

**ГБОУ ВПО
Первый Московский государственный медицинский
университет им. И.М.Сеченова**

Кафедра биологии и общей генетики

**Дисциплина по выбору
«Медико-биологические основы экологии»**

**Методические материалы по модулю №2
«Экологические факторы»**

Содержание:

2. 1.Текстовая часть (см. Приложение 2.1)

Оглавление

2.1.1 Понятие об экологических факторах	стр.3
2.1.2.Принципы классификации экологических факторов	стр.3
2.1.3.Закономерности действия экологических факторов на организмы	стр.5
2.1.4.Концепция лимитирующих факторов.	стр.6
2.1.5..Взаимодействия экологических факторов	стр.7
2.1.6.Эффекты действия экологических факторов на разных уровнях организации живого	стр.8
2.1.7. Опасности окружающей среды. Факторы риска	стр.9
2.1.8. Классификация факторов риска ВОЗ	стр.11
2.1.9. Анализ рисков. Управление рисками.	стр.12
2.1.10. Биотические факторы – взаимодействия организмов в экосистемах	стр.13
2.1.10.1.Внутривидовые биотические факторы	стр.13
2.1.10.2. Концепция экологической ниши	стр.14
2.1.10.3. Классификация межвидовых взаимодействий	стр.15
2.1.10.4. Положительные взаимодействия (комменсализм, кооперация, мутуализм)	стр.15
2.1.10.5.Отрицательные межвидовые взаимодействия. Амэнсализм.	стр. 18
2.1.10.6. Пищевые взаимодействия жертва-эксплуататор. Их значение для функционирования экосистем.	стр.18
2.1.10.7.Паразитизм.	стр.20
2.1.10.Межвидовая конкуренция.	стр.22
2.2. Вопросы для самоконтроля (см. Приложение 2.2.)	стр.24
2.3. Тестовые задания (см. Приложение 2.3).	стр.25
2.4. Темы рефератов (см. Приложение 2.4)	стр.26
2.5. Список литературы (см. Приложение 2.5)	стр.27

Приложение 2. 1.

Текстовая часть модуля 2 «Экологические факторы»

2.1.1 Понятие об экологических факторах..

Экологическими факторами называют все явления и элементы в среде, способные оказывать воздействие на организмы, их популяции, скорость и направление процессов, происходящих в экосистемах.

2.1.2. Принципы классификации экологических факторов

Имеется несколько видов классификаций экологических факторов:

I. Классификация факторов по отношению к экосистемам

а) **Внешние** (экзогенные) факторы - действующие на экосистемы извне, но сами не испытывающие её обратного воздействия.

Например, все климатические факторы.

б) **Внутренние** (эндогенные факторы) - являются свойствами самой экосистемы или результатом взаимодействия её компонентов.

II. Классификация факторов по природе

а) **Абиотические** - факторы неживой природы:

- физические климатические - температура, освещенность, осадки и др.;
- физические неклиматические - плотность течений, давление в водной среде, уровень радиоактивного и электромагнитного излучения и др.;
- химические - концентрации химических веществ в воде, воздухе и почве.

б) **Биотические** факторы - взаимные влияния друг на друга живых организмов. Они могут быть внутривидовыми и межвидовыми.

Для гетеротрофных организмов (от лат. *getero* - другой, *trophe* - питаться), т.е. питающихся другими организмами, к биотическим факторам относят факторы питания - количество и качество пищи.

Связующим звеном между абиотическими и биотическими факторами являются почвенные (эдафические) факторы, поскольку почва является продуктом взаимодействия материнской горной породы, климата и живых организмов.

в) **Антропогенные** факторы (от лат. *anthrop* - человек) - обусловленные влиянием человека. Они могут быть физическими, химическими и биологическими.

В настоящее время давление человека на экосистемы чрезвычайно возросло и, в ряде случаев, превышает пределы их устойчивости.

III. Классификация факторов по времени воздействия.

а) Факторы, **действующие постоянно**, то есть, всегда.

Ими являются солёность воды в океане, сила тяготения, газовый состав атмосферы и другие подобные.

К действию постоянных факторов организмы определённых местообитаний адаптированы очень хорошо.

б) **Периодические факторы** - действующие с определённой периодичностью: суточной, лунного месяца, сезонной, годовой.

Время действия этих факторов определяется геофизическими процессами: вращением Земли вокруг своей оси, Земли вокруг Солнца, Луны вокруг Земли, активностью Солнца и др.

От этих процессов на Земле зависят смена дня и ночи, смена сезонов года, режим приливов и отливов и другие явления, во время которых происходят изменение климатических факторов: температуры, освещенности, режима осадков и др.

К действию периодических факторов у организмов в процессе эволюции выработались адаптации - биологические ритмы.

в) **Непериодические факторы** - в нормальных условиях в местообитаниях организмов

не встречаются, возникают внезапно и поэтому адаптаций к ним у организмов нет.

Непериодическими факторами могут быть:

- абиотические - пожары, ураганы, наводнения и другие стихийные бедствия;
- биотические - значительное увеличение (уменьшение) численности и влияния какого-то вида в биоценозах, что может повлечь за собой истощение ресурсов, изменение структуры пищевых цепей, эпидемии и др.;
- антропогенные - деятельность человека.

IV. Классификация факторов по зависимости от плотности организмов в популяциях.

а) Факторы, *не зависящие от плотности*.

В основном, это климатические факторы, а также стихийные бедствия: пожары, наводнения, землетрясения и др. При действии этих факторов на экосистемы число погибших и выживших особей не зависит от их изначальной плотности.

б) Факторы, *зависящие от плотности*. К ним относятся:

- большинство биотических факторов, поскольку с повышением плотности взаимные влияния особей друг на друга возрастают.
- некоторые абиотические факторы, в основном, являющиеся результатом жизнедеятельности организмов.

Например, при нахождении организмов в замкнутом объёме повышаются температура и влажность воздуха, концентрация в нём углекислоты, аммиака, других продуктов обмена и, наоборот, в местах, где идёт фотосинтез, создаётся высокая концентрация кислорода в воздухе.

V. Классификация факторов на ресурсы и условия.

а) *К ресурсам* относят элементы среды, к которым применимы законы сохранения вещества: пища, вода, минеральные соли, для человека - полезные ископаемые и др.

б) *Условиями* называют многие климатические факторы - температуру, количество солнечной радиации, скорость движения воздуха и др.

VI. Классификация факторов в зависимости от среды, в которой они действуют

- атмосферные
- водные
- почвенные.

2.1.3. Закономерности действия экологических факторов на организмы

Несмотря на огромное разнообразие и различную природу экологических факторов, эффекты их действия на организмы подчиняются определённым закономерностям.

Прежде всего, степень влияния каждого фактора зависит от силы его воздействия – интенсивности..

В соответствии с ней для каждого фактора выделяют:

- **Зону оптимума**, в пределах которой условия для жизнедеятельности организмов благоприятны.
- **Зоны угнетения (стресса)**, в которых жизнедеятельность угнетается.
- **Зоны гибели**, в которых жизнедеятельность становится невозможной и наступает смерть.

Границы значений факторов, в пределах которых ещё возможна жизнь, называются **пределами выносливости** (толерантности), а расстояние между ними - **диапазоном толерантности**.

Таким образом, как недостаточное, так и избыточное действие факторов отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей.

Данная закономерность носит название **закона толерантности**, его сформулировал в 1910 году американский эколог В.Шелфорд на основе существовавшего ранее принципа минимума Ю.Либиха (см. далее).

При оптимальных значениях факторов организмы процветают: скорость их роста наиболее высока, размножение интенсивно. С энергетических позиций это объясняется тем, что в зоне оптимума адаптивные механизмы не включены, энергия на их работу не расходуется, а в наибольшем количестве направляется на рост и размножение.

Примером оптимума служит термонеутральная зона, в пределах которой организм находится со средой в тепловом равновесии: уровень его теплопродукции уравновешен теплоотдачей в среду.

Однако при выходе значений фактора из зоны оптимума, организмы вынуждены тратить энергию на компенсацию его негативного действия - включать механизмы адаптации. При этом, чем больше стрессовый эффект фактора и длительнее время его воздействия, тем больше энергии тратится на его компенсацию, соответственно, для роста и размножения энергии остаётся меньше.

Так, при выходе внешней температуры за пределы оптимума организм вынужден тратить энергию на дополнительное производство тепла или теплоотдачу в среду, при этом другие процессы угнетаются.

При истощении возможностей компенсации наступает заболевание и смерть.

