

**Методические указания
к семинарским занятиям
по экологии и природопользованию**



Министерство образования Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
Кафедра экологии и зоологии

**Методические указания
к семинарским занятиям
по экологии и природопользованию**

Ярославль 2002

ББК Б1я73
Я85

Составитель **М.В. Ястребов**

Методические указания к семинарским занятиям по экологии и природопользованию / Сост. М.В. Ястребов; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2002. 20 с.

Методические указания являются программной разработкой семинаров по общей экологии и рациональному природопользованию. Для каждого семинарского занятия указаны объем и требования к усвоению пройденного материала. Подчеркиваются основные положения изучаемых тем.

Методические указания рассчитаны на студентов третьего курса.

Печатается по решению научно-методического совета Ярославского государственного университета.

Рецензент — кафедра экологии и зоологии Ярославского государственного университета.

© Ярославский государственный университет, 2002

© М.В. Ястребов, 2002

Введение

Предлагаемые методические указания представляют собой краткий путеводитель по курсу экологии. Это не конспект готовых ответов, а расшифровка вопросов, ответы на которые надо найти. Для облегчения поиска в конце руководства приведен список основной литературы. Отдельные источники из данного списка указаны (в соответствии с порядковыми номерами) в конце разработки по каждой теме. Предполагается, что перечисленные источники дают прожиточный минимум знаний. Желающие могут получать дополнительную информацию, работая с другими учебниками, статьями, монографиями и т.д. Полезный способ приобретения знаний — посещение лекций. Преподаватель изучает большой материал, выбирает из него наиболее ценное и делает это ценное доступным для восприятия, т.е. выполняет часть вашей собственной работы. С той же целью составлены методические указания для семинаров, которые опять-таки рекомендуется посещать. Смысл семинарских занятий не в том, чтобы отчитаться или получить оценку. Они дают иные, гораздо более полезные для студента эффекты. Во-первых, семинар — это хороший путь повторения материала, прослушанного на лекциях и прочитанного в книгах. Во-вторых, это способ исправить и дополнить имеющуюся информацию. В-третьих, это возможность задать и обсудить спорные и непонятые вопросы. В-четвертых, это попытка проговорить тему, что является репетицией ответа на экзамене.

Автор обращает ваше внимание на ряд моментов, которые традиционно упускаются студентами при освоении курса.

1. Четкое знание понятий, законов, принципов. Понятийный аппарат — основа любой науки. В экологии свободное владение им особенно важно, поскольку большинство отраслей биологии пользуется фундаментальными экологическими понятиями. Овладевая ими, вы столкнетесь с разночтениями и расплывчатостью некоторых определений. Будем надеяться, что подобное явление не испугает вас. Уточнение формулировок — самый обычный процесс в науке. И у каждого есть возможность стать из свидетеля этого процесса его участником. К тому же знание множества чужих мнений помогает сформировать свое собственное, что вам и предстоит.

2. Правильное обращение с формулами и графиками. Многие поколения студентов небрежно и очень неохотно излагают математическую часть материала. Однако традиционная нелюбовь к ней не снимает необходимости изучения. Вам предстоит научиться избегать двух студенческих “смертных грехов”: незнания того, что отложено на координатных осях, и незнания смысла переменных и коэффициентов в формулах.

3. Четкая аргументация. Любое положение должно быть проиллюстрировано рядом примеров. И чем ряд длинней, тем лучше. Данное требование

настолько естественно, что, казалось бы, не требует специального упоминания. Тем не менее, примерами студенты очень часто пренебрегают. От этого излагаемые постулаты выглядят неубедительно, приобретая облик религиозных догм.

Семинар 1.

Введение в предмет

План семинара

- 1. Определение, предмет и цель экологии. Экология как фундаментальная биологическая наука. Ее место в системе биологических знаний.*
- 2. Методы экологии. Модели в экологии.*
- 3. Разделы экологии.*
- 4. Основные “средовые” понятия экологии: среда жизни, среда обитания, биотоп, местообитание, стация, условия существования.*

Экология, как и всякая наука, имеет определение, предмет, задачи, методы, объем, структуру и место в ряду других наук.

Определение науки строится на основе признаваемого предмета. С предметом ситуация сложная, поскольку на протяжении всей истории экологии он менялся в соответствии с доминирующими научными направлениями, а то и вовсе отрицался вместе с самим названием науки. Так, предметом экологии были отношения организмов со средой, адаптации, популяции, сообщества, системы организмов, взаимозависимые комплексы живых и неживых элементов и т.д. В этой связи необходимо знать авторов того или иного определения. В настоящее время существует международный стандарт научной дисциплины “Экология”, отражающий ее основное содержание и предмет.

