симбиотические системы возникают между автотрофами и гетеротрофами. Например, бактерии-азотфиксаторы и бобовые растения; жвачные животные и бактерии, обитающие в их рубце. Широко известный пример – симбиоз водоросли и гриба, в результате чего образовались <i>лишайники</i> . В этой связи Ю.Одум, образно говоря, призывает к тому, чтобы «модель лишайника», прошедшая путь от паразитизма водоросли к гармоническому взаимодействию двух различных видов, стала символической для человека, который должен установить мутуалистические отношения с природой, так как зависит от имеющихся ресурсов.

В данной таблице «0» означает отсутствие любого влияния; «+» - вид получает пользу от взаимодействия; «-» - вид получает вред от взаимодействия.

Межвидовые отношения лежат в основе существования биотических сообществ.

По своему действию биотические и абиотические факторы можно разделить на *прямодействующие* (свет, тепло, плодородие почв – для растений) и *косвенно действующие* (они же для животных через цепи питания).

Место вида в природе, преимущественно в биоценозе, включающее как положение в пространстве, так и функциональную роль в сообществе, а также отношение к абиотическим условиям существования называется *экологической нишей*. Важно подчеркнуть, что экониша – это не просто физическое пространство, занимаемое организмом, но и его роль в сообществе. Ю. Одум образно представил экологическую нишу, как «профессию» организма, а его местообитание – «адрес».

Антропогенные факторы – факторы, порождённые человеком. Они также могут быть разделены на положительные и отрицательные. *Положительные* – воспроизводство природных ресурсов, восстановление запасов подземных вод, полезащитное и водоохранное лесоразведение, рекультивация земель на месте разработок полезных ископаемых и т.д. *Отрицательные* (негативные) – вырубка лесов, истощение запасов пресной воды, засоление и опустынивание земель, уничтожение или сокращение численности животных и растений и многое другое. Самым главным и наиболее распространённым видом отрицательного воздействия человека на биосферу является *загрязнение* – поступление в окружающую среду любых твёрдых, жидких и газообразных веществ, энергий (звуки, шумы, излучения) или организмов (биологическое загрязнение) в количествах, вредных для состояния экосистем и здоровья самого человека.

По видам загрязнений выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнение. По масштабам и распространению – локальное, региональное и глобальное. Приоритет учёные-экологи отдают следующим загрязняющим веществам:

- диоксид серы (вызывает так называемые кислотные дожди);
- тяжёлые металлы (свинец, кадмий, ртуть);
- канцерогенные вещества (бенз(а)пирен);
- нефть и нефтепродукты (в океанах);
- пестициды (в сельских районах);
- оксид углерода и оксид азота (в городах).

Весь спектр антропогенных факторов изучается прикладной экологией.

Большинство факторов качественно и количественно изменяются во времени. Так, климатические факторы меняются в течение суток, сезона, года, по годам. Факторы, изменение которых во времени повторяется регулярно, называются *периодическими*. К ним относятся климатические, гидрографические (приливы и отливы, океанические течения) и др. факторы. Факторы, возникающие неожиданно – *непериодические* (извержение вулканов, нападение хищника и т.п.).

Такое подразделение имеет очень важное значение при изучении приспособленности организмов к условиям обитания, т.е. *адаптации*. Основные адаптации организмов наследственно обусловлены. Они формировались в ходе эволюционного развития организмов и изменялись вместе с изменчивостью экологических факторов.

Организмы адаптированы к постоянно действующим периодическим факторам, но среди них важно различать первичные и вторичные. *Первичные* факторы существовали на Земле ещё до возникновения жизни (температура, освещённость, приливы и отливы и т.д.). Адаптации к ним наиболее древние и наиболее совершенные. *Вторичные* периодические факторы являются следствием и изменением первичных (влажность воздуха, зависящая от температуры; растительная пища, зависящая от цикличности в развитии растений, и т.д.). Адаптации к ним возникли позже и не всегда чётко выражены.