Степень выносливости организмов к различным факторам зависит:

- от природы факторов;
- их интенсивности;
- времени воздействия;
- вида организма, периода онтогенеза, в котором он находится;
- условий, в которых действуют факторы (набор и интенсивность других факторов, действующих совместно);
- для химических факторов и радиоактивных веществ - от путей поступления в организм;
- других причин.

В онтогенезе всех организмов имеются критические периоды, когда они являются наиболее чувствительным, уязвимым. Чаще всего это периоды размножения и ранние стадии развития - гаметогенез, эмбриональный период, детство. В эти периоды диапазоны толерантности ко многим факторам среды намного уже, чем в другие.

Вследствие этого географическое распространение видов наиболее часто определяется влиянием экологических факторов на яйца, личинки или молодь.

Организмы, выдерживающие сильные отклонения факторов от оптимума - обладающие широкими диапазонами толерантности, называют *эврибионтными* (от лат. euri - широкий), обладающие узким диапазоном - *стенобионты* (от лат. steno - узкий).

При характеристике организмов на выносливость к факторам указывают название фактора.

Примером эвритермного вида являются обитатели тундры - песцы, они выдерживают колебания температур в диапазоне почти 80°C (от $+30^{\circ}\text{C}$ до -50°C). Примером стенотермных видов являются некоторые виды арктических рыб, выдерживающие диапазон не более 4°C (от -2°C до $+2^{\circ}\text{C}$), при выходе из него они впадают в оцепенение.

2.1.4.. Концепция лимитирующих факторов.

В среде своего обитания организмы одновременно подвергаются действию огромного числа факторов. Степень их выносливости к разным факторам никогда не является одинаковой: один и тот же вид может иметь высокую толерантность к одному фактору, но низкую к другому или другим.

Лимитирующим или ограничивающим (от лат. limit - предел) называют фактор, значения которого наиболее близки к пределам выносливости организма или выходят за них. Именно этот фактор определяет возможность организма существовать в данной среде, а в природных условиях ограничивает ареал распространения вида.

Концепцию лимитирующих факторов разработал в 1848 году немецкий химик Юстус Либих. Либих изучал влияние на рост растений химических элементов почвы и заметил, что ²урожай зависит от вещества, имеющегося в минимальном количестве². Например, если в почве имеется достаточное количество всех элементов, кроме бора, количество урожая будет зависеть именно от бора.

Соответственно, если в почве ощущается недостаток воды, никакие удобрения не помогут - урожай будет зависеть от воды.

Примером Ю.Либиха является ²бочка Либиха²: уровень воды в бочке зависит от длины самой короткой доски. Таким образом, решающим является самое слабое звено, именно оно определяет пределы выносливости организма. Это правило носит название ²правило минимума² Либиха.

Позже, в 1910 году В.Шелфорд показал, что губительным может быть не только недостаточное, но и избыточное действие факторов и ввел понятие **лимитирующего влияния максимума**.

В.Шелфорд дополнил ²закон минимума² Ю.Либиха ²законом толерантности²: неблагоприятными являются как недостаточные, так и избыточные значения факторов.

При изменении условий среды потребность организмов в лимитирующем факторе может измениться. Так, при затемнении растений снижается испарение ими

влаги, а значит, потребность в воде. При этом лимитирующим фактором становится свет.

Таким образом, при изменении условий возможна смена одного лимитирующего фактора другим.

В некоторых случаях организмы могут частично заменять какой-то химический фактор (элемент) другим, химически близким. Например, кальций в костной ткани может быть частично заменён на стронций. Однако полноценной замены лимитирующего фактора другим быть не может.

Концепция лимитирующих факторов имеет огромное значение для науки и практики. Выявление лимитирующих факторов является важнейшей задачей экологов при изучении ими экосистем. Знание лимитирующих факторов необходимо для:

- организации охраны растений и животных в природных экосистемах;
- повышения продуктивности сельского хозяйства;
- определения возможности переселения (интродукции) видов в места нового обитания и других целей.

2.1.5. Взаимодействие факторов

При одновременном действии на организм совокупности многих факторов, значение для него каждого фактора в отдельности может измениться.

Например, жара и мороз лучше переносятся в сухом, а не во влажном воздухе. При высокой влажности и, особенно, сильном ветре, обморожение может наступить даже при плюсовой температуре. Это происходит потому, что во влажный воздух, в силу большей теплоёмкости воды, организм вынужден отдавать больше тепла, чем в сухой. Также неблагоприятным является и сочетание высокой влажности с высокой температурой: при этом затруднена отдача тепла испарением и может наступить перегревание - тепловой удар.

При одновременном действии на организм нескольких химических факторов могут наблюдаться несколько видов эффектов их взаимодействия:

- независимое действие веществ;
- взаимное ослабление;
- взаимное усиление - синергизм.

Синергизм может выражаться в полной или неполной сумме эффектов или потенцировании - когда величина конечного эффекта превышает сумму эффектов всех факторов.

В гигиене и фармакологии одновременное воздействие нескольких факторов одной природы называют комбинированным, разной природы - сочетанным, а воздействие одного фактора несколькими путями (с воздухом, водой, пищей) - комплексным.

Наиболее важным следствием совместного действия факторов является то, что при отклонении от оптимума значений одних факторов, может значительно снизиться выносливость к другим. Это объясняется истощением возможностей адаптации.

Многими исследованиями показано, что у жителей районов, прилегающих к загрязняющим среду предприятиям, у рабочих вредных производств значительно

снижена резистентность к действию инфекционных агентов: ОРВИ, гриппу и другим и в связи с этим у них высок общий уровень заболеваемости. Возможности организма к сопротивлению болезнетворным агентам - инфекциям и другим оказываются подорванными длительной предшествующей компенсацией неблагоприятных факторов.

В больничных стационарах широко распространены так называемые, **внутрибольничные инфекции**, которые в ослабленном организме легко присоединяются к основному заболеванию. Внутрибольничными инфекциями могут быть как общие инфекционные заболевания, так и гнойно-септические осложнения (ГСИ) послеоперационных ран.

Не менее важными являются эффекты совместного действия факторов, при которых действие вредных факторов компенсируется действием полезных.

На этом основано большинство методов медикаментозного и санаторно-курортного лечения, неспецифической и специфической профилактики, общеукрепляющей терапии, профилактики и лечения профессиональных заболеваний и отравлений.

Например: известно, что удержанию кальция в организме способствует фтор. По этой причине в районах с опасностью замещения кальция в костной ткани радиоактивным стронцием, необходимо оптимизировать содержание фтора в пищевых продуктах и питьевой воде.

Знание закономерностей взаимодействия экологических факторов необходимо:

- для изучения механизмов функционирования природных экосистем;
- для создания и повышения продуктивности искусственных экосистем - агроценозов;
- для прогнозирования влияния комплексов факторов на здоровье;
- для уменьшения неблагоприятного действия вредных факторов и повышения благоприятного действия полезных.
-

2.1.6..Эффекты действия экологических факторов на разных уровнях организации живого

Эффекты действия экологических факторов различны на разных уровнях организации живого.

При действии экологических факторов **на конкретный организм** он может ответить на них фенотипическими адаптациями:

- поведенческими реакциями;
- физиологическими перестройками;
- морфологическими изменениями - изменением окраски, густоты шерсти, строения листьев (темновые и световые листья) и др.

При действии факторов **на целую популяцию** могут измениться:

- ареал её распространения;
- её количественные характеристики: численность, плотность, рождаемость, смертность, скорость роста и другие.

Если действие факторов на популяцию продолжается во многих поколениях, то популяция, будучи элементарной единицей эволюции, прореагирует на них направленным изменением своего генофонда - закреплением адаптаций к фактору

генетически. Это может привести к формированию сначала - географических рас, затем - новых подвидов, а возможно и видов.

Несомненно, что влияние экологических факторов на отдельные популяции сказывается на всей экосистеме в целом: потоке проходящей в ней энергии, продуктивности, составе и структуре пищевых цепей, скорости и направлении всех процессов.

2.1.7. Опасности окружающей среды. Факторы риска.

Точное определение окружающей среды с фокусом на здоровье человека можно дать как все влияющие на здоровье аспекты его жизни: физическое, химическое и биологические окружение - воздух, вода, пища, в регионе, районе, доме, на рабочем месте. Внутри среды всегда есть неблагоприятные факторы (опасности) (environmental hazards) вред человеку:

- вызвать повреждение, болезнь или смерть
- повреждение личной или общественной собственности
- ухудшение или разрушение компонентов среды.

Наличие опасностей не означает что нежелательные последствия наступят непременно, связь между наличием опасности и происходящим в реальности определяет понятие *риска* - возможность получения повреждений, болезни, смерти или других потерь как результат экспозиционирования опасности.