Из определения экологии как науки о надорганизменных живых системах следует, что предметом ее являются биологические системы. Следует знать общее определение и свойства системы, а также последовательную цепь биосистем разного уровня, от биохимического до биосферного.

Определение экологии дает представление о ее месте в системе наук биологической отрасли знания. Вы должны представлять структуру биологических наук, уметь установить предметную связь экологии с другими дисциплинами (фундаментальными и частными), дать примеры наук, стоящих на стыке экологии с ботаникой, зоологией, географией, генетикой и пр. Весьма полезно сравнить современное и геккелевское представления о месте экологии среди биологических дисциплин. Следует уметь объяснить, почему экология относится к наукам фундаментальным.

Зная определение, предмет и объем науки, можно раскрыть ее содержание и структуру. Структура науки предполагает, в свою очередь, деление ее на разделы. Для вас оно состоит в анализе четырех главных парадигм: экологии особи, популяции и сообщества, а также прикладной экологии. Содержание каждой парадигмы изложено в любом учебнике или пособии, им посвящены целые разделы, и они будут предметом последовательного изучения науки. А пока следует ориентироваться на смысловую оценку каждого раздела, чтобы с самого начала иметь правильное представление об экологии в целом и видеть ее основную суть. Надо также уметь объяснить, почему в науке, изучающей НАДОРГАНИЗМЕННЫЕ системы, существует область, называемая экологией ОСОБИ. Обратите внимание, что мало дать определения аут-, дэм- или синэкологии. Следует представлять, какие вопросы ставит перед собой каждая из отраслей. Кроме того, необходимо понимать суть проблем, решаемых теоретической экологией, которая по существу связывает между собой все названные выше разделы.

Раскрывая особенности методологии экологии, важно помнить, что любое экологическое исследование протоколно. Это значит, что в конечном оформлении наблюдения должны выливаться в количественную оценку (табличную, графическую, уравнения и т.п.). Целенаправленная количественная оценка среды и состояний организмов — это основа создания модели отношений “организм-среда” для экологического прогноза. Модели как упрощенные версии реального мира играют в развитии науки все большую роль. Надо знать определение понятия “модель”, виды моделей с краткими характеристиками и примерами плюс способы применения разных типов моделей в экологии.

Возникновение иерархии “средовых” понятий экологии связано с тем, что физическое окружение организмов, понимаемое как ВНЕШНЯЯ СРЕДА, чрезвычайно разнообразно. В соответствии с этим, внешняя среда подразделяется на четыре среды жизни: водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную. Каждая из них характеризуется огромным качественным своеобразием и спецификой требований, предъявляемых к организмам-вселенцам. От вас требуется знание основных свойств сред жизни (гравитация, теплостойкость, подвижность и пр.), а также умение привести примеры широко распространенных, базовых приспособлений организмов к каждой из этих сред. Обратите внимание, что такие экологические дисциплины, как паразитология, гидробиология, эдафобиология ориентированы как раз на изучение адаптаций к соответствующей среде жизни.

Для сред жизни характерно не только качественное своеобразие, но одновременно и большое внутреннее разнообразие. Условия существования в средах жизни неравнозначны во времени и пространстве. Поэтому внутри них выделяются среды обитания, где условия существования организмов более узкие и определенные. Необходимо уметь привести примеры сред обитания внутри каждой из сред жизни и, по возможности, на границах ме-

жду ними. Приведите примеры адаптаций к различным средам обитания. Дайте определение понятий “биотоп” и “местообитание”, приведите примеры биотопов в разных средах обитания. Подберите примеры пространственного совпадения или, наоборот, несовпадения биотопа и местообитания. Умейте объяснить причины. Подумайте также, в чем различие понятий “ареал” и “местообитание” при том, что территориально они совпадают. Умейте объяснить понятие “стация” и дать примеры стациального распределения представителей разных групп организмов. Желательно, чтобы среди примеров фигурировали случаи двух типов:

а) различие стаций у разных стадий жизненного цикла; б) смена стаций одной и той же стадией.

Литература: 6, 15, 17, 20.

Семинар 2. Аутэкология: характеристики экологических факторов

План семинара

- 1. Определение понятия “экологический фактор”.*
- 2. Способы классификации факторов.*
- 3. Характеристики отдельных факторов.*

Условия существования организмов в различных средах представляют собой совокупность экологических факторов разной природы. Необходимо начать с определения понятия “фактор” и перечислить типы влияния факторов на организмы. Следует также рассмотреть разные способы классификации факторов. В современной науке все экологические факторы подразделяются в широком смысле на абиотические, биотические и антропогенные (антропогенные). Данный принцип классификации вы знаете со школьной скамьи. Однако в изучении курса экологии не менее целесообразно знать классификацию факторов по А.С. Мончадскому, а также классификацию с точки зрения зависимости от плотности популяций. Излагая любую классификацию, необходимо четко представлять себе, что лежит в ее основе. Без этого нет смысла классифицировать что-либо. Хотелось бы, чтобы вы поняли и обсудили не только достоинства названных классификаций, но также и недостатки, снижающие возможность использования. В ходе анализа вы легко убедитесь, что совершенная классификация на сегодняшний день не создана. Помимо этого, вы сможете оценить область применения каждой из классификаций и научные перспективы, открываемые ее созданием.

