

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕ-
КОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)**

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**ЛЕКЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«БИОРАЗНООБРАЗИЕ»**

**Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Разработчик: доцент, к.б.н. Фертикова Е.П.**

**Санкт-Петербург
2018**

ЛЕКЦИЯ 1

ТЕМА: Введение. Понятие биологического разнообразия

Цель лекции: сформировать представление о природном биологическом разнообразии Земли и разнообразии живых организмов созданных человеком.

ПЛАН

1. Понятие биологического разнообразия.
2. Возникновение и развитие биологического разнообразия Земли.
3. Международная программа «биологическое разнообразие».
4. Реализация конвенции о биологическом разнообразии.
5. Уровни биологического разнообразия.
6. Биоразнообразии созданное человеком.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Понятие биологического разнообразия

По разным оценкам экспертов общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле составляет от 5 до 30 млн. Каждая форма жизни уникальна, поэтому, вымирание лишь одного дикого вида влечет за собой безвозвратную потерю от 1000 до 10000 генов с неизвестными потенциальными свойствами.

Биоразнообразие – сокращенное от «биологическое разнообразие». Термин «биоразнообразие» обычно используется для описания числа, разновидностей и изменчивости живых организмов. В широком смысле этот термин охватывает множество различных параметров и является синонимом понятия «жизнь на Земле». В научном мире понятие разнообразия может быть отнесено к таким фундаментальным понятиям, как гены, виды и экосистемы, которые соответствуют трем фундаментальным, иерархически зависимым уровням организации жизни на нашей планете.

Вопросам изучения, использования и сохранения биоразнообразия стало уделяться большое внимание после подписания многими государствами

Конвенции о биологическом разнообразии (Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де Жанейро, 1992).

Впервые словосочетание «биологическое разнообразие» применил Г. Бэйтс (1892) в работе «Натуралист на Амазонке», который за время часовой экскурсии наблюдал около 700 видов бабочек.

В широкий научный оборот понятие «биоразнообразие» вошло в 1972 году на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде. Через двадцать лет, в 1992, году в Рио-де-Жанейро во время Конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята Конвенция о биологическом разнообразии, которую подписали более 180 стран, в том числе и Россия. Активная реализация Конвенции о биоразнообразии в России началась после ее ратификации Государственной Думой в 1995 году.

В Конвенции под «биологическим разнообразием» понимается «вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем».

Причины по которым необходимо сохранять биоразнообразие следующие: потребность в биологических ресурсах для удовлетворения нужд человечества (пища, материалы, лекарства и др.), этический и эстетический аспекты (жизнь самоценна) и т.д. Главная причина сохранения биоразнообразия состоит в том, что оно выполняет ведущую роль в обеспечении устойчивости экосистем и биосферы в целом (поглощение загрязнений, стабилизация климата, обеспечение пригодных для жизни условий). Биоразнообразие выполняет регулирующую функцию в осуществлении всех биогеохимических, климатических и других процессов на Земле. Каждый вид, каким бы незначительным он не казался, вносит свой вклад в обеспечение устойчивости не только локальной экосистемы, но и биосферы в целом.

Пользу от сохранения биоразнообразия можно распределить по трем категориям:

I. Биологические ресурсы

- Пища для людей и культивируемых животных;
- Медицинские и фармацевтические ресурсы;
- Размножающиеся популяции, резервуары популяций;
- Продукты лесной промышленности;
- Декоративные растения и животные;
- Потенциальные источники для улучшения пород/сортов и для биологического контроля.

Пока не идентифицированные ресурсы (будущие ресурсы). Предполагается, что существует целый ряд видов животных, растений и грибов, которые окажутся очень ценными ресурсами в будущем, однако, в настоящее время определить список этих форм невозможно.

II. Функционирование экосистем;

1. Защита водных ресурсов;
2. Формирование и сохранение почв;
3. Запасание и возобновление питательных веществ в масштабе отдельных экосистем и биосферы в целом;
4. Разложение и поглощение загрязнений;
5. Поддержание климатической стабильности;
6. Поддержание состояния экосистем;
7. Восстановление экосистем после непредсказуемых событий;

III. Социальные выгоды

1. Исследование, образование, мониторинг;
2. Развитие рекреационной сферы: отдых и туризм;
3. Культурная значимость;

Каждая из этих трёх категорий может иметь влияние на экономику. Эти влияния могут быть такими:

- прямое: непосредственная экономическая значимость, например, в медицине, лесном хозяйстве, туризме;

– косвенное: экономический выигрыш следует из лучшей и часто устойчивой инфраструктуры (исследовательские, образовательные и охранные мероприятия).

Наряду с остальной значимостью, биоразнообразие является одним из ключевых компонентов оценки состояния экосистем. Эта оценка складывается из наличия взаимосвязи между людьми, биоразнообразием и экосистемами. Другими словами, изменения в условиях жизни человека прямо и косвенно вызывают изменения в биоразнообразии, экосистемах и в конечном итоге в экосистемных услугах, которые они обеспечивают. Тем самым биоразнообразие и благосостояние человека тесно переплетаются между собой.

2. Возникновение и развитие биологического разнообразия Земли

Биологическое разнообразие нашей планеты, есть продукт продолжительной эволюции, шедшей по пути усложнения системной организации живых организмов и увеличения их числа и разнообразия форм. Именно разнообразие явилось тем потенциалом, на базе которого биосфера Земли возрождалась каждый раз, когда оказывалась на грани гибели. При этом биологическая масса живых организмов и их разнообразие стремилось к росту и увеличению. Однако эта тенденция имела непостоянный во времени характер: периоды быстрого роста сменялись резкими спадами, вызванными не всегда установленными причинами глобального характера. В начальные периоды формирования биосферы в связи с возникновением все новых экологических ниш видовое разнообразие биосферы нарастало, но затем стабилизировалось и на протяжении последних 60 млн. лет было относительно постоянным (Рис. 1).

Между тем, важным для понимания проблем сохранения и изучения видового биологического разнообразия является факт конечности существования любого из появившихся видов. Процесс исторического развития вида носит название филогенез, он включает несколько последовательных фаз: появление вида, развитие вида, расцвет, деградация, вымирание.



Рисунок 1. – Изменение таксономического разнообразия (по Р. Примаку. 2002).

Таким образом, появление и вымирание видов – есть неотъемлемая часть эволюционного процесса. В связи с этим необходимо выявление видов, чей факт существования на Земле поставлен под сомнение в фазу активного развития или расцвета. Именно они относятся к числу приоритетных объектов охраны и воспроизводства, именно к их исчезновению должно быть приковано внимание общественности. Не умоляя значимость охраны всех прочих видов, следует понять, что редкость многих является следствием естественных причин. В число естественно вымирающих относятся живые ископаемые (реликтовые виды), как-то русская выхухоль, гинкго, гаттерия, латимерия и другие подобные виды.

По экспертным оценкам общее число видов населявших биосферу за весь период ее существования может составлять 14 млн. По данным Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОРС), срок существования среднестатистического вида составляет около 5 млн. лет. Средняя продолжительность «жизни» вида птиц составляет около 2 млн. лет, а млекопитающих – порядка 600 тыс. лет. Лишь немногие виды просуществовали

сравнительно короткое время, но и это «короткое» время измерялось десятками тысячелетий.

Возможно, что первичные организмы появились на Земле 4-4,5 млрд. лет тому назад. Как способ экономичного получения энергии для жизнедеятельности на самых ранних этапах эволюции возник процесс фосфорилирования. Этот этап эволюции сегодня представлен зелеными и пурпурными водорослями.