Риск для здоровья- возможность возникновения вредных эффектов для здоровья данного человека или группы людей при наличии какой-либо опасности.

Поскольку риск выражается как возможность, для управления состоянием здоровья необходим его *анализ*.

Полный анализ риска описывает:

- 1 Опасность - вещество или воздействие могущее нанести вред;
- 2.Агенты риска - событие или события создающиеся возможности возникновения опасности;
- 3 Количественную оценку вероятности вреда.

Правительства стран призваны управлять и минимизировать риски для здоровья населения своих стран. Имея правильную информацию о рисках они должны принимать управленческие решения и расходовать ресурсы наиболее оптимально.

Имеется **два методических подхода** к рассмотрению опасностей из окружающей среды для здоровья людей.

- 1) Опасностями считают отсутствие доступа к определённым, влияющим на здоровье ресурсам: чистой воде, сбалансированному питанию, медицинской помощи.

Исследование опасностей с данной позиции означает изучение социально-экономических и политических факторов ограничивающих удовлетворение этих потребностей.

- 2) Изучение опасностей - отдельных факторов среды несущих риск получения повреждений, болезнь или смерть.

Эти факторы повышенной опасности для здоровья делят на 4 класса:

- 1.Факторы являющиеся следствием персонального выбора и образа жизни людей
- 2. Биологические
- 3) Физические

4. Химические.

1) Опасности являющиеся следствием персонального выбора и образа жизни людей (Cultural hazards). Многие из факторов несущих вред здоровью, смерть или инвалидность, являются предметами *персонального выбора*: люди сами подвергают себя опасностям проявляя рискованное поведение: выбирают опасные профессии, занятия, виды спорта, не соблюдают правила управления транспортными средствами, переедают, мало двигаются, курят, употребляют алкоголь и его суррогаты, наркотики, другие вредные и вызывающие привыкание вещества, загорают, практикуют незащищенный секс, совершают убийства и т.д.

Причинами экспозиционирования себя опасностям является получение удовольствия или выгоды (прибыли). Предпочитая выгоды, люди делают выбор в пользу риска. В России и США причины почти половины смертей относятся к данной группе и, следовательно, большинство из них можно предотвратить при отказе от рискованного поведения. В России особенно летальна связь между поведением и риском при потреблении некачественного алкоголя. Заражение ВИЧ, в большинстве случаев являющегося следствием рискованного сексуального поведения.

2. Биологические факторы повышенной опасности: болезнетворные бактерии, вирусы, пыльца растений, паразиты, нападения животных.

Несмотря на достижения иммунизации, медицины, фармакологии гигиены и санитарии инфекционные и паразитарные агенты остаются причинами 26% смертей (15 млн. из 57 млн. общего глобального числа смертей в 2002 году)

Лидирующими причинами смертей являются острые бактериальные и вирусные респираторные инфекции - пневмонии, дифтерия, туберкулёз, коклюш, грипп, стрептококковая инфекция. Наиболее опасной является пневмония, но в слаборазвитых странах и другие инфекции часто имеют летальный исход.

Диарейные заболевания (холера, дизентерия, сальмонеллез, гардиаз и др.) стоят на третьем месте после ВИЧ/СПИД. Они наиболее опасны для детей до пяти лет, у которых быстро развивается дегидратация. Большинство серьезных случаев связаны с инфицированностью воды и пищи.

Опасной болезнью продолжает оставаться туберкулёз. *Micobacterium tuberculosis* инфицировано около трети людей Земли и почти у 10% из них возможно развитие угрозы для жизни. В последнее время отмечается резкий всплеск заболеваемости и смертности от туберкулёза в связи с развитием резистентности *Micobacterium tuberculosis* к лекарственным препаратам и растущей поражённостью населения развивающихся стран ВИЧ.

1,2 млн смертей и 300 000 новых случаев заражения в год приходится на малярию.

Вышеперечисленные заболевания являются также лидирующими причинами заболеваемости людей всех возрастов. ВОЗ насчитывает более 3,5 миллиарда людей пораженных гельминтозами.

3) Опасности обусловленные физическими факторами (ионизирующее излучение, шум, вибрации и др.) **и природными явлениями** - ураганами, наводнениями, лесными пожарами, землетрясениями, торнадо, сходами лавин, селевых потоков, извержениями вулканов и др.

Несмотря на то, что причины многих смертей связаны с непредотвратимыми природными явлениями, необходимо отметить, что во многих случаях ответственными

за подвергание себя опасности являются сами люди: вырубая леса на склонах гор, строя дома и селясь в местах возможных извержений вулканов, сходов лавин, наводнений, землетрясений. Общей тенденцией здесь является мнение людей что природные катастрофы не могут коснуться конкретно их.

4) Химические опасности.

Индустриализация обуславливает контакт человека с огромным количеством химических веществ. Соприкосновение происходит через поглощение с водой, пищей, вдыхание, адсорбцию через кожу, прямое или случайное употребление. Эффекты для организма зависят от природы веществ, дозы, времен экспозиции и др. Эффекты могут быть острыми, хроническими, мутагенными и канцерогенными которые могут проявляться через много лет. Опасность химических веществ изучают в экспериментах на животных с последующим экстраполированием данных на человека и в эпидемиологических исследованиях.

2.1. 8. Классификация факторов риска ВОЗ (2003)

В 2002 году ВОЗ опубликовала доклад “Уменьшение риска и поддержание здоровой жизни “ (“Reducing risk, Promotion Healthy Life“) представляющий важнейшие факторы риска “для которых известны меры их предотвращающие“. Доклад показывает что относительно небольшое число факторов риска ответственно за преобладающее число преждевременных смертей и заболеваний, а всего лишь 10 факторов ответственные за более чем 1/3 всех болезней и смертей .В качестве интегрального показателя обеспечивающего возможность сравнения рисков разных типов ВОЗ рекомендует показатель DALY (the disability-adjusted life year)- потерянные годы жизни с учетом лет прожитых с инвалидностью. Одна единица DALY представляет потерю одного здорового года жизни человека.

ВОЗ приводит ранжирование факторов риска для стран разных групп (по критерию уровня экономического развития). Приоритетными для них являются разные факторы риска и, следовательно, разные стратегии их преодоления.

Итак, десятью ведущими факторами риска являются:

1) Для развитых стран: курение, высокое артериальное давление, употребление алкоголя, повышенный уровень холестерина, избыточный вес, недостаточное потребление фруктов и овощей, низкая физическая активность, употребление наркотиков, незащищенный секс, недостаточность железа.

2) Для развивающихся стран с высокой смертностью: недостаточность веса, незащищенный секс, отсутствие доступа к безопасной воде, несоблюдение правил санитарии и гигиены, дым от твердого топлива внутри помещений, недостаточность цинка, недостаточность железа, недостаточность витамина D, повышенное артериальное давление, курение, холестерин.

3) Для развивающихся стран с низкой смертностью: алкоголь, артериальное давление, курение, недостаточность веса, избыточный вес, холестерин, дым от твердого топлива внутри помещений, недостаточное потребление фруктов и овощей, недостаточность железа, отсутствие доступа к безопасной воде, несоблюдение правил санитарии и гигиены.

Работа проделанная ВОЗ является руководством для правительств всех стран по управлению здоровьем их населения. Особенно важно вычленение главных факторов

для бедных стран, ресурсы которых ограничены . Работа проделанная ВОЗ является руководством для правительств всех стран по управлению здоровьем их населения. Для нашей страны отечественные ученые также определили 10 факторов риска по методике ВОЗ.

Для Российской Федерации отечественными учеными определены следующие 10 главных факторов

1.Алкоголь	16.5%
2. Гипертония	16.3%
3. Курение	13.4%
4. Холестерин	12.3%
5. Избыточный вес	8.5%
6. Низкое потребление фруктов и овощей	7%
7. Низкая физическая активность	7%
8. Употребление наркотиков	2.2%
9. Свинец	1.1%
10. Незащищённый секс	1%

2.1.9. Анализ рисков, управление рисками.

В соответствии с трактовкой ВОЗ анализ рисков “есть ключ для предотвращения болезней и повреждений“. Если государства стремятся контролировать здоровье граждан, им необходима точная информация о рисках и их оценка.

Анализ риска имеет целью выбор оптимальных в данной ситуации путей устранения или снижения риска и включает три взаимосвязанных элемента :

- оценка риска для здоровья
- управление риском
- информирование о риске.