Давая характеристики отдельным факторам, постарайтесь, чтобы в них фигурировали следующие моменты:

- 1) диапазоны значений, переносимые живыми организмами;

- 2) влияние на ареал и численность;
- 3) роль данного фактора в обеспечении нормальной жизнедеятельности организма;
- 4) нарушения, возникающие при недостатке или избытке фактора;
- 5) виды адаптаций различных организмов и группы биологических видов, выделяемые по характеру приспособлений к данному фактору.

Из абиотических факторов следует обсудить излучение, температуру, пожары, воду (осадки, влажность, снежный покров и др.), кислород, другие неорганические молекулы, механическое действие среды, пространство. Среди биотических факторов рассмотрите хищничество, паразитизм, конкуренцию, антибиоз, комменсализм, протокооперацию и мутуализм. Обратите внимание на то, что представления о “пользе” и “вреде”, “антагонизме” и “взаимной выгоде” в отношениях живых организмов следует понимать метафорически. В большинстве случаев мы сталкиваемся с разными проявлениями единственного типа отношений — “потребитель — ресурс”. Разбирая отдельные факторы, выделите среди них те, которые подпадают под понятие “ресурс”. Объясните различия между ресурсами и условиями.

Следует подчеркнуть, что в характеристиках отдельных факторов довольно много понятий, определения которых необходимо знать, например, “точка компенсации”, “физиологическое время”, “экологическая компрессия” и др.

Литература: 3, 8, 17, 21.

Семинар 3. Аутэкология: общие закономерности

План семинара

1. Закон минимума.
2. Принцип толерантности.
3. Сопряженное действие факторов.
4. Биоритмы.

Содержательный разговор о действии факторов и адаптациях к ним невозможен без знания некоторых общих положений. Вам уже известно, что каждый фактор имеет количественную характеристику по силе и времени действия. Впервые на уровне принципа (закона) об этом заговорил К. Либих, сформулировавший закон минимума. От вас ожидается умение описать опыты Либиха, знание упомянутого закона, умение оперировать им и приводить соответствующие примеры.

Через семьдесят лет после Либиха представления о минимуме и лимите факторов были расширены В. Шелфордом. Он указал, что существует диапазон действия любого фактора, переносимый организмом, и что ограничи-

вать жизнедеятельность могут как слишком малые, так и слишком большие значения фактора. Так родился принцип толерантности (принцип Шелфорда) о пределах устойчивости организмов в диапазоне действия фактора. Вы должны знать формулировку и графическое выражение принципа, иметь на слуху термины “оптимум”, “пессимум”, “пределы толерантности”. Из принципа Шелфорда вытекает понятие “лимитирующий фактор”. Объясните его и приведите примеры по минимуму и максимуму. Исходя из амплитуды толерантности, объясните понятия “эврибионтность”, “стенобионтность”, “экологическая валентность”. Приведите примеры.

Условия существования любого вида не являются простой арифметической суммой факторов, а представляют собой их сложное соотношение (конstellацию), поскольку экологические факторы взаимодействуют друг с другом. Необходимо уметь приводить примеры сопряженного действия биотических и абиотических факторов и знать экологическую роль сопряженного действия факторов.

Периодичность в действии ряда факторов, длящаяся много поколений, приводит к тому, что эти факторы становятся сигналами, запускающими морфо-физиологические и поведенческие перестройки в организме. Формируется периодичность процессов жизнедеятельности. Приведите примеры сигнального значения факторов, обратив особое внимание на фотопериодизм. Дайте определение биоритма и частоты ритма. Рассмотрите два принципа классификации биоритмов, назовите виды ритмов. Объясните, почему фотопериодизм (суточный и сезонный) имеет для организмов большее значение, чем периодические изменения любых других факторов. Описывая конкретные биоритмы, дайте четкое представление о том, чем синхронизируется (определяется) каждый из них. Подберите примеры, показывающие такое свойство биоритмов, как относительное постоянство, особенно для случаев перехода экзогенных ритмов в эндогенные. Приведите примеры сопряженности ритмов разных биологических видов.

Литература: 1, 8, 20, 22, 27.