Наиболее продуктивным периодом в формировании биоразнообразия явился протерозой (2500 млн. лет – 570 млн. лет) – эра первичной жизни. В это время поверхность планеты делилась на значительную океаническую область и пустынную сушу. В начале эры появляются аэробные бактерии, у которых продукты гликолиза подвергаются дальнейшему разрушению с помощью кислорода до углекислого газа и воды. Этот процесс в 18 раз более энергоэкономичнее чем анаэробное дыхание. Около 2 млрд. лет назад количество кислорода в атмосфере достигло «точки Пастера» - 1% от современного уровня, что сделало возможным существование аэробных бактерий. Около 1,8-2 млн. лет назад проявляются ядерные организмы; 2-1,5 млн. лет назад появились первые многоклеточные организмы – созданы предпосылки для специализации клеток. В это время отмечается появление полового процесса, ставшего основной движущей силой естественного отбора и методов достижения разнообразия форм жизни. К концу протерозоя доля кислорода в атмосфере достигает 5-6% от современного уровня, появляются и бурно развиваются все типы животных, кроме вторичноротых – иглокожих и хордовых.

Эволюция растительных форм. Новый этап развития биоразнообразия на Земле начался около 3 млрд. лет тому назад с возникновением цианобактерий, в результате жизнедеятельности которых в атмосфере стал накапливаться кислород. Цианобактерии стали родоначальниками прогрессивной экологической группы продуцентов-фотосинтетиков, рост биомассы и разнообразия которых стал основой для формирования современной биосферы. На

этом этапе возникает ее «двухслойная» структура – бактериально-микробное «основание» и эукариотическая «надстройка». «Основание» несоизмеримо более устойчиво чем «надстройка», и сейчас мы обнаруживаем такие же микробные сообщества, которые были характерны для самых ранних этапов эволюции биосферы.

Первые растения – зеленые водоросли – обнаружены в отложениях архея (2,5 млрд. лет назад). В протерозое в морях обитали представители зеленых и золотистых водорослей. В то же время, видимо, появились первые прикрепленные ко дну водоросли. Первичные почвообразовательные процессы в протерозое подготовили условия выхода настоящих растений на сушу. В эту эру образуются все отделы водорослей, слоевище которых ставится пластинчатым.

В палеозое, точнее в его силурийской стадии (435-440 млн. лет назад) в царстве растений происходит крупное эволюционное событие: растения (ризиофиты) выходят на сушу. Среди прикрепленных ко дну встречаются зеленые и бурые, а в толще воды – диатомовые, золотистые, красные и другие водоросли. С самого начала эволюции параллельно с настоящими растениями существовали и развивались группы с автотрофным и гетеротрофным питанием, взаимодополняющие друг друга в круговороте веществ. Первичные фототрофные организмы были разнообразны по своему составу, среди них были группы с содержанием хлорофилла «а» и «b», с каротиноидов и хлорофилла «с» и, наконец, группы с преобладанием фикобилинов. В конце силура отмечено появление первых наземных растений – псилофитов, которые покрывали прибрежные участки суши. Это было важным эволюционным шагом. Происходит перестройка в проводящей системе и покровных тканях: у псилофитов появляются признаки сосудистых растений – дифференцированная ксилема и флоэма, кутикула и устьица.

Начальные этапы эволюции наземных растений связаны с возникновением архегонийных форм – мохообразных, папоротникообразных и голосеменных. Общей чертой представителей этих таксонов является то, что жен-

ский половой орган представлен архегонием, мужской – антеридием. Предполагают, что архегонийные произошли от бурых и зеленых водорослей в процессе развития защитных оболочек половых органов. В карбоне папоротникообразные достигают гигантских размеров – до 40 метров. В этой части палеозоя у растительных организмов появляются ветроопыляемые формы, что увеличивает степень гетерозиготности скорость ее повышения.

С момента выхода на сушу растения развиваются в двух основных направлениях: гаметофитном и спорофитном. Гаметофитное направление представлено мохообразными, а споровое – остальными растениями, включая цветковые.

Первые леса появились в девоне (345 млн. лет назад), они были образованы папоротниками, плаунами и прогимноспермами. Эти сообщества в карбоне (280 млн. лет назад) увеличивают область своего распространения. Тогда же получили развитие первые семенные растения – голосеменные: птеридоспермы, древесные кордаиты и гинкговые, большая часть которых вымирает в Перми (230 млн. лет назад). Пермь – время распространения голосеменных по всей внетропической части земного шара.

Мезозойская эра началась 230 млн. лет назад и закончилась 67 млн. лет назад делится на три основных периода: триас, юра, мел. Эту эру называют эрой голосеменных и пресмыкающихся. Растительность первых двух периодов мезозоя была представлена голосеменными и папоротникообразными, при этом продолжалось вымирание древовидных папоротников, в конце юры – начале мела (130 млн. лет назад) появились первые покрытосеменные растения.

В последней геохронологической эпохе – кайнозое происходит формирование группы однодольных, а позже и двудольных растений.

Основные пути эволюции животных. В настоящее время описано более 1 млн. 200 тыс. видов животных и считается, что это только половина из возможно существующих. Возникновение животных в ископаемых останках не прослеживается. Первые находки обнаруживаются в морских отложениях

протерозоя, возраст которых превышает 1 млрд. лет. Ранние многоклеточные животные представлены сразу несколькими типами: губки, кишечнополостные, плеченогие, членистоногие. Палеозой называют «веком медуз» т.к. характерной чертой его фауны является отсутствие скелетных образований. Только в конце эры появляются первые животные с наружным скелетом.

В морях кембрийского периода (490 млн. лет) существовали все основные типы животных. После кембрия эволюция животных характеризовалась лишь специализацией и совершенствованием основных типов. Исключение составляют позвоночные, останки которых обнаружены в ордовике (435 млн. лет), это были так называемые щитковые – существа, отдаленно сходные с современными круглоротыми (миксинами и миногами). В теплых и мелководных морях ордовика обитали многочисленные кораллы, значительного развития достигали головоногие моллюски.

В силурийском периоде появились животные, дышащие атмосферным воздухом. Первыми обитателя суши были паукообразные, напоминающие по строению современных скорпионов. В водоемах того времени происходило бурное развитие низших позвоночных, прежде всего панцирных рыб. В пресных водоемах появляются все новые формы позвоночных, начавших завоевывать моря и океаны.

В девоне же возникли двоякодышащие, лучеперые и кистеперые рыбы. Последние дают начало первичным земноводным (стегоцефалам). Стегоцефалы появились в верхнем девоне, тогда же свое начало берет чрезвычайно прогрессивная группа – насекомых.

В каменноугольном периоде появляются первые пресмыкающиеся, что определило начало завоевания суши позвоночными. В этом периоде возникают и достигают максимального развития такие древние группы насекомых, как стрекозы и тараканы.

В пермском периоде начинают исчезать стегоцефалы и широко распространяться различные виды рептилий. От примитивных рептилий из группы

цельночерепных в это время развивается ветвь пеликозавров, приведшая несколько позже – через терапсид – к возникновению млекопитающих.

В конце палеозоя происходит значительное иссушение климата. Поэтому бурное развитие получают рептилии. Из числа триасовых гадов до наших дней дожили гаттерия и черепахи. Сокращение площади влажных лесов и заболоченных земель приводит к дифференцировке рептилий: одни становятся хищниками, другие – растительноядными, третьи – вторично возвращаются в водную среду.

В мезозое развитие получают насекомые и пресмыкающиеся, в триасе часть из них становится вторичноводными: на мелководье охотятся плезиозавры, на глубине – ихтиозавры. Появляются яйцекладущие млекопитающие. В этом же периоде от пресмыкающихся, перешедших к древесному существованию, происходят первоптицы. В юре пика своего развития достигают морские рептилии, гигантских размеров достигают наземные ящеры. Тогда же они осваивают воздушную среду – появляются птерозавры. В триасе (230 млн. лет назад) от одной из ветвей рептилий отделяются настоящие птицы. В меловом периоде продолжается специализация рептилий: возникают гигантские растительноядные динозавры, встречаются летающие формы с размахом крыльев до 20 м.

Дальнейшее сокращение площади тропических лесов и похолодание климата в мезозое приводят к исчезновению многих рептилии, амфибии; преимущество получают теплокровные животные – птицы и млекопитающие. Некоторые насекомоядные представители последних переходят к наземно-древесному существованию и дают ветвь примитивных приматов, напоминавших крыс.