Концепция анализа риска рассматривается как главный механизм разработки и принятия управленческих решений на международном, государственном и региональных уровнях, а также на уровне отдельного источника загрязнения среды

.ВОЗ приводит примеры стран Коста-Рика, Китая и Шри-Ланка, которые при относительно небольшом уровне национального валового продукта на душу населения имеют большую продолжительность жизни и низкую детскую смертность.

Менеджеры риска должны принимать решения на основе точных и адекватных научных данных касающихся последствий для здоровья и окружающей среды и важных экономических последствий для промышленности.

Оценка рисков включает 3 этапа:

- 1). Идентификация опасности – выявление потенциально опасных факторов, оценка связи между ними и здоровьем человека, достаточности и надежности имеющихся данных.
- 2) Установление зависимости “доза (концентрация) – ответ“- вычленение количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции.
- 3). Оценка воздействия (экспозиции)
- 4). Характеристика риска: анализ всех данных, расчет рисков для популяции и отдельных её подгрупп, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями,

сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости, установление медицинских приоритетов и рисков которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.

Современная методология сравнительной оценки риска предусматривает параллельное рассмотрение:

- рисков для здоровья,
- экологических рисков обусловленных нарушением экосистем
- вредными влияниями на водные и наземные организмы (кроме человека)
- рисков снижения качества и ухудшения условий среды.

На завершающем этапе оценки риска (характеристика риска) проводится анализ всех данных полученных на трех этапах и дается характеристика всех неопределённостей способных повлиять на надёжность выводов и рекомендаций.

Управление риском – административные, политические и экономические меры для снижения риска, принятия решений о возможности снизить риск до определённого уровня и какой ценой.

Управление риском является логическим продолжением оценки рисков и направлено на обоснование наилучших решений по его устранению или минимизации, мониторингу экспозиций и рисков, оценке эффективности и корректировке оздоровительных мероприятий.

Управление риском базируется на совокупности политических, социальных и экономических оценок полученных величин риска, характеристике возможных ущербов для здоровья людей и общества в целом, затрат на реализацию разных вариантов управленческих решений по снижению риска и выгод могущих быть полученными в результате реализации мероприятий (сохранённые человеческие жизни, предотвращенные случаи заболеваний и др.).

Управление рисками состоит из 4-х элементов:

- сравнительная оценка и ранжирование рисков;
- выбор стратегии снижения и контроля риска (контроль поступления химических веществ в окружающую среду из источников загрязнений, мониторинг экспозиций и рисков, регламентирование уровней допустимого воздействия);
- принятие управленческих (регулирующих) решений.

Информирование о риске – распространение результатов определения степени риска для здоровья человека и решений по его контролю среди населения, общественности и лиц принимающих управленческие решения.

2.1.10 Биотические факторы – взаимодействия организмов в экосистемах.

2.1.10.1. Внутривидовые биотические факторы

Биотическими факторами называют все виды взаимодействий, которые оказывают друг на друга живые организмы в биоценозах. Биотические факторы делят на внутривидовые и межвидовые.

Внутривидовыми биотическими факторами называют взаимные влияния друг на друга организмов одного вида. Они бывают положительными и отрицательными.

Различают три вида внутривидовых факторов:

1). Эффект группы - положительные следствия, связанные с объединением животных в группы: ускорение роста, более успешное выживание, усиление интенсивности размножения и другие. Для каждого вида имеются оптимальная плотность и оптимальный размер группы. Это значит, что как недонаселенность, так и перенаселенность неблагоприятны для организмов.

2) Эффект массы (эффект скученности от перенаселенности).

Эффектом массы называют неблагоприятные следствия, возникающие у организмов при перенаселении среды.

При перенаселении среды резко ухудшается её качество: накапливаются экскременты, продукты обмена, наступают другие следствия деградации. При этом задерживаются рост, развитие организмов, сроки наступления половой зрелости, темпы размножения, может иметь место каннибализм.

У высших животных - позвоночных, перенаселение вызывает **стресс-синдром** (Г.Селье, 1961) - каскад нейро-гуморальных сдвигов:

кора переднего мозга → гипоталамус → гипофиз → надпочечники

Надпочечники выделяют "гормоны стресса" - катехоламины и глюкокортикоиды, приводящие к неблагоприятным эффектам: повышается агрессия животных, снижается их устойчивость к неблагоприятным факторам, число актов размножения, число детенышей в помете, выживаемость потомства.

Характерно, что количество пищи не влияет на проявление эффекта скученности, он проявляется и при избытке пищи.

3). Внутривидовая конкуренция, которую Ч. Дарвин считал наиболее острой.

Следствиями внутривидовой конкуренции являются:

- ограничение численности популяций;
- дивергенция (адаптивная радиация) - появление у особей одного вида различающих их признаков, позволяющих использовать *разные* ресурсы среды в целях снижения конкурентного давления.

2.1.10.2. Концепция экологической ниши

Понятие экологической ниши организмов - одно из важнейших в экологии. Очевидно, что ни один вид не может обитать повсеместно, для каждого нужны определённые условия.

Экологической нишей называют совокупность всех факторов и элементов среды, необходимых для существования данного вида в экосистеме.

Понятие экологической ниши характеризует весь комплекс условий и положение вида в экосистеме: где и в каких условиях обитает, чем питается, кому служит пищей, особенности его образа жизни - время, место активности и др.

Весь объём многомерного пространства в экосистеме, который данный вид мог бы занимать при отсутствии конкуренции, называют его "**фундаментальной**" или "**потенциальной**" нишей.

Однако в реальности, поскольку виды обитают в сообществе других видов, многие оказывают им конкуренцию по разным параметрам ниши - ограничивают места

обитания, разнообразие пищи и т.д. Из-за этого реальное положение видов в экосистемах всегда отличается от возможного.

Реальное положение вида в экосистеме называют его *"реализованной нишей"*². Реализованная ниша всегда меньше фундаментальной (рис.8).

По знаменитому выражению Ю.Одум местообитание - это "адрес" вида, а экологическая ниша - его "профессия" (1975).

Главными параметрами экологических ниш являются:

- пространственный - места обитания видов, "адрес";
- трофический - особенности питания, роль в сообществе - "профессия";
- временной - активность в определённое время суток и года.

Многие виды на разных стадиях развития занимают разные ниши. Так, личиночные стадии многих насекомых - стрекоз, комаров, мошек и других, проходят в воде, при этом они питаются иной пищей, чем взрослые, что снижает внутривидовую конкуренцию.

Явление расхождения по экологическим нишам называют *экологической диверсификацией*.

Русский ученый Ф.Гаузе (1934), изучал межвидовую конкуренцию в эксперименте и вывел *"закон конкурентного исключения"*²: в условиях насыщенной среды близкородственные виды, в силу сходства их потребностей, могут устойчиво существовать в одном местообитании только при условии расхождения их экологических ниш. В противном случае, один вид, имеющий хотя бы малые преимущества, неизбежно вытеснит другой.

2.1.10.3. Классификация межвидовых взаимодействий.

Эффекты взаимодействий организмов разных видов разнообразны. По результату воздействия их можно разделить на:

- нейтральные (0),
- положительные (+),
- отрицательные (-).

Возможны следующие варианты их сочетаний (таб 1.)

Таб. 2.1.10.3 Типы межвидовых взаимодействий

Тип взаимодействия	Виды		Характер взаимодействий
	вид 1	вид 2	
1. Нейтрализм	0	0	Виды в биоценозе прямо не влияют друг на друга
2. Комменсализм	+	0	Выгоду имеет один вид
3. Кооперация (сотрудничество)	+	+	Выгоду имеют оба вида, но их взаимодействие не является обязательным
4. Мутуализм	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно для их существования
5. Аменсализм	0	-	Один вид односторонне подавляет другой
6. Конкуренция	-	-	Оба вида взаимно подавляют друг друга

7. Отношения "жертва - эксплуататор":

а) хищник - жертва	+	-	Хищники ловят и потребляют своих жертв
б) травоядное животное растение	+	-	Животные потребляют неподвижные растения
в) паразит - хозяин	+	-	Паразиты эксплуатируют живых хозяев

Необходимо отметить, однако, что существующие в природных условиях отрицательные взаимодействия нельзя называть "вредными", поскольку все отношения в экосистемах являются сбалансированными и в совокупности способствуют их стабильному существованию.