В нормальных условиях должны действовать только периодические факторы, а непериодические отсутствовать. Непериодические факторы могут вызвать болезнь и смерть организма (отравление насекомых-вредителей, болезнетворных бактерий и вирусов). Но длительное воздействие этих факторов может вызвать адаптацию к ним (насекомые адаптировались к ДДТ, бактерии и вирусы – к антибиотикам).

Лимитирующие факторы ограничивают развитие вида из-за своего недостатка или, наоборот, избытка по сравнению с потребностью. Также называются *ограничивающими факторами*. Впервые на значение этих факторов указал немецкий агрохимик Ю. Либих в середине XIX века. Он установил **закон минимума**: *урожай (продукция) зависит от фактора, находящегося в минимуме*. Например, если в почве полезные компоненты в целом уравновешены и только фосфор содержится в минимальном количестве, то это может снизить урожай. Но оказалось, что и избыток вещества может снизить урожай и, вообще, урожай зависит от совокупного действия всех факторов в жизни растения, поэтому закон минимума имеет очень ограниченное действие.

Различия в совокупном и изолированном действиях относятся и к другим факторам. Так, действие низких температур усугубляется ветром и влажностью воздуха. Но несмотря на взаимовлияние факторов, они не могут заменить друг друга – **закон независимости факторов В.Р. Вильямса**: *условия жизни равнозначны, ни один из факторов не может быть заменён другим*. Так, действие влажности нельзя заменить действием углекислоты или солнечного света.

Наиболее полно и в наиболее общем виде всю сложность влияния экологических факторов на организм отражает **закон толерантности В. Шелфорда**: *отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком или, наоборот, избытком любого из ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимости данного организма*. Эти пределы называются *пределами толерантности*. Организмы, живущие в узком диапазоне между пределами толерантности, – *стенобионты*. А те, которые способны жить в широком диапазоне толерантности – *эврибионты*.

Таким образом, ни один организм в природе не существует вне связей со средой своего обитания и с другими организмами. Эти связи являются основным условием функционирования экосистем. В процессе взаимосвязей происходит поглощение и рассеивание энергии и, в конечном счёте, осуществляются средообразующие, средоохраняющие и средостабилизирующие функции экосистем.

Список рекомендуемой литературы по курсу «Экология»

1. Одум Ю. Экология / Пер. с англ. Т.1-2. –М.: Мир, 1986.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таундсен К. Экология. Особи, популяции, сообщества / Пер. с англ.Т. 1-2. М.:Мир, 1989.
3. Вронский В.А. Прикладная экология: учебное пособие. – Ростов н/Д.: изд-во «Феникс», 1986.
4. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. – Л.: изд-во ЛГУ, 1979.

5. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы). – М.: «Россия молодая», 1994.

Вопросы по курсу «Экология»

1. Понятие и предмет экологии.
2. Этапы развития экологии.
3. Разделы экологии.
4. Уровни организации живого вещества.
5. Кем и когда введены термины *экология*, *биоценоз*, *биогеоценоз*, *экосистема*.
6. Понятие экосистемы. Виды экосистем.
7. Структура экосистемы. Экотоп и сообщество.
8. Автотрофы и гетеротрофы.
9. Продуценты, консументы и редуценты.
10. Понятие трофической цепи и трофического уровня. Трофические сети.
11. Понятие пастбищных и детритных цепей. Примеры.
12. Понятие сукцессии.
13. Понятие среды обитания. Виды сред обитания.
14. Экологические факторы и их классификация.
15. Абиотические факторы.
16. Биотические факторы. Примеры положительных, отрицательных и нейтральных взаимодействий.
17. Антропогенные факторы.
18. Лимитирующие факторы.
19. Понятие адаптации.
20. Понятие и виды экологического мониторинга.
21. Что такое лишайник. Типы лишайников.
22. Экологические группы лишайников. Зоны лишайников в городах.
23. Методы лишеноиндикационных исследований.
24. Основные правила организации лишеноиндикационных исследований.
25. Выбор пробных площадей и модельных деревьев.
26. Методика измерения проективного покрытия.
27. Методика линейных пересечений.

Skripka.liudmila@mail.ru