Кайнозой (66 млн. лет и до настоящего времени) – время расцвета насекомых, птиц и млекопитающих. В конце кайнозоя возникают плацентарные животные. В это же время или несколько позже млекопитающие начинают повторно завоевывать море. От древних хищных происходят копытные (50 млн. лет назад в Северной Америке), от насекомоядных ответвляются

приматы. В конце неогена (25 млн. лет назад) встречаются уже все современные семейства млекопитающих.

Таким образом, важнейшими этапами в развитии разнообразия живых форм стали: возникновение фотосинтеза → появление полового процесса → выход живых организмов на сушу → освоение воздушно наземной среды → возникновение гомойотермности.

3. Международная программа «биологическое разнообразие»

Научную разработку программы "Биологическое разнообразие" осуществлял Международный союз биологических наук, создавший для этого в 1982 г. на Генеральной ассамблее в Канаде специальную рабочую группу. Во многих странах проблемы сохранения разнообразия жизни вышли на первый план. Активное участие в формировании программы исследований и первых организационных мероприятий принял российский академик М. С. Гиляров, ставший одним из отцов-основателей этого крупнейшего международного проекта.

Следует отметить большое значение принятия международной конвенции о биологическом разнообразии на Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Разработке и принятию международной Конвенции по биоразнообразию предшествовала активная деятельность многих организаций. В 1975 г. вступила в силу Конвенция по международной торговле видами мировой флоры и фауны, находящимися под угрозой исчезновения. Конвенция запрещает или регулирует торговлю 20 000 видами, находящимися под угрозой исчезновения. В 1980 г. UNEP, IUCN (Международный союз охраны природы и природных ресурсов) и WWF (Всемирный фонд дикой природы) опубликовали положения Всемирной стратегии охраны живой природы. Более 50 стран мира руководствуются ими для разработки национальных стратегий охраны живых организмов. В 1983 г. вступила в действие Конвенция по сохранению мигрирующих видов диких животных.

– Создан Всемирный центр охраны и мониторинга (WCMC), целью которого является оценка распределения и обилия видов на планете, подготовка специалистов в области мониторинга биоразнообразия.

– UNEP и IUCN разработали и приступили к реализации совместных планов мероприятий по сохранению африканских и индийских слонов и носорогов, приматов, кошачьих и белых медведей.

– Международный Совет по генным ресурсам растений (IBPGR) в 30 странах мира организовал сеть банков генов, располагающих 40 основными мировыми коллекциями. Более 500 000 видов растений из 100 стран были собраны, оценены и размещены в хранилищах.

– Международный переговорный комитет, учрежденный руководящим советом UNEP, при участии многих международных организаций подготовил Конвенцию по биологическому разнообразию. В июне 1992 г. во время Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро она была подписана представителями большинства стран, включая Российскую Федерацию. Главная цель подписанного документа сохранение биологического разнообразия и обеспечение тем самым нужд человечества.

– В 1992 г. разработана Глобальная стратегия биоразнообразия, целью которой стала ликвидация условий исчезновения видов. К настоящему времени "Конвенцию о биологическом разнообразии" подписали представители 180 стран, в том числе и России (1995 г.), взявшей на себя ответственность за сохранение живой природы 1/7 части суши нашей планеты.

Международная программа исследования биоразнообразия включает три основных уровня: генетический, таксономический и экологический (сообщества и экосистемы).

4. Реализация конвенции о биологическом разнообразии в России

Россия включилась в реализацию Конвенции о биоразнообразии после ее ратификации в 1995 г. Государственной Думой. Сейчас весь блок природоохранных законов Российской Федерации напрямую связан с выполнением обязательств нашей страны по "Конвенции...". В государственную отчетность

включены оценки биоразнообразия. По реализации "Конвенции..." в России на федеральном уровне приняты законы "Об охраняемых природных территориях", "О животном мире", "Об экологической экспертизе", "О континентальном шельфе Российской Федерации" и др. Президент Российской Федерации 1 апреля 1996 г. подписал Указ № 440, согласно которому была утверждена "Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию".

Россия активно подключилась к международной деятельности по сохранению биоразнообразия, при поддержке "Глобального экологического фонда" ведутся работы по сохранению биоразнообразия, по оказанию помощи российским заповедникам, по решению проблемы охраны природы Байкала. Проект сохранения биоразнообразия России, финансируемый Международным банком реконструкции и развития (26 млн. американских долларов), стартовал в декабре 1996 г. Его цели – разработка национальной стратегии сохранения биоразнообразия России и ее региональных моделей, разработка экономических механизмов сохранения и использования ресурсов биоразнообразия, методов мониторинга его состояния, поддержка национальных парков и заповедников, реализация мероприятий по сохранению биоразнообразия и улучшение экологической обстановки Байкальского региона, поддержка общественных и образовательных программ.

5. Уровни биологического разнообразия

Как уже было отмечено, существует три основных уровня биоразнообразия: генетическое, видовое и разнообразие экосистем. Иногда в отдельную категорию выделяют разнообразие ландшафтов, отражающее особенности территориального устройства и влияние местных, региональных и национальных культур общества.

Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны между собой: генетическое разнообразие обеспечивает разнообразие видов. Разнообразие экосистем и ландшафтов создает условия для образования новых видов. Повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический потенциал

живых организмов Биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие - с этой точки зрения не существует бесполезных и вредных видов.

Генетическое разнообразие отражает внутривидовое разнообразие и обусловлено изменчивостью особей, оно часто обеспечивается репродуктивным поведением особей внутри популяции. Особи внутри популяции обычно генетически отличаются друг от друга. Генетическое разнообразие связано с тем, что особи обладают незначительно отличающимися генами – участками хромосом, которые кодируют определенные белки.

Установлено, что редкие виды имеют меньшее генетическое разнообразие, чем широко распространенные, и соответственно они более подвержены угрозе вымирания при изменении условий окружающей среды.

Видовое разнообразие, отражает разнообразие живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов). На сегодняшний день таксономами определено примерно 1,75 млн. видов (UNER-WCMC 2000).

Точное число обитающих на нашей планете видов не может привести никто, но известно, что число видов животных значительно превосходит число видов растений, грибов и бактерий. Известно также, что среди животных по числу зарегистрированных видов лидируют насекомые. Их многообразие таково, что по числу видов они превосходят не только всех остальных животных, но также растения и микроорганизмы вместе взятые. В царстве растений пальму первенства уверенно держат покрытосеменные, или цветковые.

Разнообразие экосистем охватывает различия между типами экосистем, разнообразием сред обитания и экологических процессов. Отмечают разнообразие экосистем не только по структурным и функциональным составляющим, но и по масштабу – от микробиогеоценоза до биосферы.

Таким образом, фактором устойчивости локальной экосистемы является не только разнообразие видов, обитающих в этой локальной экосистеме, но и разнообразие видов в соседних экосистемах, из которых возможен занос диаспорок (семян и спор). Сказанное относится не только к растениям, веду-

щим прикрепленный образ жизни, но еще в большей степени к животным, могущим перемещаться из одной локальной экосистемы в другую. Многие особи животных, не принадлежа конкретно ни к одной из локальных экосистем (биогеоценозов), тем не менее, играют важную экологическую роль и участвуют в обеспечении биологического круговорота сразу в нескольких экосистемах. Мало того, они могут в одной локальной экосистеме отчуждать биомассу, а в другой выбрасывать экскременты, стимулируя рост и развитие растений в этой второй локальной экосистеме. Порой такой перенос вещества и энергии из одних экосистем в другие может быть чрезвычайно мощным. Этот поток связывает между собой совершенно разные экосистемы.