Так, в узком смысле отношения "жертва-эксплуататор" являются отрицательными, поскольку на первый взгляд эксплуататор снижает численность жертвы. Но в широком аспекте значение этих отношений для популяций жертв нельзя считать однозначно вредным:

1. Отношения "жертва-эксплуататор" способствуют более полному усвоению ресурсов среды, а значит замкнутости круговоротов веществ.
2. Отношения "хищник-жертва" играют санитарную роль - оздоравливают популяции, поскольку добычей хищников чаще становятся больные и слабые животные.
3. Умеренное выедание хищником способствует сохранению видового разнообразия жертв, которое, в противном случае, может снизиться из-за межвидовой конкуренции между ними.
4. Отношения "жертва - эксплуататор" взаимно регулируют численность их популяций, что способствует стабильному существованию экосистем: численность популяций жертв и их эксплуататоров находятся в состоянии взаимозависимых периодических колебаний.

12.7. Положительные взаимодействия - комменсализм, кооперация, мутуализм.

Положительные взаимодействия Ю.Одум (1975) предлагает рассматривать в последовательности, в которой они формировались в процессе совместной эволюции видов (коэволюции):

- комменсализм (+ 0) - выгоду имеет один вид;
- кооперация (+ +) - выгоду имеют оба вида;
- мутуализм (++) - выгоду имеют оба вида и они полностью зависят друг от друга.

Наиболее простым видом положительных взаимодействий является **комменсализм** (от лат. com - вместе, mensa - трапеза). Значение комменсализма в природе очень важно, поскольку позволяет полнее использовать ресурсы среды.

Чаще всего комменсализм встречается в трёх формах:

- а) **квартиранство** - один вид представляет другому место для жилья, прикрепления или укрытия;

б) *нахлебничество (сотрапезничество)* - когда комменсал питается остатками пищи хозяина, его омертвевшими тканями, прижизненными выделениями, экскрементами и др.;

в) *форезия* - хозяин выполняет роль переносчика или самого комменсала (акула - рыбы прилипалы) или его семян, личинок.

В зависимости от способности комменсала существовать отдельно от хозяина, различают:

- необязательный (факультативный) комменсализм: гиены и шакалы могут охотиться самостоятельно, но часто добирают остатки добычи львов;
- обязательный (облигатный): многие бактерии и простейшие живут только в пищеварительных трактах животных, не принося им вреда (в противном случае это будет классифицироваться как паразитизм).

В процессе совместного сосуществования с хозяевами у комменсалов выработалось множество специальных приспособлений (адаптаций), позволяющих им использовать хозяев более эффективно и безопасно. Так, комменсалы использующие хозяев как транспортные средства имеют органы прикрепления - крючья, присоски. Многие комменсалы имеют к своим хозяевам биохимические адаптации. Так рыбы, живущие между щупальцев медуз и актиний не чувствительны к их ядам, а у бактерий и простейших живущих в кишечниках имеется устойчивость к пищеварительным сокам хозяев.

Комменсализм широко распространен на суше и в водной среде. Многие животные имеют комменсалов-чистильщиков, очищающих их покровы от паразитов. Некоторые чистильщики чистят их рты от остатков пищи - у крокодилов, гиппопотамов, морской рыбы мурены. В океане комменсалы-квартиранты (рыбы, крабы) живут в пустых раковинах моллюсков, норках морских червей, между щупальцами медуз, на суше - в гнездах птиц, муравейниках, норах грызунов. Для некоторых квартирантов эти местообитания стали обязательными и кроме них они нигде не встречаются.

Нахлебники питаются остатками пищи хозяев, их прижизненными выделениями, чешуйками эпидермиса, экскрементами. Однако, как отмечает Ю.Одум, иногда комменсалы нарушают статус гостя и могут закусить хозяином. Так, крабы могут поедать моллюсков в раковинах которых они живут; жуки, обитающие в муравейниках - личинок муравьев; норные членистоногие - переходить от питания отходами хозяина к питанию на живом хозяине, например, кровососанию. То же относится и к комменсалам, живущим на теле хозяина или в его полостях, поэтому во многих случаях, комменсализм является переходной стадией к паразитизму (1975).

Однако есть и противоположные варианты, когда взаимные адаптации паразитов и хозяев в процессе длительной эволюции приводят к совместному сосуществованию без вреда хозяину. Пример - африканские простейшие трипаносомы, обитающие в крови млекопитающих. Их переносчиком является муха це-це. Паразитируя в крови людей и домашних животных завезенных из Европы, трипаносомы вызывают тяжёлые поражения нервной системы - "сонную болезнь" часто со смертельным исходом, от сонной болезни ежегодно умирает 20 тыс. человек. В то же время местные животные Африки - зебры, антилопы и другие, настолько адаптированы к трипаносоме, что она живет и размножается в их крови, не принося вреда.

Если в процессе совместного сосуществования выгоду от объединения начинают получать оба вида, то эти отношения называют *кооперацией* или *сотрудничеством*. При кооперации объединение является взаимопользным, но не обязательным для обоих видов.

Примером кооперации является сожительство морских ракообразных, обитающих в раковинах моллюсков с прикрепленными к ним актиниями, которых раки специально сажают себе на раковину. Актиния передвигается на раке, питается остатками его пищи и защищает от врагов своими ядовитыми щупальцами.

Однако их отношения не являются обязательными, они могут существовать и раздельно друг от друга.

Если же потребность организмов друг в друге становится жизненно необходимой, такой тип отношений называют *мутуализмом* (от лат. *mutuus* - взаимный) или *симбиозом* (от лат. *sum* - вместе).

Примерами симбиозов являются отношения многих животных с обитателями их кишечника - бактериями и простейшими, помогающими им переваривать пищу. Подавляющее большинство растительноядных животных, как позвоночных, так и беспозвоночных, не имеет своих целлюлаз - ферментов расщепляющих целлюлозу. Это делают за них обитающие в их кишечниках бактерии и простейшие. Некоторые кишечные бактерии синтезируют для витамин В₁₂. Чтобы заполучить бактерии к себе в кишечник, животные, особенно молодые, поедают свои или чужие экскременты.

У термитов переваривание целлюлозы и лигнина производят жгутиковые простейшие. Для заселения ими кишечника молодые особи облизывают анальные отверстия взрослых.

Самыми известными примерами симбиоза являются:

- Симбиоз многих видов растений с грибами, которые оплетают своими гифами их корни, образуя *микоризу* (грибокорень). Грибы - гетеротрофы выделяют ферменты, разлагающие детрит и обеспечивают растения минеральными солями. Растения - автотрофы поставляют грибам синтезированные ими органические вещества. Разные виды грибов предпочитают определённые виды растений: подосиновик, подберёзовик и др. Многие грибы не встречаются без связи с корнями, а некоторые растения без грибов. Отсутствие в почве необходимых грибов приводило к гибели посадок деревьев в степной зоне.
- Симбиоз растений семейства бобовых с азотфиксирующими бактериями, поставляющими им азот из атмосферы.
- Симбиоз грибов и водорослей - лишайники
- Симбиоз коралловых полипов с обитающими в их телах водорослями.
- Отношения растений с насекомыми-опылителями: растения дают насекомым нектар, а насекомые распространяют их пыльцу.
- Отношения растений с животными, питающимися их плодами: семена затем выделяются с фекалиями, что способствует их распространению и лучшему прорастанию.
- Возможность многих микроорганизмов развиваться только в присутствии других, выделяющих для них ростовые вещества
- Множество других примеров.

2.1.10.5. Отрицательные взаимодействия. Аменсализм (- 0)

Аменсализм (от лат. *amens* - безумный) - тип межвидовых взаимодействий, при котором один вид подавляет другой, не испытывая его обратного воздействия. В основе аменсализма лежит конкуренция между видами в борьбе за ресурсы.

Наиболее часто аменсализм встречается в виде **аллелопатии** (от лат. *allos* - другой, *pathos* - страдание) - выделения веществ-ингибиторов, подавляющих рост и размножение других видов. Аллелопатия широко распространена среди растений, грибов и бактерий.

У бактерий и грибов распространено выделение антибиотиков и фунгицидов - веществ, подавляющих рост других бактерий и грибов.

Начиная с 1940-х годов, антибиотики получают в промышленных масштабах как лекарства для борьбы с болезнетворными бактериями. Первым полученным антибиотиком был пенициллин, выделяемый грибом рода *Penicillium*. За получение пенициллина А.Флеминг, Х.Флори и Э.Чейн получили Нобелевскую премию 1945 года.

Хорошо известно явление аменсализма у цианобактерий (сине-зеленых водорослей). При разложении их отмерших тел в воду выделяются ядовитые вещества, убивающие многие водные организмы.

2.1.10.6. Пищевые взаимодействия типа "жертва - эксплуататор".

Во всех без исключения биоценозах самыми важными являются пищевые (трофические) взаимодействия типа "жертва - эксплуататор". От наличия пищи напрямую зависит жизнь всех гетеротрофов.