Семинар 4. Демэкология: определение и статические параметры популяции

План семинара

- 1. Об определении понятия “популяция”.*
- 2. Пространственно-временные границы популяции.*
- 3. Пространственное распределение особей в популяции.*
- 4. Возрастная, половая и социальная структура популяции.*

Популяционная биология — область знаний, где проводится колоссальный объем исследований. И это вполне понятно, поскольку вокруг понятия “популяция” сомкнулись интересы экологии, генетики и теории эволюции. Подобного рода смыкание всегда порождает массу различных определений, альтернативных толкований, спорных вопросов и т.д., так как у специалистов в разных областях неодинакова подготовка, методы исследований и интересы. Для развития науки это большой плюс, но студентам непросто бывает разобраться в изобилии разноречивой информации. Попробуем, однако, сделать это.

Определений популяции известно много, а общепринятое отсутствует. В связи с этим следует знать хотя бы одно из “ходовых” определений. Помимо этого, надо представлять себе причины отсутствия общепринятого определения. Речь идет о разночтениях по вопросам о составе и границах популяции, о выборе признаков, вводимых в определение, и о сложности реального выделения популяций. По последнему пункту необходимо представлять хотя бы в общих чертах разнообразие выделяемых внутривидовых группировок и их иерархию.

Популяция — не просто группа особей, а равновесная система, обладающая рядом свойств, которые присущи всей группе, но не отдельным ее членам. Это значит, что она реагирует как нечто целое на любые внешние воздействия. Подобная реакция обусловлена рядом свойств популяции, которые вам предстоит рассмотреть.

Любая система имеет пространственно-временные границы. Применительно к популяции следует знать о времени жизни популяции и о единицах его измерения. Умейте объяснить, почему здесь неприменимо астрономическое время. В отношении ареала надо знать факторы, определяющие его размер, вариации размера и соотношение понятий “трофический ареал” и “репродуктивный ареал”. Умейте объяснить биологический смысл относительной изолированности популяции.

Члены любой популяции распределяются в относительно однородном пространстве разными способами: случайным образом, более или менее равномерно или в группах. Группы обычно физиологически и поведенчески обусловлены, бывают постоянными или временными, хотя встречаются и вынужденные скопления. Вы должны знать примеры разных распределений и их причины. Укажите экологические преимущества и недостатки каждого типа распределения.

Говоря о возрастной структуре популяции, следует знать три обобщенных “возраста” (периода жизни) и вариации наличия и соотношения “возрастов” у разных биологических видов. В половой структуре также укажите варианты соотношения полов с примерами и описанием экологических достоинств и недостатков. Весьма полезно знать случаи отсутствия у популяции возрастной или половой структуры.

Социальная структура, как известно, характерна только для популяций многоклеточных животных со сложной нервной системой. От вас требуется знать отличия социума от простого скопления особей, а также различия в структуре и саморегуляции обществ членистоногих и хордовых. Для этого нужно иметь представление о способах разделения труда (иерархия, полиэтизм и т.д.) и обмена информацией (зрительном, осязательном, химическом и др.).

Литература: 6, 17, 23, 26, 28.

Семинар 5. Демэкология: динамические параметры популяции

План семинара

- 1. Численность и плотность популяций.*
- 2. Рождаемость и смертность в популяциях.*
- 3. Выживаемость в популяциях.*
Кривые выживания и стратегии размножения.
- 4. Динамика численности популяций: способы роста и регуляции.*

Численность особей в популяции играет важную роль в освоении ресурсов среды и обеспечении жизнеспособности системы. Соотношение численности и пространства выражается как плотность особей в популяции. Данный показатель характеризует не только состояние самой популяции, но и среду, в которой она существует. Объясните, чем еще обусловлено введение понятия “плотность”. Данный показатель имеет для любой популяции некий оптимальный диапазон, что отражено в принципе Олли. Проанализируйте на различных примерах ситуации с недостаточной и избыточной плотностью популяций. Говоря об этом, надо четко знать единицы измерения плотности, представлять различия между средней и удельной плотностью популяции. Важно также знать основные принципы и методы учета представителей разных таксонов в различных средах обитания. В каждом конкретном случае они разные: для растений — одно, для высокоподвижных хордовых — совсем другое. Особенно сложен учет обитателей водной и почвенной толщи. Почему?

Плотность популяции зависит от многих причин. К числу “внутренних” причин относится воспроизводительная способность в нормальных условиях, при относительной обеспеченности ресурсами. Рождаемость и смертность являются альтернативными свойствами, описывающими способность популяции к воспроизводству. Необходимо знать определения, виды и проявления этих свойств, суть принципиальных различий между абсолютными и удельными значениями рождаемости и смертности. Дайте оп-

ределение выживаемости и установите соотношение понятий “смертность” и “выживаемость”. Разберите типы кривых выживания (гиперболическую, выпуклую, ступенчатую) с примерами и пояснениями. На основе кривых объясните суть двух основных стратегий размножения организмов. Не забудьте объяснить варианты соотношений энергии размножения и энергии поддержания. Назовите свойства организмов, характерные для каждой из стратегий. Полезно помнить, что не стоит искать две стратегии в чистом виде. Между ними есть много переходов. Кроме того, в ходе эволюции нередко происходит смена стратегий размножения.