Так, например, проходные рыбы, накапливая свою биомассу в море, идут на нерест в верховья рек и ручьев, где после нереста гибнут и становятся пищей для большого числа видов животных (медведи, волки, многие виды куньих, многие виды птиц, не говоря о многочисленных беспозвоночных). Эти животные кормятся рыбой и выбрасывают свои экскременты в наземных экосистемах. Таким образом, вещество из моря мигрирует на сушу вглубь материка и здесь ассимилируется растениями и включается в новые цепи биологического круговорота.

Для поддержания равновесия в локальных экосистемах и для их биогеохимической оптимизации важно не таксономическое разнообразие само по себе по принципу «чем больше видов, тем лучше», а разнообразие функциональное, или разнообразие экобиоморф. Мерой функционального разнообразия экосистемы является число экобиоморф и синузий растений, животных, грибов и микроорганизмов. Мерой таксономического разнообразия является число видов, родов, семейств и других высших таксонов.

Видовой состав и в целом разнообразие биоценоза может быть описано только в определенный момент времени, так как видовое богатство изменяется в результате процессов иммиграции и элиминации видов, непрерывно происходящих в биоценозе. В каждый момент времени биоценоз имеет определенное видовое богатство.

6. Биоразнообразие созданное человеком

Говоря о созданном человеком биоразнообразии, мы имеем в виду те биологические формы, которые целенаправленно были созданы человеком путем селекции, отбора, а теперь и генной инженерии.

В нашей стране выдающиеся исследования по теории и практике создания новых сельскохозяйственных растений принадлежат целой плеяде замечательных генетиков и селекционеров во главе с академиком Н. И. Вавиловым. Десятки тысяч сортов культурных растений были собраны в основанном им Всесоюзном институте растениеводства (ВИР) в Ленинграде, им было создано учение о центрах происхождения культурных растений.

Замечательный пример дает культура риса, которым питается около трети человечества: только в Китае известно 40000 сортов риса, а на Филиппинах создан банк «Гермапласт», в котором хранится 70 тыс. культурных сортов риса и 2 тыс. его диких вариантов.

Не менее замечательно разнообразие культивируемых животных, среди которых используются сотни пород рогатого скота, пушных зверей, лошадей, рыб, птиц и не менее 2 тыс. пород собак. Инициатором изучения генетической изменчивости домашних животных был российский генетик А. С. Серебровский, создавший в 1928 году особое научное направление – геногеографию, которая занимается картированием генетической изменчивости видов. Сам он занимался генетикой кур, среди которых в начале XX века в России были известны десятки пород. Его продолжателем стал академик Д. К. Беляев, изучавший генетическую изменчивость домашних животных, особенно в азиатской части России, и организовавший на Алтае первый в мире заповедник для домашних животных.

Генетики создали немало сельскохозяйственных культур путем отдаленного скрещивания растений, не встречающихся в дикой природе: тритикале, рапс, нектарину, грейпфруты и многие другие, культивируемые в огромных масштабах.

Генетика и селекция стали основным методом отбора культивируемых видов микроорганизмов, где генная инженерия – повседневный метод создания микроорганизмов с заданными человеком свойствами, и где природный генетический потенциал диких видов для селекции практически исчерпан.

Таким образом, человек не только повинен в исчезновении множества видов на нашей планете, но и создал десятки тысяч форм растений, животных, микроорганизмов, которые без его участия никогда бы не появились.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Дайте определение понятию «биоразнообразие».
2. Где и когда была подписана Конвенция о биологическом разнообразии?
3. Кем впервые было применено словосочетание «биологическое разнообразие»?
4. Когда понятие «биоразнообразие» вошло в широкий научный обиход? Что способствовало этому событию?
5. Назовите причины, по которым необходимо сохранять биоразнообразие.
6. Охарактеризуйте роль биоразнообразия для человека и биосферы в целом.
7. Что представляет собой Международная программа «биологическое разнообразие»?
8. Как проходит реализация конвенции о биологическом разнообразии в России?
9. Сколько уровней биологического разнообразия вам известно? Что представляет собой каждый из уровней?
10. Что включает в себя понятие «биоразнообразие созданное человеком»? Приведите примеры объектов биоразнообразия созданных человеком.

ЛЕКЦИЯ 2

ТЕМА: Угрозы биологическому разнообразию

Цель лекции: сформировать представление об угрозах существующих по отношению к биологическому разнообразию, как природного, так и антропогенного характера.

ПЛАН

1. Вымирание видов. Причины вымирания.
2. Причины вымирания видов, обусловленные антропогенной деятельностью.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Темпы исчезновения видов

В геологической истории Земли в биосфере постоянно происходило возникновение и исчезновение видов – все виды имеют конечное время существования. Вымирание компенсировалось появлением новых видов, и в результате, общее число видов в биосфере возрастало. Вымирание видов – естественный процесс эволюции, который происходит без вмешательства человека.

Число видов, составляющих нынешний органический мир, представляет лишь ничтожную долю общего числа видов, появлявшихся на нашей планете от древнейших времен до нашей эпохи. Окончательно вымерло несравненно более 99% всех возникавших на земле видов.

Вымирание видов это постепенно-закономерный или внезапно возникающий эволюционный процесс, характеризующийся замедленным размножением и повышенной смертностью. Ведет к сокращению численности, а затем и полному исчезновению особей какой-либо систематической группы животных, в том числе человека, а также исчезновение любого таксона от вида и выше в результате опосредованного воздействия человека и его хозяйства, в том числе уничтожения мест обитания. В эволюционном смысле вымершей считается группа, исчезнувшая и не оставившая после себя каких-либо (даже измененных) потомков.

Замечено, что не все виды имеют одинаковую вероятность вымирания; определенные категории видов особенно ему подвержены и нуждаются в тщательной охране и контроле:

Виды с узкими ареалами. Некоторые виды встречаются только в одном или нескольких местах географически ограниченных областях, и если весь ареал подвергается человеческой деятельности, эти виды могут исчезнуть. Многочисленными примерами тому являются вымершие виды птиц, обитавших на океанических островах. Исчезли также и многие виды рыб, обитавших в единственном озере или в бассейне одной реки.

Виды, образованные одной или несколькими популяциями. Любая популяция видов может стать локально исчезнувшей в результате землетрясений, пожаров, вспышек заболеваний и человеческой деятельности. Поэтому виды со многими популяциями менее подвержены глобальному вымиранию, чем виды, которые представлены только одной или несколькими популяциями.

Виды с небольшим размером популяции, или “парадигма малой популяции”. У малых популяций больше вероятность исчезнуть, чем у больших, по причине их большей подверженности демографическим и природным изменениям и потере генетического разнообразия. Виды, для которых характерны небольшие размеры популяций, например крупные хищники и крайне специализированные виды вымрут с большей вероятностью, чем те виды, для которых характерны большие популяции.

Виды, у которых размер популяций постепенно уменьшается, так называемая “парадигма уменьшения популяции”. В нормальных случаях популяции обладают тенденцией к самовосстановлению, поэтому популяция, демонстрируя устойчивые признаки уменьшения, вероятнее всего, исчезнет, если причина сокращения не будет выявлена и устранена.

Виды с низкой плотностью популяций. Виды с общей низкой плотностью популяций в случае, если целостность их ареала была нарушена деятельностью человека, в каждом фрагменте будут представлены низкой численностью. Размер популяции внутри каждого фрагмента может оказаться

слишком маленьким для того, чтобы вид мог уцелеть. Он начинает исчезать в пределах всего своего ареала.

Виды, которым необходимы большие ареалы. Виды, у которых отдельные особи или социальные группы добывают корм на больших территориях, склонны к вымиранию, если часть их ареала разрушена или фрагментирована человеческой деятельностью.

Виды крупных размеров. По сравнению с мелкими животными, животные крупного размера обычно имеют более обширные индивидуальные территории. Им нужно больше корма, они чаще становятся предметом охоты человека. Крупных хищников часто истребляют, потому что они конкурируют с человеком за дичь, иногда нападают на домашних животных и людей, к тому же они являются объектом спортивной охоты. В каждой гильдии видов самые крупные виды – самые крупные хищники, самый крупный лемур, самый большой кит – более всего подвержены вымиранию.