Пищевые взаимодействия разделяют на три вида:

1. Отношения "**растения - травоядные животные**" - состоят в поедании животными неподвижных растений, которые, в большинстве случаев, имеются в относительном изобилии и не требуют поиска.
2. Отношения "**хищник - жертва**".

Хищниками называют плотоядных гетеротрофов, которые ловят и умерщвляют своих жертв.

3. Отношения "**паразит - хозяин**", когда организм-эксплуататор (паразит) использует живого хозяина в качестве источника питания и места постоянного или временного обитания. Неприменным критерием паразитизма является нанесение хозяину вреда, в противном случае, их отношения рассматривают как комменсализм.

В отличие от хищников, паразиты не заинтересованы в гибели своих хозяев, наоборот, им выгодно эксплуатировать их как можно дольше.

В узком смысле отношения "жертва-эксплуататор" являются отрицательными, поскольку эксплуататор снижает численность жертвы.

Однако при более широком рассмотрении экологическое значение этих отношений в экосистемах нельзя считать "вредным" для популяций жертв. Здесь можно выделить несколько аспектов.

- 1). Отношения этого типа обеспечивают большую замкнутость круговоротов веществ, поскольку способствуют более полному усвоению ресурсов среды.

При полном отсутствии выпаса травоядных затрудняется воспроизводство травы на пастбищах: идёт накопление тел мертвых растений - степного войлока, удушающего молодые побеги..

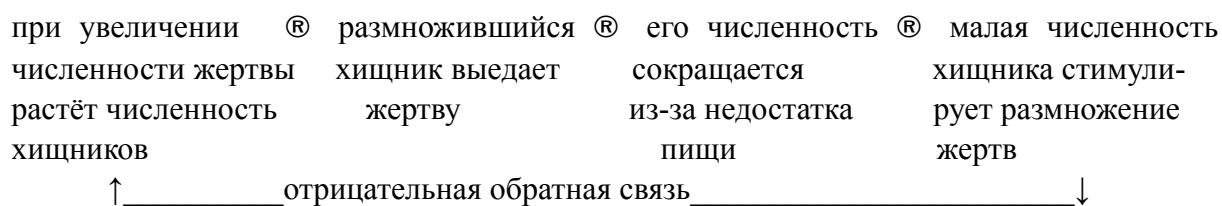
2). Отношения "хищник-жертва" играют санитарную роль - способствуют оздоровлению популяций, поскольку добычей хищников чаще становятся ослабленные животные, а остаются наиболее жизнеспособные и здоровые.

3). Умеренное выедание хищником способствует сохранению видового разнообразия жертв, которое в противном случае, может снизиться из-за межвидовой конкуренции между ними.

Р.Пейн (1966), изучал устричную отмель и наблюдал, что в присутствии хищника - морской звезды, число видов моллюсков составляло 15, а при её устранения снизилось до 8. Это произошло потому, что в отсутствии врага чрезмерно размножился один из видов моллюсков, полностью вытеснивший несколько других видов.

4). Отношения "жертва - эксплуататор" взаимно регулируют численность их популяций, что способствует стабильному существованию экосистем.

В 1925-1926 году американские ученые А.Лотка и В.Вольтерра, независимо друг от друга, математически доказали, что численность популяций жертв и их эксплуататоров регулируются по типу отрицательных обратных связей и находятся в состоянии взаимозависимых периодических колебаний:



Таким образом, колебания численности хищника и жертвы взаимообусловлены: численность хищника регулирует численность жертвы и наоборот.

Расчеты Лотки и Вольтерры были подтверждены лабораторными экспериментами, однако в природе чёткие циклические колебания численности популяций хищник- жертва встречаются редко. Это связано с тем, что численность всех видов в природе контролируется не одним видом хищника, а многими факторами: погодными условиями, наличием корма, других хищников, конкурентного давления других популяций и др. Также, большинство хищников являются *полифагами* - питаются несколькими видами жертв и, следовательно, их численность не определяет одна из них.

Лабораторные эксперименты показали, что даже при элементарном усложнении двухфакторной системы "хищник - жертва" - внедрении в неё второго хищника, взаимозависимые колебания численности хищника и жертвы значительно сглаживаются

В длительно существующих природных популяциях численность хищников и их жертв находятся в динамическом равновесии.

Заметные циклические колебания жертв и их хищников известны только для северных полярных сообществ, где имеются малое число видов, а следовательно малая длина и неразветвлённость пищевых цепей. Так, известны циклические колебания численности полярных грызунов леммингов и их хищников - песцов и полярных сов.

Значительно более часто циклические колебания численности наблюдаются в системах "паразит - хозяин", так как паразиты в отличие от хищников, чаще являются **монофагами** - питаются на одном виде хозяев. При этом размножение жертвы неизбежно ведет к размножению её паразита.

В некоторых случаях эксплуататор может полностью уничтожить популяцию жертвы. В основном это происходит при нарушении в экосистемах созданного природой равновесия, часто при участии человека.

Полное уничтожение жертв может происходить и при внедрении в экосистемы нового хищника. Так, кошки, ввезённые в Новую Зеландию для борьбы с крысами, полностью уничтожили местный вид редких наземных птиц, а кролики при их вселении в Австралию, съели почти всю её растительность и только внедрение в их популяцию вируса миксоматоза позволило снизить их численность и поддерживать её на низком уровне.

2.1.10.7. Паразитизм

Паразитами (от греч. parasitos - нахлебник), называют организмы которые использующие другие виды как источник питания и место постоянного или временного обитания.

Обязательным критерием паразитизма является **нанесение** хозяину **вреда**, в противном случае их отношения классифицируют как комменсализм.

Паразитов классифицируют на:

- постоянных и временных;
- внутренних и наружных;
- по многим другим критериям.

В отличие от хищников, пищей для паразита является живой хозяин. В стратегическом плане паразиту не выгодно гибель хозяина, так как он может погибнуть вместе с ним и поэтому паразит заинтересован в как можно более длительной эксплуатации хозяина и меньшем нанесении ему вреда. Примером является описанная ранее коэволюция жгутикового простейшего трипаносомы и диких животных Африки .

Направление естественного отбора в системах "паразит - хозяин" ориентировано на выработку приспособлений, обеспечивающих длительное сосуществование с хозяином: паразиты эволюционируют в сторону уменьшения их патогенности (неблагоприятного влияния на хозяев), а хозяева - в направлении совершенствования защиты и устойчивости к паразиту.

В давно сложившихся природных сообществах численность популяций паразитов и их хозяев находятся в состоянии динамического равновесия и характеризуются незначительными колебаниями.

Сильные опустошительные эпидемии возникают только в случаях если равновесие по каким-то причинам оказывается смещенным.

Значительная патогенность паразита проявляется и тогда, когда паразит попадает к новому виду хозяев или в другую экосистему. Это часто бывает при переносе паразитов в новые экосистемы человеком. Последствия могут быть очень серьёзны.

Так, завезенный в Америку паразитический гриб *Endothia parasitica* а практически уничтожил ценную местную породу деревьев зубчатый каштан. Гриб

случайно завезли из Китая в 1904 г вместе с другим видом каштана, который был устойчив к нему. Но американский зубчатый каштан оказался беззащитен к этому грибу и стал массово гибнуть из-за обширных поражений коры. За 50 лет, к 1950 году из 3,5 млрд деревьев осталось меньше ста. Американские экологи предпринимали многочисленные способы сохранения зубчатого каштана, но все они были безуспешны. Наконец был найден ослабленный штамм гриба, пораженный вирусом. Его помещали на зараженные агрессивным грибом деревья, вирус поражал этот гриб и некоторые деревья выздоравливали. Однако весьма трудной проблемой является распространение ослабленного штамма гриба между всеми деревьями каштана.

Этот пример показывает, как трудно бывает восстановить нарушенное природное равновесие, несмотря на достижения науки и техники (Б.Небел, 1993).

Многие паразиты проходят сложные циклы развития и имеют кроме основного ещё и промежуточных хозяев, в которых они проходят промежуточные личиночные стадии развития. Из-за этого факторы, регулирующие численность популяций паразитов, чрезвычайно многочисленны, многие из них находятся вне организмов постоянных хозяев. Однако решающей для численности паразита является численность популяции основного хозяина.

Экологическое значение отношений "паразит - хозяин" сходно со значением отношений "хищник - жертва": они способствуют более полному использованию ресурсов среды, взаимной регуляции численности популяций паразита и хозяина, оздоровлению популяций хозяев, так как от паразитов чаще гибнут менее жизнеспособные особи.