Способность популяции к увеличению численности проявляется в двух основных типах роста —экспоненциальном и логистическом. Вы должны знать формулы и графики для каждого из названных типов, различать неограниченный и ограниченный рост популяций, знать причины ограничения и выхода численности на относительно стабильный уровень. При описании способов роста объясните суть таких понятий, как “биотический потенциал”, “емкость среды”, “сопротивление среды”, “предел роста”. Обратите внимание на то, что кривые роста представляют собой идеализированные модели. Они не учитывают таких, например, показателей, как эмиграция и иммиграция организмов. Последние действуют аналогично смертности и рождаемости и в реальных условиях сильно влияют на состояние популяции.

Плотность популяции, близкая к оптимальной, определяется условиями существования, благоприятствующими данной группе особей. В то же время, среда изменяется периодически или непериодически, и ее изменения подчас весьма резки. В связи с этим численность и плотность популяции колеблется во времени (флуктуирует). Вам предстоит показать на разных примерах причины флуктуаций и их виды, обратив особое внимание на сопряженные колебания численности различных видов (фитофагов и кормовых растений и пр.). Численность популяции поддерживают различные механизмы, о природе которых нет единого мнения. Изложите существо теорий стохастизма, регуляционизма и саморегуляции. Приведите иллюстрирующие их примеры. Разберитесь, в чем принципиальное отличие последней теории от двух других. Подумайте, какой из механизмов регуляции самый древний, а какой —самый тонкий.

Литература: 6, 15, 17, 23, 24, 26, 28.

Семинар 6. Синэкология: структура экосистемы

План семинара

- 1. Биоценоз, биогеоценоз, экосистема: соотношение понятий.*
- 2. Функциональные компоненты экосистемы.*
- 3. Пространственное расчленение и границы экосистемы.*

Экология сообществ наиболее полно отражает существо экологии как фундаментальной науки. Свой функциональный смысл экология получила с появлением понятий “биоценоз”, “биогеоценоз” и “экосистема”. Поэтому изучение синэкологии уместно начать с выяснения сущности данных понятий. Расскажите о работе А. Гумбольдта “Устрицы и устричное хозяйство” и о том, как ее автор пришел к идее биоценоза. Дальнейшее развитие синэкологических представлений связано с работами А. Тенсли и В. Сукачева. Сопоставьте определения экосистемы и биогеоценоза, выделите черты сходства и различия определений. Установите соотношение понятий “биоценоз” и “экосистема”.

Зная суть основных понятий синэкологии, можно говорить об основных компонентах экосистемы с трофической и биологической точек зрения. Раскройте роль продуцентов, консументов и редуцентов в экосистеме. Объясните, какие типы питания характерны для каждой из этих групп. Обратите внимание, что понятия “продукция”, “потребление” и “деструкция” относятся не к видам и даже не к группам их, а к функциям. Одну функцию выполняют виды с очень разной организацией. Проиллюстрируйте это примерами. Покажите роль неживой природы в деструкционных процессах. Покажите на примерах и тот факт, что редуценты — это всегда комплекс видов, работающих последовательно. Подберите примеры организмов, являющихся одновременно продуцентами и консументами, продуцентами и редуцентами, консументами и редуцентами. Объясните роль в экосистеме компонентов неживой природы и веществ, извлеченных из круговорота. Вслед за характеристикой компонентов экосистемы целесообразно дать ее графическую схему, которая позволит проследить взаимосвязь всех составных частей.

Сообщества на качественном уровне представляют собой большее или меньшее видовое разнообразие, а на количественном — численность входящих в сообщество внутривидовых группировок (ценопопуляций). Одни члены сообщества могут доминировать в численности или биомассе. Они создают основу сообщества, как, например, на устричных или мидиевых банках. Другие (субдоминанты) менее значимы, а представители большинства видов могут играть второстепенную роль.

Всякое сообщество имеет свою пространственную структуру. Она никогда не бывает однородной. Исключение составляют, пожалуй, лишь искусственные монокультуры в лесных и сельскохозяйственных угодиях. Мозаичность внутренней структуры тем выше, чем больше размер экосистемы. Наиболее ярко она проявляется в таких крупных экосистемах, как тундра, тайга, океан и т.п.