Виды, неспособные к расселению. При естественном ходе природных процессов изменения окружающей среды вынуждают виды или поведенчески, или физиологически адаптироваться к новым условиям. Виды, неспособные адаптироваться к изменяющейся среде, должны или мигрировать в более подходящие местообитания, или оказываются перед угрозой вымирания. Быстрые темпы вызванных человеком изменений часто опережают адаптацию, оставляя миграцию как единственную альтернативу. Виды, неспособные пересечь дороги, поля и другие нарушенные человеком места обитания, обречены на вымирание, поскольку их “родные” места обитания преобразованы в результате загрязнения, инвазии новых видов или из-за глобального изменения климата. Низкая способность к расселению объясняет, почему среди водных беспозвоночных Северной Америки исчезло или находится под угрозой вымирания 68% видов моллюсков, в отличие от видов стрекоз, которые могут откладывать яйца, перелетая с одного водоема на другой, поэтому для них этот показатель составляет 20%.

Сезонные мигранты. Сезонно мигрирующие виды связаны с двумя или более отдаленными друг от друга местообитаниями. Если одно из местообитаний нарушено, виды не могут существовать. Выживание и размножение миллиардов певчих птиц 120 видов, каждый год мигрирующих между Канадой и Южной Америкой, зависит от наличия подходящих местообитаний на обеих территориях. Дороги, изгороди или дамбы создают барьеры между необходимыми местообитаниями, которые некоторым видам нужны для прохождения всего жизненного цикла. Например, лососям плотины мешают продвигаться вверх по рекам для нереста.

Виды с низким генетическим разнообразием. Внутрипопуляционное генетическое разнообразие иногда позволяет видам успешно адаптироваться в изменяющейся среде. При появлении новой болезни, нового хищника или других изменений, виды с низким генетическим разнообразием могут исчезнуть с большей вероятностью.

Виды с узкоспециальными требованиями к экологической нише. Некоторые виды приспособлены лишь к необычным типам редких, рассеянных местообитаний, например известковым выходам или пещерам. Если местообитание нарушено человеком, такой вид вряд ли сможет уцелеть. Виды с узкоспециализированными требованиями к пище тоже подвержены особому риску. Яркий тому пример – виды клещей, которые кормятся только на перьях определенного вида птицы. Если вид птицы исчезает, соответственно исчезает и вид перьевого клеща.

Виды, обитающие в стабильных средах. Многие виды адаптированы к средам, параметры которых меняются очень слабо. Например, живущие под пологом первичного дождевого тропического леса. Часто такие виды медленно растут, малорепродуктивны, дают потомство лишь несколько раз в жизни. Когда дождевые леса вырубаются, выжигаются или еще как-то изменяются человеком, многие живущие здесь виды оказываются неспособными выжить при возникающих изменениях микроклимата (увеличение освещен-

ности, уменьшение влажности, колебания температур) и при появлении конкуренции с раннесукцессионными и инвазивными видами.

Виды, образующие постоянные или временные агрегации. Очень подвержены местному вымиранию виды, которые образуют скопления в определенных местах. Например, летучие мыши по ночам кормятся на большой территории, но день обычно проводят в определенной пещере. Охотники, пришедшие днем в эту пещеру, могут собрать всю популяцию до последней особи. Стада бизонов, стаи странствующих голубей и косяки рыб – это агрегации, которые активно использовались человеком, вплоть до полного истощения вида или даже вымирания, как это случилось со странствующим голубем. Некоторые виды социальных животных не могут существовать, когда численность их популяции снижается ниже определенного уровня, поскольку они больше не могут добывать корм, спариваться и защищаться.

Виды, на которые охотится или собирает человек. Предпосылкой к вымиранию видов всегда была их утилитарность. Чрезмерная эксплуатация может быстро сократить размер популяции видов, представляющих экономическую ценность для человека. Если охота или сбор не регулируются законодательно, или местными традициями, виды могут исчезнуть.

В тех случаях, когда вымирание происходило в геологическом прошлом, причины его установить трудно. Например, неясны причины исчезновения в четвертичном периоде видов, особенно хорошо представленных в палеонтологической летописи, и неудивительно, что по мере продвижения вглубь геологического времени и перехода от видового уровня к крупным группам и массовым вымираниям, проблема всё усложняется.

Абиотические и биотические факторы, приводящие к вымиранию видов взаимосвязаны. Плотность популяций, формы борьбы за существование, степень остроты конкуренции между популяциями, и самый ход вымирания популяции более или менее зависят от общей географической обстановки.

2. Причины вымирания видов, обусловленные антропогенной деятельностью

Первое заметное влияние деятельности человека на темпы исчезновения проявилось на примере уничтожения крупных млекопитающих в Австралии, Северной и Южной Америке людьми, заселившими эти континенты тысячи лет назад.

В настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека потери биологического разнообразия от уничтожения естественных ландшафтов и непосредственного истребления составляют ежегодно около 10 тыс. видов. Такие потери в 10 раз больше естественной фоновой скорости вымирания биологических видов.

Главные угрозы биологическому разнообразию, вытекающие из деятельности человека, заключаются в разрушении мест обитания, их фрагментации и деградации (включая загрязнение), в глобальном изменении климата, чрезмерной эксплуатации видов человеком, вторжении экзотических видов и увеличивающемся распространении болезней. Перечисленные угрозы вызваны все увеличивающимся использованием природных ресурсов при экспоненциально растущей численности людей. До последних нескольких сотен лет рост численности населения был относительно медленным, уровень рождаемости лишь слегка превышал уровень смертности. Самое большое разрушение биологических сообществ произошло за последние 150-200 лет, когда население Земли выросло от 1 млрд. чел. в 1850 году до 2 млрд. чел. в 1930, и на 12 октября 1998 года составило 6 млрд. чел.

Разрушение мест обитания. Сокращение биоразнообразия обычно начинается с разрушения естественного местообитания видов. Развитие новых технологий и разрушение окружающей среды в результате деятельности человека идет со скоростью, значительно превышающей способности видов приспособиться к новым условиям. Исключение составляют немногие виды животных и растений, которые мы называем сорными и с которыми не желаем делить будущее планеты.

Вмешательство человека часто приводит к снижению разнообразия природных условий. Например, уничтожая различные виды древесных пород в смешанных лесах с целью создания предпочтительных условий для произрастания сосны, используемой в целлюлозной промышленности, человек неизбежно уменьшает число экологических ниш. В результате в образовавшихся чистых сосновых лесах видовое разнообразие животных и растений существенно уменьшается по сравнению с исходным сообществом смешанного леса.

Во многих частях мира, особенно на островах и в областях с высокой плотностью населения, большинство первичных местообитаний уже разрушено.

Фрагментация мест обитания и «краевой эффект». В начале XVI века более 80 % территории современного бразильского штата Сан-Паулу было покрыто тропическими дождевыми лесами. Спустя пятьсот лет от них мало что осталось. Отдельные островки тропических лесов и основанных на них мест обитания посреди освоенных человеком районов едва напоминают о былом разнообразии. То же самое наблюдается и во всем мире; в наше время сокращение и фрагментация естественных мест обитания представляет основную угрозу биологическому разнообразию.

Фрагментация ведет не только к сокращению количества мест обитания (а потому и к сокращению биологического разнообразия), но и к изолированности оставшихся фрагментов, что увеличивает риск вымирания видов.

Фрагментация влечет за собой так называемые «краевые эффекты» как на физическом, так и на биологическом уровне; все больше и больше районов становятся переходными зонами между различными местообитаниями. На границе леса, например, теплее, светлее и менее влажно, чем внутри, туда переселяются организмы из пограничных районов.

При фрагментации мест обитания (в том числе заповедников и природоохранных зон), не превышающих определенную площадь, образуются ис-

ключительно пограничные зоны без центра; в таком случае становится невозможным сохранять сообщества центральных зон.