Как указано выше, в давно сложившихся системах "паразит-хозяин", имеется состояние некоторого динамического равновесия численности их популяций. При этом для возникновения массовых эпидемий нужны изменения каких-то условий, параметров сложившегося соотношения.

Известным примером является возникновение эпидемий чумы в популяциях человека.

Возбудителем чумы является бактерия *Yersinia pestis*, постоянно циркулирующая на определённом уровне в популяциях грызунов, где передается посредством блох. Иногда равновесие в экосистемах нарушается настолько, что блохи переходят со своих предпочтительных хозяев - грызунов, на человека. Это происходит при увеличении численности грызунов и поэтому в настоящее время существуют специальные противочумные станции, которые контролируют численность грызунов и её повышении производят их уничтожение. Ситуация массового перехода блох с крыс на людей произошла в 1348 году при осаде турками генуэзской крепости Каффа в Крыму (ныне г.Феодосия). Крепость держалась два года, пока турки не забросили в неё чумных крыс. Крысиные блохи перешли на людей и в крепости быстро возникла эпидемия. Крепость сдалась и часть генуэзцев на кораблях вернулась в Италию, привезя туда чуму. Оттуда чума распространилась по всей Европе. По мере распространения эпидемии её интенсивность постепенно слабела из-за появления к населению иммунитета.

В XIV веке эпидемии чумы в Европе возникали еще три раза и ещё трижды - в XVII веке. Суммарно они унесли 25 миллионов человек - треть тогдашнего населения Европы. При каждой следующей эпидемии, если промежутки между ними были не так длинны, чтобы исчезли люди с иммунитетом (имунная прослойка), процент

смертельных исходов снижался. При увеличении промежутков между эпидемиями, их сила возрастала из-за утраты среди населения иммунной прослойки (Ф.Риклефс, 1981).

Массовые эпидемии инфекционных и паразитарных заболеваний часто происходят при войнах, голоде, стихийных бедствиях, массовых миграциях и других чрезвычайных ситуациях. Во время Первой Мировой войны миллионы людей погибли от эпидемии сыпного тифа, передаваемого платяными вшами. Распространению вшей способствовали массовые миграции людей, их скопления, голод, холод, ослабление иммунитета, антисанитарные условия. Учитывая этот опыт, во время Второй Мировой войны санитарной службой проводились строгие противоэпидемические мероприятия по уничтожению вшей и эпидемий удалось избежать.

2.1.10.8.. Межвидовая конкуренция

Конкуренцией называют тип отрицательных межвидовых взаимодействий, при которых два или более вида потребляют одни и те же ресурсы, имеющиеся в недостатке.

Острота конкуренции зависит от количества ресурсов - чем их меньше, тем конкуренция острее.

Так же как и внутривидовая, межвидовая конкуренция бывает:

- прямой, когда разные виды сталкиваются впрямую - агрессивными противодействиями, выделениями токсинов др.,
- и опосредованной (эксплуатационной), когда используется один ресурс и этим происходит взаимное подавление друг друга.

Поскольку в большинстве экосистем каждый вид подвержен конкуренции со стороны сразу нескольких видов, то общую составляющую их конкурентного давления называют **диффузной конкуренцией**.

При наличии конкуренции ни одна из популяций не может достичь такой численности и плотности, которые были бы возможны в её отсутствии.

Следствиями межвидовой конкуренции являются:

1. Экологические сукцессии: смена менее конкурентноспособных видов (г-стратегов), более конкурентноспособными (К-стратегами), (гл. 7).
2. К-отбор - появление у видов признаков, повышающих их конкурентоспособность: крупные размеры тела, производство небольшого числа хорошо защищенных потомков и другие (гл.13.11).
3. Сужение экологической ниши и ареала вида.

В этом состоит главное отличие межвидовой конкуренции от внутривидовой, для которой больше характерно расширение ниш -возрастание разнообразия используемых ресурсов и мест обитания. В условиях межвидовой конкуренции в большинстве природных сообществ популяции оказываются "зажаты" другими видами, превосходящими их в эффективности использования соседних ниш и местообитаний). Из-за этого реализованная ниша видов оказывается меньше потенциально возможной, фундаментальной. Если конкурентное давление на вид ослабевает, может произойти расширение его реализованной ниши и ареала, это называют **экологическим высвобождением**.

4. Конкурентное исключение: если сила давления одного конкурирующего вида превышает возможности другого, происходит полное его вытеснение из местообитания.

Самой острой межвидовой конкуренцией является конкуренция между близкими видами в силу сходства их потребностей.

В 1930 г русский биолог немецкого происхождения Георгий Францевич Гаузе, будущий основатель Института антибиотиков, изучал межвидовую конкуренцию в экспериментах с инфузориями и на их основе вывел **принцип конкурентного исключения**: два близкородственных вида, в силу сходства их потребностей, не могут устойчиво существовать в одном местообитании в условиях насыщенной среды. Их совместное обитание в ней возможно только при разделении их экологических ниш. В противном случае, рано или поздно один вид вытеснит другой (1934).

Г.Гаузе выращивал в пробирках с рисовым отваром два вида инфузорий - *Paramecia aurelia* и *Paramecia caudatum*. При выращивании в отдельных пробирках оба вида стабильно существовали в данных условиях во многих поколениях, но при их совместном выращивании в одной пробирке, *Paramecia caudatum* постепенно вымирала (окончательно на 16 день), хотя *Paramecia aurelia* не была хищником и не выделяла токсичных веществ. Причиной преимущества *Paramecia aurelia* явилось её более быстрое размножение в заданных условиях, что делало её более конкурентноспособной (рис.12.14).

Однако как указывал ещё Ч. Дарвин и как показали дальнейшие исследования, предсказать исход конкуренции заранее в каждом конкретном случае невозможно, поскольку на оба вида влияет множество факторов среды, а в природных условиях - также наличие конкуренции со стороны других видов.

Классические опыты по изучению влияния среды на исход межвидовой конкуренции поставил Т.Парк с мучными жуками-хрущачками (1948,1954,1958). Парк выращивал в банках с мукой два вида мучных хрущачков *Tribolium costaneum* и *Tribolium confusum* (рис.12.15). Он установил как много факторов может влиять на исход конкуренции даже в таких идеально упрощенных условиях. Оказалось, что исход конкуренции был разным при изменении всего лишь двух параметров среды - температуры и влажности: при одних их значениях преимущество получал один вид, а при других - другой. В то же время, в пределах некоторого диапазона условий исход конкуренции был непредсказуем.

Предсказание исхода конкуренции в природных условиях ещё более проблематично.

Необходимо отметить, что ни одна из предложенных многочисленных математических моделей по предсказанию исходов конкуренции, не оказалась состоятельной, способной учесть все факторы.

5. Разделение экологических ниш - экологическая диверсификация видов.

Этот процесс, устраняющий межвидовую конкуренцию, делает возможным существование сложных природных сообществ, повышает эффективность использования ими ресурсов среды (рис.12.4). Диверсификация обычно происходит в отношении использования пространства, питания разной пищей, активности в разное время (гл.12.3).

Приложение 2. 2

Вопросы для самоконтроля модуля 2 «Экологические факторы».

1. Что такое экологические факторы?
2. По каким принципам классифицируются экологические факторы?
3. Объяснить основные закономерности действия экологических факторов на организмы.
4. Что такое лимитирующий фактор? Кто разработал понятие лимитирующего фактора?
5. Каково значение понятия лимитирующего фактора для экологии и медицины?
6. Какие организмы называют стенобионтными, а какие эврибионтными?
7. Что такое закон толерантности? Кто автор этого закона? Значение закона для медицины.
8. Объяснить закономерности совместного действия экологических факторов. Значение закономерностей совместного действия экологических факторов для медицины.
9. Что включает понятие факторов риска для здоровья?
10. По каким критериям классифицируются факторы риска для здоровья?
11. Что подразумевается под факторами риска персонального выбора (образа жизни)?
12. Назвать основные группы факторов риска для здоровья.
13. Роль ВОЗ в классификации факторов риска для здоровья. Значение классификации ВОЗ для сохранения здоровья населения.
14. Для каких контингентов ВОЗ разработаны отдельные классификации факторов риска для здоровья?
15. С какой целью ВОЗ определила факторы риска для трех групп стран с разным уровнем экономического развития?
16. В чем состоят принципиальные различия основных групп факторов риска для стран с разным уровнем экономического развития?
17. Назвать 10 главных факторов риска для здоровья в Российской Федерации.
18. Прокомментируйте эти факторы. Почему эти факторы имеют большое значение в РФ?
14. На какие группы подразделяются биотические экологические факторы?
15. Приведите примеры положительных межвидовых взаимодействий
16. Какие межвидовые отношения называются симбиозом? Приведите примеры
17. Какие межвидовые отношения называются комменсализмом? Как классифицируется комменсализм? Приведите примеры организмов-комменсалов человека..
17. Какие межвидовые взаимодействия считают отрицательными? Можно ли называть их «вредными» и почему?