Взгляд сверху на крупную экосистему позволяет выделить в ней ряд более или менее однородных участков со специфическими показателями. Вам необходимо знать определение понятия “консорция”, примеры консорциев с различными организмами-эдификаторами и с разным числом консортов и концентров консорции. Надо также знать принципиальные отличия консорции от синузии, виды горизонтальных и вертикальных синузий, принципы их классификации и способы взаимного перехода одних видов синузий в другие.

Особый интерес представляют границы сообществ. В настоящее время известны случаи как плавного перехода одного сообщества в другое, так и перехода резкого. С последним связано понятие “экотон”. Дайте его определение, приведите примеры в наземных и водных экосистемах, объясните сущность краевого эффекта. Подберите примеры экотонов, где краевой эффект проявляется ярко, и таких, где его проявление слабо. Умейте объяснить суть тенденций “граница —разнообразие”и “площадь —разнообразие”. Приведите примеры столкновения этих тенденций в природе и хозяйственной деятельности человека.

Литература: 3, 9, 17, 18, 24.

Семинар 7. Синэкология: функционирование экосистемы

План семинара

- 1. Пищевые цепи в экосистеме и экологические пирамиды.*
- 2. Схема трансформации энергии в экосистеме.*
- 3. Экологические ниши.*
- 4. Развитие экосистемы во времени.*

В поддержании целостности экосистемы большую роль играют пищевые связи живых организмов. Изучение этих связей показало, что поедание друг друга происходит последовательно. В результате, энергия заключенная в живой материи, переносится каскадно, т.е. резко, ступенчато. Для описания переноса была сформулирована система понятий, первое из которых — “пищевая цепь”. Дайте ее определение, приведите примеры коротких и длинных пищевых цепей в различных типах экосистем. Объясните целесообраз-

ность перехода от представления о пищевых цепях к идее пищевых сетей. Дайте определение понятия “трофический уровень”. Поясните, от чего зависит число трофических уровней, занимаемых особью одновременно.

Трофическую структуру экосистемы можно графически представить в виде экологических пирамид. Их основанием обычно является уровень продуцентов. Приведите примеры сообществ, где в основании будут организмы-консументы. Следует знать типы пирамид, достоинства и недостатки каждого типа, преимущество энергетических пирамид перед прочими их типами, примеры обращенных пирамид и их происхождение.

На основании представления о пирамидах энергии можно дать обобщенную схему трансформации энергии в экосистеме. Вы должны знать “статьи расхода” энергии на каждом трофическом уровне, представлять смысл термина “потери при дыхании”, понимать, из чего складывается прирост биомассы. На основании схемы дайте определение понятия “продукция” и характеристики основных ее видов. Покажите на схеме блоки, соответствующие первичной продукции (в том числе валовой и чистой), вторичной и чистой продуктивности сообщества. Следует также представлять зависимость потока энергии через экосистему от ее размеров, возраста, интенсивности обмена, сбалансированности авто- и гетеротрофных процессов.

Статус любого организма в экосистеме не исчерпывается его пищевыми связями. Для определения статуса было введено одно из важнейших понятий экологии — “экологическая ниша”. На нем строятся практически все представления о взаимодействии организмов с абиотическими и биотическими факторами. История развития теоретической экологии — это, в значительной мере, история развития представлений о нишах. Вам необходимо знать эволюцию взглядов на сей предмет в трактовках Гринелла, Элтона, Хатчинсона, Одума, Пианка. Определите различия между фундаментальной и реализованной нишами. Объясните опыты и принцип Гаузе с точки зрения современных “нишевых” представлений. Приведите примеры смены ниш по ходу жизненного цикла организмов. Прокомментируйте графические модели для различных случаев перекрывания ниш, исходя из характера взаимодействия популяций. На основе понятия ниши, объясните на конкретных примерах, что такое гильдии и экологические эквиваленты.

Экосистемы подвержены изменениям во времени. Динамика экосистемы от некоего начального момента ее формирования до наблюдаемого устойчивого состояния называется сукцессией. Динамика эта бывает порождена как внутренними, так и внешними причинами. На этой основе сукцессии подразделяют на эндо- и экзогенные. На простейших примерах следует дать характеристику того и другого их вида. Особенно удобно брать примеры типа перехода озера в болото, реки в водохранилище, степи в пашню, леса в парк и т.п. Согласно другому подходу, сукцессии делятся на пер-

вичные и вторичные. Вы должны знать основу их разделения и последовательность развития в обоих случаях.

Большой интерес для эколога представляют процессы, происходящие при сукцессиях. Наряду с трансформацией вещества и энергии сукцессии сопровождаются формированием, перестройкой и разрушением тех или иных связей между компонентами экосистемы. На модельном примере Ю. Одума разберите характеристики молодых и зрелых сообществ и объясните их. Рассмотрите стадии формирования связей биосистем с косными компонентами сообщества.