Один из возможных способов преодолеть эффект изоляции мест обитания, возникающей при их фрагментации, – это поддержание (или создание) «коридоров» дикой природы, чтобы виды могли перемещаться по ним из одного места обитания в другое. Но такие коридоры должны быть достаточно широкими, чтобы поддерживать и сообщества центральных зон, иначе некоторые виды просто не смогут ими воспользоваться. При этом сами виды тоже должны быть достаточно подвижными, а многие исчезающие виды обладают невысокой способностью к расселению. Создание коридоров влечет за собой определенный риск: по ним из одного фрагмента в другой могут перейти нежелательные элементы, например «нежелательные» хищники или болезни.

Пирогенный фактор. Пожары являются весьма значимым экологическим фактором. В настоящее время экологи пришли к однозначному мнению, что пожар надо рассматривать как один из естественных абиотических факторов наряду с климатическими, эдафическими и другими факторами. При правильном использовании огонь может стать очень ценным экологическим инструментом. Следует отметить, что в отличие от других экологических факторов, человек может регулировать пожары, в связи с чем они могут быть определенным ограничивающим фактором при распространении растений и животных.

Возникновению пожаров могут способствовать как естественные факторы (удар молнии), так и случайные и неслучайные действия человека. По данным многолетней статистики по природным пожарам с известными причинами, 90% пожаров вызвано человеческой деятельностью.

Степной пожар – стихийное, неконтролируемое распространение огня по растительному покрову степей. По механизму распространения огня схож с низовым лесным пожаром, но скорость распространения степного пожара выше, что обусловлено рядом факторов, а именно большей горючестью сухих степных трав и большей скоростью приземного ветра в степи. Наносит

урон естественной среде (растительному покрову и животному миру), может представлять опасность для людей и объектов экономики, хотя и в меньшей степени, чем лесной пожар.

Степные пожары способствуют ветровой эрозии степных почв, а также деградации травяного покрова. Основной причиной степных пожаров являются антропогенные факторы, в том числе пал травы. Молнии и другие естественные факторы сравнительно редко являются причиной степных пожаров.

Степные пожары характерны для весны, когда прошлогодняя трава высыхает после схода снега, а также конца лета и осени. В период интенсивной вегетации степные пожары практически не возникают.

Рослесхоз считает причиной большинства пожаров нарушение правил пожарной безопасности при проведении сельскохозяйственных палов и неосторожное обращение с огнем в природной обстановке. Кроме больших площадей естественных степей, в настоящее время огромные просторы Европейской степной части России заняты не возделываемыми полями, а травяными залежами, забурьяненными, неиспользуемыми сенокосами и пастбищами, которые вспыхивают от любой искры. Главная причина возникновения степных пожаров связана с хозяйственной деятельностью людей, то есть определяется факторами антропогенного происхождения. При этом почти 80 % возгораний происходит по вине местного населения. Наибольшее число пожаров приходится в регионах с высокой плотностью населения и развитой дорожной сетью. Для многих территорий основным источником пожаров являются отдыхающие и туристы, следовательно, от огня чаще страдают наиболее привлекательные, а потому более посещаемые людьми места.

Лесной пожар – это стихийное, неуправляемое распространение огня по лесным площадям. Причины возникновения пожаров в лесу принято делить на естественные и антропогенные. Наиболее распространенными естественными причинами больших *лесных пожаров* на Земле обычно являются мол-

нии. Размеры пожаров делают возможным их визуальное наблюдение даже из космоса.

В молодых лесах, в которых много зелени, вероятность возгорания от молнии существенно ниже, чем в лесах возрастных, где много сухих и больных деревьев. Таким образом, в природе ещё задолго до человека существовало своеобразное равновесие. Экологическая роль *лесных пожаров* заключалась в естественном обновлении лесов.

На сегодняшний день доля естественных пожаров (от молний) составляет около 7–8%, то есть возникновение большей части лесных пожаров связано с деятельностью человека. Таким образом, существует острая необходимость работы противопожарных служб, контроля над соблюдением пожарной техники безопасности.

Пожароопасный сезон наступает с момента таяния снега в лесу до появления полного зеленого покрова или наступления устойчивой дождливой осенней погоды. В лесных пожарах сгорают гигантские площади лесов, уничтожаются уникальные экосистемы. Кроме того, лесной пожар представляет серьезную опасность для людей и животных, уничтожаются сооружения, а в отдельных случаях и населенные пункты. Поэтому в самые «горячие» месяцы практически все организации лесной сферы России переключаются на борьбу с пожарами.

Загрязнение среды обитания – изменение химизма среды. Загрязнение среды – фактор, действующий на биоразнообразие, чаще всего опосредованно через накопление в пище, в почвах и воде загрязняющих веществ. Прямое действие носит токсикологический характер, приводит к гибели животных и растений, повреждению их репродуктивных органов и пр. Отмечаются и негативные генетические последствия, а также усиление отбора (как в случае с насекомыми – вредителями сельскохозяйственных культур).

Ярким примером влияния изменения химизма среды на биоразнообразие может служить ситуация с эвтрофированием водоемов, когда загрязнение водоемов сельскохозяйственными стоками (органикой и минеральными удоб-

рениями) приводит к исчезновению целого комплекса гидробионтов и их замещению другими видами. Так в центральных и южных районах Европейской России постепенно произошла унификация пресноводной флоры и фауны и переход ранее обычных видов гидробионтов, характерных для олиготрофных и мезотрофных водоемов, в разряд редких и исчезающих.

Значительная трансформация биоты отмечается вокруг металлургических и химических предприятий, тепловых станций, цементных производств, т.е. локальные источники загрязнения атмосферы, почв и воды. Но по масштабам воздействия на первые места все-таки выходят трансграничный тропосферный перенос загрязняющих веществ, который имеет отдаленных последствия для районов «разгрузки» (например, большая часть Российской Арктики) и химизация современного аграрного производства (например, ситуация на юге Европейской России, в Китае, странах Центральной Азии).

Изменение физических параметров среды – климата. Модные в последние годы разговоры и исследовательские проекты в отношении «потепления климата» грешат двумя методологическими погрешностями: несопоставимостью характерных времен прогнозируемых климатических изменений и изменений биоразнообразия и экосистем (как часто результаты палеоэкологических реконструкций плейстоцена и голоцена экстраполируются на современную внутривековую ситуацию), игнорированием анализа реальных явлений в изменении биоты, происходящих при биотически значимых изменениях климата.

Чрезмерное избирательное использование ресурсов биоразнообразия. Для того чтобы выжить, человек всегда занимался охотой, сбором плодов, использовал природные ресурсы. До тех пор, пока численность населения была невелика и его технологии примитивны, человек мог устойчиво использовать его окружающую среду, охотиться и собирать урожай, не доводя нужные виды до исчезновения. Однако по мере увеличения народонаселения нагрузка на окружающую среду усилилась.

В историческом аспекте можно привести массу примеров, когда избирательное использование биоресурсов приводило к их полному исчезновению в отдельных регионах и на Планете в целом. Тур, тарпан, зубр в Восточной Европе стали жертвами целенаправленного преследования в сочетании с сокращением площади и трансформацией природных местообитаний. Аналогичным образом, относительная доступность добычи стала причиной исчезновения на значительных участках естественного ареала моржа, дельфинов, китов, леопарда, тигра и др.

Растительный мир также богат примерами, когда избирательное использование становилось причиной исчезновения вида. Это относится ко многим лекарственным, пищевым, техническим и декоративным растениям. Например, липняки (из *Tilia cordata*) стали естественно редкими в окрестностях Москвы и других крупных городов Восточно-европейской равнины еще в XII-XIII вв., что связано с хищническим использованием этого дерева на разные хозяйственные нужды.

Другой пример – состояние популяций растений, ранее используемых для получения природных красителей. Так, широко распространенная по всему ареалу расселения угро-финских и восточно-славянских народов княженика (полянника, мамура), корни которой применялись для крашения полотна в красный (алый) цвет практически исчезла в староосвоенных регионах северо-запада, центра и севера Европейской России еще в XVIII-XIX вв., а восстановление ее идет крайне медленно.