18. Приведите примеры отрицательных межвидовых взаимодействий
19. Что такое паразитизм? В чем его отличие от комменсализма? По каким критериям классифицируются паразиты? Приведите примеры.
20. Каково экологическое значение паразитизма? Какие факторы способны сместить равновесие в сложившихся системах паразит-хозяин в природных экосистемах?

Приложение 2.2.

Тестовые задания модуля 2 «Экологические факторы»

001. В биоценозе взаимодействуют факторы -
- 1) почвенные, климатические, биотические
 - 2) климатические и межвидовые
 - 3) межвидовые и почвенные
 - 4) внутривидовые и гидрологические
 - 5) внутривидовые и межвидовые
002. Межвидовые биотические связи -
- 1) эффект группы, мутуализм
 - 2) паразитизм, квартиранство
 - 3) мутуализм, паразитизм
 - 4) эффект массы, конкуренция
 - 5) нейтрализм и комменсализм
003. Организмы с ограниченными адаптивными возможностями -
- 1) эврибионты
 - 2) стенобионты
 - 3) стенотермы 4) эвритермы 5) сукукуленты
004. Примером кооперации являются отношения -
- 1) человека и печеночного сосальщика
 - 2) актинии и рака отшельника
 - 3) акулы и рыбы-прилипалы
 - 4) рыжего и черного тараканов
 - 5) лисицы и волка
005. Биотические факторы:
- 1) эдафические
 - 2) внутривидовые
 - 3) межвидовые
 - 4) климатические
 - 5) физические
006. При действии всех факторов на организмы выделяют зоны:
- 1) лимитирующую
 - 2) оптимума
 - 3) максимальную
 - 4) гибели
 - 5) подавления

007 Организмы с широкими пределами выносливости называют:

- 1) оптимальными
- 2) приспособленными
- 3) стенобионтными
- 4) эврибионтными
- 5) акклиматизированными

008. Экологический фактор определяющий возможность организмов существовать в данной среде:

- 1) приспособительный
- 2) лимитирующий
- 3) ограничивающий
- 4) фоновый
- 5) летальный

009 Реакции организмов на смену часовых поясов:

- 1) биоритмы
- 2) фотопериодизм
- 3) циркадианные ритмы
- 4) десинхроноз
- 5) морфологические адаптации

010. Внутривидовые биотические факторы

- 1) эффект группы, эффект массы
- 2) внутривидовая конкуренция, комменсализм
- 3) кооперация, симбиоз
- 4) нейтрализм, кооперация
- 5) эффект массы, симбиоз

Соотнесите фразу из левого столбца и ответ (-ты) из правого столбца.

011. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

- | | |
|------------------|------------------|
| 1) кооперация | а) межвидовые |
| 2) комменсализм | б) внутривидовые |
| 3) симбиоз | |
| 4) эффект группа | |
| 5) паразитизм | |
| 6) эффект массы | |

Приложение 2.4.

Темы рефератов модуля 2 «Экологические факторы»

1. Факториальная экология. Понятие об экологических факторах. Их классификация. Закономерности действия экологических факторов на организмы. Закон лимитирующих факторов Ю. Либиха . Закон толерантности В.Шелфрда. Значение этих законов для медицины.
2. Взаимодействия экологических факторов. Внутрибольничные инфекции.
3. Понятие об экологических факторах. Факторы риска для здоровья. Принципы их классификации.
4. Основные группы факторов риска для здоровья согласно классификации ВОЗ. Значения разных факторов риска для здоровья в разных экономических условиях.
5. Главные факторы риска для здоровья в Российской Федерации. Задачи медицины на современном этапе.
5. Внутривидовые экологические факторы.
6. Межвидовые взаимодействия организмов в экосистемах (положительные и отрицательные).
7. Комменсализм. Комменсалы человека.

8. Феномен паразитизма. Эволюционное развитие системы паразит-хозяин.

2.5. Список литературы (см. Приложение 2.5)

1. Чебышев Н.В., Филиппова А.В. Основы экологии. / Новая волна, 2010, 335 стр.

1. *Валентайн Дж. У.* Эволюция многоклеточных растений и животных // В сб.: «Эволюция». — М.: Мир, 1981.
2. *Вальтер Г.* Общая геоботаника. — М.: Мир, 1982.
3. *Вернадский В. И.* Биосфера: Очерки первый и второй. — Л.: Научно-техн. изд-во, 1926.
4. *Воронов А. Г., Дроздов Н. Н. и др.* Биогеография с основами экологии. — М.: Изд-во МГУ, 1999.
5. Глобальная экологическая перспектива 3. — М.: ЗАО «Интердиалект», 2002.
6. *Дажо Р.* Основы экологии. — М.: Прогресс, 1975.
7. *Добровольский В. В.* Основы биогеохимии. — М.: Высшая школа, 1999.
8. *Дювиньо П., Танг М.* Биосфера и место в ней человека. — М.: Прогресс, 1968.
9. *Катица С. П.* Общая теория роста человечества. — М.: Наука, 1999.
10. *Кауричев И. С.* Почвоведение. — М.: Колос, 1982.
11. *Красилов В. А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. — М.: Ин-т охраны природы и заповедного дела, 1992.
12. *Леме Ж.* Основы биогеографии. — М.: Прогресс, 1976.
13. *Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Садовникова Л. К.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. — М.: Высшая школа, 1998.
14. *Меерсон Ф. З.* Адаптация, стресс, профилактика. — М.: Наука, 1981.
15. *Миллер Т.* Жизнь в окружающей среде. Т. 1—3. — М.: Галактика, 1993.
16. *Небел Б.* Наука об окружающей среде. Т. 1, 2. — М.: Мир, 1993.
17. *Никаноров А. М., Хоружая Т. А.* Экология. — М.: Приор, 1999.
18. *Пианка Э.* Эволюционная экология. — М.: Мир, 1981.
19. *Одум Е.* Экология. — М.: Просвещение, 1968.
20. *Одум Ю.* Основы экологии. — М.: Мир, 1975.
21. *Одум Ю.* Экология. Т. 1, 2. — М.: Мир, 1986.
22. *Рамад Ф.* Основы прикладной экологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1981.
23. *Риклефс Р.* Основы общей экологии. — М.: Мир, 1979.
24. 2. *Бродский А. К.* Краткий курс общей экологии, Учебное пособие для ВУЗов. — Изд. «Деан», 2000. — 224 с.
5. Л.И.Губарева, О.М.Мизирева, Т.М. Чурилова. Экология человека. М., 2005 г.

7. Под редакцией А.С.Степановских . Общая экология. М., 2001 г. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Экология./ М.: Издательство Приор.- 1999г.
8. Петров В.В. Экологическое право России /Учебник для вузов. М.- 1995г.
9. Экологические преступления.- Комментарий к Уголовному Кодексу Российской Федерации./ Изд."ИНФРА М-НОРМА", Москва, 1996г.,- с.586-588.
10. Экология. Учебник. Е.А.Криксунов./ Москва.- 1995г.- с.240-242.
Степановских А.С. Общая экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 2001. 510 с.
11. Радкевич В.А. Экология. Минск: Вышэйшая школа, 1998. 159 с.
12. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. Том 1.
13. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 2003. 512 с. (СВЕТ, циклы).
14. Крылов А.Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. Л.: Наука, 1984. 184 с.
15. Культиасов И.М. Экология растений. М.: Изд-во МГУ, 1982. 384 с.
16. Радкевич В.А. Экология. - Мн.: Выш. школа, 1997. 216 с.
17. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. - М.: Просвещение, 1988. 234 с.
18. Грин Н. и др. Биология: в 3-х т. Т.2. - М.: Мир, 1990. 311 с. 1. Блинов Л.Н. Экология. Основные понятия, термины, законы, схемы: Учебное пособие. СПб.: СПбГПУ, 2006.
19. Горелов А.А. Экология: конспект лекций - М.: Высшее образование, 2008.
20. Коробкин В.Н., Передельский Л.В. Экология: учебник для вузов. - 12-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2007.
21. Николайкин Н.Н. Экология: Учебник для вузов - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2005.
22. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. В 2-х томах - М.: Мир, 1993.
23. <http://ru.wikipedia.org/>

2.6. Презентация (см. Приложение 2.6.)