Сукцессии, в конечном итоге, приводят экосистему в стационарное состояние. Соотношение начального и конечного состояний как раз и характеризует эволюцию экосистемы. Одним из условно конечных состояний может считаться стадия относительного равновесия процессов продукции и деструкции. Оно называется гомеостазом. Следующей стадией является климакс: относительно устойчивое состояние с затуханием автотрофных процессов в начальных звеньях трофо-ценотической структуры. Причины многообразны: климатические и геологические изменения, хозяйственная деятельность человека и др. Вам следует объяснить концепции гомеостаза и климакса на примерах по выбору.

Литература: 6, 9, 10, 17, 19, 21.

Семинар 8.

Учение о биосфере

План семинара

- 1. Геологические оболочки Земли. Биосфера, ее составляющие.*
- 2. Типы веществ по В.И. Вернадскому.*
- Свойства живого вещества.*
- 3. Биогеохимический круговорот.*
- 4. Эволюция биосферы.*
- 5. Ноосфера.*

Представление о биосфере прошло путь от выделения Э. Зюссом оболочки Земли, населенной живыми организмами, до признания ее как глобальной экологической системы в трудах В.И. Вернадского и его последователей. Наиболее полно структура и функциональные характеристики биосферы раскрыты в книге Вернадского “Биосфера”(1926). Вам необходимо представлять эволюцию творческой мысли автора от представлений его о геохимическом круговороте веществ на планете до биогеохимического круговорота, определяемого деятельностью “живого вещества”. Для этого следует знать выделенные Вернадским типы веществ и свойства живого ве-

щества. Подумайте, в чем основной недостаток классификации веществ по Вернадскому. Умейте объяснить смысл каждого свойства живого вещества.

Излагать учение о биосфере немыслимо и без знания других геологических оболочек Земли —атмосферы, гидросферы и литосферы. Следует знать структуру и функциональные характеристики этих оболочек.

Имея вводные сведения, можно обсуждать представления Вернадского о биосфере. Прежде всего, покажите, в чем состоит особый подход к соотношению организма и среды. Выделите теоретические границы биосферы (зону устойчивости жизни) и ее реальные границы. Перечислите зоны сгущения жизни на Земле. Проиллюстрируйте открытость биосферы как системы. Расскажите о соотношении большого (геологического) и малого (биотического) круговоротов. Объясните такое свойство биотического круговорота, как незамкнутость, приведите цифры, которые показывают его масштабы.

Устойчивость биосферы обусловлена связями между живыми организмами, входящими в состав экосистем, и той работой, которую они проделывают в рамках планеты. Охарактеризуйте основные геологические функции биосферы: энергетическую, газовую, транспортную, концентрационную, деструктивную. Обратите внимание, насколько велика планетарная роль организмов при мизерной массе “живой”оболочки Земли. Зная функции биосферы, вам несложно будет описать процесс биогенной миграции атомов. Расскажите о круговоротах основных биогенных элементов —углерода, азота, кислорода. Приведите биогеохимические принципы Вернадского, которым подчиняется биогенная миграция. Все это покажет живую материю как мощную средообразующую силу, которая определяет облик трех “неживых”сред жизни.

Опишите основные этапы эволюции биосферы от появления биотического круговорота внутри абиотического до образования ноосферы. Дайте определение ноосферы, назовите и охарактеризуйте условия ее становления и существования по Вернадскому. Покажите, как представления Вернадского о ноосфере влияют на адаптационную стратегию человечества в вопросах охраны природы и природопользования.

Литература: 4, 11, 12, 25.

Семинар 9. Природопользование

План семинара

- 1. История отношений человека с окружающей средой: этапы природопользования.*
- 2. Понятие природных ресурсов и способы их классификации.*
- 3. Источники и последствия загрязнения и разрушения почв. Мероприятия и технологии по оздоровлению почв.*
- 4. Газовый состав воздуха и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности.*
- 5. Характер, последствия и ликвидация негативных воздействий хозяйственной деятельности на гидросферу.*

Появление проблем во взаимоотношениях человека и природы связано с нарушением состава и структуры природной среды, которая окружала и ныне окружает человечество. Эти нарушения возникли задолго до осознания человеком характера и последствий своей хозяйственной деятельности. В древних обществах, при низком уровне техники размеры вредных воздействий человечества были мало ощутимы в масштабах планеты. Однако с развитием современных технологий они приобрели сокрушительный характер. Дайте определение понятия “природопользование”. Охарактеризуйте его основные этапы. Объясните различия между рациональным и нерациональным природопользованием.