Для многих лекарственных растений, популяции которых испытывают в последние годы масштабное влияние заготовок (особенно на юге Сибири и на Дальнем Востоке), сохраняется угроза исчезновения: существенными темпами растет нелегальный промысел лекарственного сырья для внутреннего потребления и экспорта.

В традиционных обществах часто вводятся ограничения на чрезмерную эксплуатацию природных ресурсов: строго контролируются права на использование сельскохозяйственных земель; запрещена охота на определенных

территориях; существуют запреты на уничтожение самок, молодняка и животных с низкой численностью; не разрешается сбор плодов в определенные сезоны года и время суток или запрещаются варварские методы сбора. Эти виды ограничений позволяют традиционным обществам использовать природные ресурсы на долговременной устойчивой основе, как, например, при введении жестких ограничений на лов рыбы, разработанных и предложенных рыбному хозяйству многих промышленно развитых стран.

Однако во многих частях мира ресурсы сегодня эксплуатируются с максимальной интенсивностью.

Инвазивные виды. Географические ареалы многих видов ограничены главным образом природными и климатическими барьерами. Например, млекопитающие Северной Америки не способны пересечь Тихий океан и достичь Гавайев.

В доиндустриальные эпохи человек, осваивая новые территории, приносил на них культурные растения и домашних животных. Европейские моряки, чтобы обеспечить себя пищей на обратном пути, оставляли на необитаемых островах коз и свиней. В современную эпоху, намеренно или случайно, огромное множество видов интродуцировано в те области, где их никогда не было. Интродукция многих видов была обусловлена следующими факторами.

Европейская колонизация. Прибывая на новые места поселений в Новой Зеландии, Австралии, южной Африке, и желая сделать окрестности более привычными для взгляда и обеспечить себя традиционными развлечениями (в частности, охотой), европейцы завезли туда сотни европейских видов птиц и млекопитающих.

Садоводство и сельское хозяйство. Большое число видов декоративных растений, сельскохозяйственных культур и пастбищных трав интродуцируется и выращивается в новых областях. Многие из этих видов “вырвались на свободу” и обосновались в местных сообществах.

Случайный привнос. Виды часто транспортируются человеком непреднамеренно. Типичные примеры тому – семена сорняков, случайно собранные вместе с урожаем культурных растений и высеянные затем на новом месте; крысы и насекомые, путешествующие на кораблях и самолетах; болезнетворные и паразитические организмы, переносимые их хозяевами. Вместе с балластом корабли часто привозят экзотические виды.

Подавляющее большинство экзотических видов, то есть видов, оказавшихся из-за деятельности человека вне своего естественного ареала, не приживается на новых местах, поскольку новая окружающая среда не соответствует их потребностям. Однако определенный процент видов очень даже хорошо осваивается в новых “домах” и становятся инвазивными видами, то есть такими, которые увеличиваются в численности за счет исходных видов. Путем конкуренции за лимитирующий ресурс такие экзотические виды могут вытеснить аборигенные виды. Интродуцированные животные могут истреблять последних вплоть до их исчезновения, или могут так изменить местообитания, что они становятся непригодными для исходных видов. В США инвазивные экзотические виды представляют собой угрозу для 49% исчезающих видов, причем особенно они опасны для птиц и растений.

Инвазивные виды проявили свое влияние во многих областях земного шара. В США сейчас обитает более чем 70 видов экзотических рыб, 80 видов экзотических моллюсков, 200 видов экзотических видов растений и 2000 экзотических насекомых.

Особенно сильно влияние инвазивных видов может проявиться в озерах, реках и целых морских экосистемах. В водоемы ради коммерческого или спортивного рыболовства часто интродуцируют не присущие им виды. В морские и эстуарные системы и во внутренние моря уже внедрено более 120 видов рыб; и хотя частично эти интродукции осуществлялись намеренно для улучшения рыбного хозяйства, большая их часть явилась непредусмотренным результатом строительства каналов и переноса балластных вод кораблями. Часто экзотические виды крупнее и агрессивнее, чем представители есте-

ственной рыбной фауны, и в результате конкуренции и прямого хищничества они могут постепенно довести местные виды рыб до исчезновения.

Таким образом, биоразнообразие формируется в результате действия эволюционных, экологических, а в последние тысячелетия – и антропогенных факторов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Какими причинами может быть обусловлена динамика биоразнообразия?
2. Каким образом взаимосвязаны процесс вымирания видов и их эволюция? Приведите примеры, доказывающие эту взаимосвязь.
3. Что представляет собой процесс вымирания?
4. Не все виды имеют одинаковую вероятность вымирания; определенные категории видов особенно ему подвержены и нуждаются в тщательной охране и контроле. Перечислите и охарактеризуйте эти категории.
5. Какие мнения среди ученых существуют в настоящее время объясняющие причины вымирания видов?
6. Как влияют биотические факторы на процессы вымирания видов?
7. Какова роль абиотических факторов в исчезновении видов?
8. Как взаимосвязаны биотические и абиотические факторы, влияющие на динамику биоразнообразия?
9. Приведите пример первого заметного влияния деятельности человека на темпы исчезновения видов. Как повлияла деятельность человека на темпы исчезновения в более современные эпохи?
10. Перечислите причины вымирания видов, обусловленные антропогенной деятельностью.
11. Что понимается под разрушением мест обитания живых организмов?
12. Как сказывается фрагментация на состоянии местообитаний и динамике биоразнообразия?
13. В чем проявляется негативное и позитивное влияние пирогенного фактора?

14. Приведите примеры влияния загрязнения окружающей природной среды на состояние биоразнообразия.

15. Как влияет изменение физических параметров среды – климата – на динамику биоразнообразия?

16. Приведите примеры чрезмерного, истощительного использования биоресурсов. Как данный факт сказался на их количественных показателях? Приведите примеры из растительного и животного мира.

17. Как инвазивные виды влияют на состояние биоразнообразия коренных экосистем? Приведите примеры.

ЛЕКЦИЯ 3

ТЕМА: Концепция сохранения биоразнообразия

Цель лекции: сформировать представление о значении формирования и развития концепции сохранения и восстановления биоразнообразия

ПЛАН

1. Значение экологического образования, воспитания и просвещения в концепции сохранения и восстановления биоразнообразия.
2. Биоразнообразие как фактор устойчивости экосистем
3. Сохранение редких видов. Критерии сохранения видов.
4. Создание баз данных и геоинформационных систем (ГИС).
5. Биоиндикация и биотестирование.
6. Мониторинг биоразнообразия.
7. Глобальная система наземных наблюдений (GTOS).
8. Законодательная защита видов.
9. Международная деятельность в деле сохранения биоразнообразия.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

- 1. Значение экологического образования, воспитания и просвещения в концепции сохранения и восстановления биоразнообразия**

Формирование экологической культуры населения реализуется в большей степени через непрерывное экологическое образование, просвещение и воспитание.

Направления непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения включает в себя дошкольное и общее образование, среднее и высшее профессиональное образование, дополнительное образование, а также распространение экологических знаний, в том числе и через музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, общественные экологические организации и средства массовой информации.

Образование в области сохранения биоразнообразия. Возрастающая антропогенная нагрузка на природные сообщества поставила мировое сообщество на грань экологического бедствия, что обусловило резкое снижение запасов биологических ресурсов. Запасы некоторых из них сократились в десятки раз. Многие виды занесены в Красную книгу РФ и мира. Сокращаются площади зон по сохранению биоразнообразия. Возросла мутагенность среды.

Для того чтобы создать полноценную программу сохранения, способную защитить и даже восстановить находящиеся в опасности виды, жизненно необходимо понять состояние их популяций в дикой природе, выявить, как реагируют эти популяции на различные условия, знать естественную историю и экологию этих видов. Этому способствует развитие системы экологического образования, просвещения и воспитания, подготовка квалифицированных кадров в области различных направлений и сфер экологии.