Отношения человека и природы состоят главным образом в потреблении различных природных ресурсов. Потребление часто бывает неумеренным. Дайте определение понятия “природные ресурсы”. Ресурсы необходимо представлять как элементы биосферы, косные, биокосные и живые. Изложите принципы их классификации по природе, способам использования, исчерпаемости и т.д. Объясните соотношение между возобновляемостью и исчерпаемостью ресурсов через темпы возобновления и потребления.

Особое внимание следует уделить таким ресурсам, как почва, атмосфера и питьевая вода. Применительно к почвам следует представлять состав и объемы недр и связанные с их разработкой большие вопросы. Особое внимание уделите почвам как биокосному веществу: типы, продуктивность, распределение, использование в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве, естественные и вызванные человеком причины деградации, локальные и глобальные проблемы. Охарактеризуйте наиболее острые ситуации, связанные с распашкой, орошением, засолением, вырубкой лесов, отчуждением и т.д. Осмысление негативных явлений при использовании

почв определяет стратегию их охраны. Вы должны знать основные приемы, сберегающие состав и структуру почв, способы защиты от водной и ветровой эрозии, засоления, технику восстановления почв на местах открытых горных разработок.

Основы ваших знаний об атмосфере и гидросфере заложены на лекциях и семинарах по биосфере. В данной теме необходимо сосредоточиться на проблеме антропогенных трансформаций этих геологических оболочек Земли.

В интересах природопользования важно знать состав воздуха, происхождение его газовых компонентов, их соотношение, оптимальное для жизни наземных организмов. Особый интерес представляет соотношение кислорода и углекислоты в атмосфере. В данной связи вы должны представлять основные этапы эволюции атмосферы от исходного до современного газового состава и причины ее глобальных изменений. Зная это, следует уделить внимание механизмам антропогенного искажения круговоротов газов, локальным и глобальным последствиям искажений. Среди глобальных проблем выделите такие, как парниковый эффект, различные типы смога, разрушение озонового экрана, пылевое засорение атмосферы, засорение ближнего космоса, усиление подсветки и радиационного фона Земли.

Среди глобальных проблем гидросферы особое внимание следует обратить на загрязнение Мирового океана (химическое, радиационное и др.), истощение подземных вод, зарегулирование стока крупных рек, изъятие части стока на орошение, ацидификацию водоемов и др. Не замыкайтесь на описании “ужасов” современной жизни. Описав проблему, обсуждайте возможные пути ее решения. Использование воды в хозяйственных целях неоднозначно по своему характеру. Следует знать главные направления водопользования, характерные (и прежде всего негативные) черты водопотребления, а также организационные принципы водоснабжения.

Литература: 2, 5, 7, 13, 14, 16.

Основная литература

1. Агаджанян Н.А. Биологические часы. М., 1967.
2. Анучин В.А. Основы природопользования. М., 1978.
3. Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції и со-общества. М., 1989.
4. Вернадский В.И. Биосфера. М., 1967.
5. Владимиров А.М. и др. Охрана окружающей среды. Л., 1991.
6. Гиляров А.М. Популяционная экология. М., 1990.
7. Григорьян Т.Г. Природа и общество. М., 1977.
8. Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
9. Дылис Н.В. Основы биоценологии. М., 1978.
10. Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М., 1973.
11. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М., 1974.
12. Лапо А.В. Следы былых биосфер. М., 1979.
13. Лантев И.П. Теоретические основы охраны природы. Томск, 1975.
14. Львович М.И. Вода и жизнь. М., 1986.
15. Наумов Н.П. Экология животных. М., 1963.
16. Никитин Д.П. Окружающая среда и человек. М., 1980.
17. Одум Ю. Экология. М., 1986.
18. Очерки по истории экологии. М., 1970.
19. Пианка Э. Эволюционная экология. М., 1981.
20. Радкевич В.А. Экология. М., 1977.
21. Риклефс Р. Основы общей экологии. М., 1979.
22. Сергеев Г.А. Биоритмы и биосфера. М., 1976.
23. Фарб П. Популяционная экология. М., 1971.
24. Федоров В.Д., Гильманов Г.Т. Экология. М., 1980.
25. Человек и биосфера. Ростов, 1977.
26. Шварц С.С. Эволюционная экология. М., 1980.
27. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М., 1988.
28. Яблоков А.В. Популяционная биология. М., 1987.

**Методические указания
к семинарским занятиям
по экологии и природопользованию**

Составитель **Ястребов** Михаил Васильевич

Редактор, корректор А.А. Аладьева
Компьютерная верстка И.Н. Ивановой

Подписано в печать 25.04.2002. Формат 60х84/16. Бумага тип.
Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе
Ярославского государственного университета.

Отпечатано на ризографе

Ярославский государственный университет.
150000 Ярославль, ул. Советская, 14.