Специалист в области экологии, в частности – биоэкологии способен охарактеризовать сущность биосферных процессов, оценить роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости биосферы.

Объектом профессиональной деятельности биоэкологов являются биоценозы, популяции, сообщества живых организмов и их взаимодействие со средой обитания.

Используя современные научные методы познания природы, изучая экологические принципы рационального природопользования, а также механиз-

мы взаимодействия различных техногенных систем с природными экосистемами, биоэколог способен дать оценку эколого-экономической сбалансированности регионов.

Знание особенностей влияния загрязнений на биоценозы и основ токсикологического нормирования позволяет оценить воздействие факторов среды на организм и пределы его устойчивости. Изучение нормативно-правовых основ управления природопользованием позволит планировать и осуществлять меры по охране природы.

Таким образом, профессиональная деятельность эколога заключается в охране природы и рациональном использовании ее ресурсов, а также в разработке мер по предотвращению кризисных экологических ситуаций.

По окончании обучения бакалавры биологии, экологии и природопользования могут заниматься научно-исследовательской и профессиональной деятельностью в области биологии, экологии, оптимизации природопользования, охраны природы.

Студенты должны проходить обучение не только в аудиториях и лабораториях университета, но и на предприятиях и в научно-исследовательских организациях, как своего региона, так и по России в целом, участвовать в международных образовательных проектах. Это позволит закреплять и углублять полученные знания, приобрести умения по всем направлениям профессиональной деятельности.

Отличительная черта всех образовательных программ в области сохранения биоразнообразия состоит в сочетании глубокой теоретической подготовки с практической направленностью. Важное место отводится летней полевой практике, во время которой студенты изучают жизнь отдельных видов животных и растений, исследуют принципы функционирования различных экосистем и знакомятся с методами исследования биоразнообразия, которыми им придется пользоваться в своей работе. Будущий специалист должен знать, как отличить в полете чаек разного вида и как определить видовое разнообразие обитателей ствола в лесной экосистеме. Кроме того, в учебном

плане студентов представлены предметы, без освоения которых невозможно свободно ориентироваться в сложном мире природы при решении различных задач сохранения биоразнообразия. К числу таких предметов относятся: «Генетика популяций и охрана генофонда», «Основы охотоведения», «Лесопользование и лесное хозяйство».

Подготовка специалистов для работы в области сохранения биоразнообразия основана на базовом биологическом образовании и включает четыре блока специальных дисциплин: генетическое разнообразие, разнообразие видов, разнообразие экосистем и ландшафтов. Не меньшее внимание должно быть уделено подготовке к практической работе в сети «Особо охраняемых природных территорий» (ООПТ): владение методами инвентаризации фауны и флоры, мониторингом окружающей среды, знание основ экологического законодательства и управления ООПТ, умение решать экономические, социальные и другие проблемы, связанные с существованием охраняемых территорий. Важный аспект образования в области сохранения биоразнообразия состоит в том, что эта деятельность не может замыкаться в границах одного государства, так как сохранение биоразнообразия требует внимания и взаимодействия на международном уровне. Например, если шельф Северного моря будет загрязнен, то это отразится и на жизни птиц, прилетающих из Сибири. Миллионы птиц высидивают птенцов в Сибири и прилетают зимовать в Нидерланды, Испанию и даже в Африку. Дельфины и многие другие морские животные переплывают множество морей. Таким образом, проблема охраны природы приобретает интернациональный характер. Для координации взаимодействия разрабатываются и внедряются системы интерактивного и дистанционного обучения. Создаются различные мультимедийные продукты: базы данных, справочники, определители и т.п.

2. Биоразнообразие как фактор устойчивости экосистем

Возникновение разнообразия живых систем в процессе эволюции биосферы было обусловлено различиями в жизненных условиях организмов и их

разной функциональной ролью в биоценозах. Существование на Земле биологического разнообразия имеет принципиальное значение.

1. Биологическое разнообразие обеспечивает основные функции биосферы:

- производство органического вещества;
- деструкцию органического вещества;
- ход биогеохимических круговоротов веществ и потоков энергии.

Группировки организмов – продуценты, консументы и редуценты – образуют цепочки, в которых каждый вид и каждая группа выполняет определенные функции. Ни один вид и ни одна функциональная группа не может выполнить все этапы биогеохимических круговоротов, для этого нужно взаимодействие всех групп:

- продуценты – синтез органического вещества;
- консументы – поток энергии по этапам пищевой цепи;
- редуценты – деструкция и минерализация органического вещества.

2. Биологическое разнообразие позволяет наиболее эффективно использовать ресурсы среды. Каждый из имеющихся в настоящее время видов приспособлен для наиболее эффективного функционирования в определенных экологических условиях – собственной экологической нише. При этом полночленные многовидовые сообщества способны использовать ресурсы среды максимально полно и с наименьшей напряженностью конкурентных отношений.

3. Наличие биологического разнообразия обеспечивает непрерывность живого покрова Земли, «всюдность жизни», по выражению В.И. Вернадского: в разных климатических зонах функционируют разные типы экосистем, в разных средах биосферы (водной, наземной, почве) обитают определенные, приспособленные к ним виды организмов. Даже в пределах одного вида имеется разнообразие аллелей, генотипов, географических рас, популяций, приспособленных к конкретным условиям.

4. Биологическое разнообразие обеспечивает непрерывность жизни во времени. В разные исторические эпохи на Земле происходили и происходят изменения условий среды обитания, но среди организмов всегда находились формы, способные к существованию в новых условиях – преадаптированные к ним, в то время как другие организмы, не имевшие таких приспособлений, вымирали.

5. Биологическое разнообразие обеспечивает биосферный гомеостаз: каждый вид в экосистеме находится под регулирующим влиянием других видов, которые препятствуют его избыточному размножению, что нанесло бы вред экосистеме. В бедных по видовому составу сообществах часто происходят вспышки численности отдельных популяций, что действует на экосистему разрушающе.

При попытках снизить биологическое разнообразие экосистем, ограничив его одним или несколькими видами, как это делает человек в искусственных экосистемах – агроценозах, эффективность использования ими ресурсов среды снижается настолько, что они не могут существовать самостоятельно, без внесения человеком дополнительной энергии.

6. Биологическое разнообразие обеспечивает функцию развития экосистем в ходе экологических сукцессии, восстановление сообществ после повреждений. В ходе сукцессии идет постепенное замещение одних видов другими, более эффективными в изменившихся условиях. Завершают сукцессию, как правило, особые (климаксные) виды, лучше адаптированные к стабильным условиям и насыщенной среде. Но виды, свойственные ранним стадиям, не вытесняются полностью, а образуют с видами зрелого сообщества динамические равновесные системы. При изменении условий среды или действия на экосистемы внешних стрессовых факторов наличие видов, характерных для разных стадий сукцессии, позволяет экосистемам быстрее «залечивать» повреждения.

Исследуя закономерности, определяющие разнообразие видов и устойчивость биоценозов, Н.Ф. Реймерс предложил очень наглядную аналоговую

модель, имеющую форму волчка (Рис. 2). Диаметр колес (цилиндров) волчка пропорционален числу видов, а толщина (высота цилиндров) — биомассе соответствующего трофического уровня. При этом автором взято минимальное называемое число видов консументов, хотя в литературе оно приводится многократно большим (не менее 5 млн. видов), что делает модель только нагляднее. Волчок вращает энергия Солнца, что на рисунке показано стрелками сверху. Модель справедлива для любого конкретного биоценоза. Из анализа модели следует, что система становится устойчивее с наращиванием подводимой к ней мощности (количества энергии в единицу времени) и с увеличением диаметра среднего колеса волчка, т. е. количества консументов. Таким образом, консументы служат управляющим (балансирующим) звеном в системе биоценоза. Именно они порождают спектр разнообразия в биоценозе (сообществе) и препятствуют монополии доминантов.

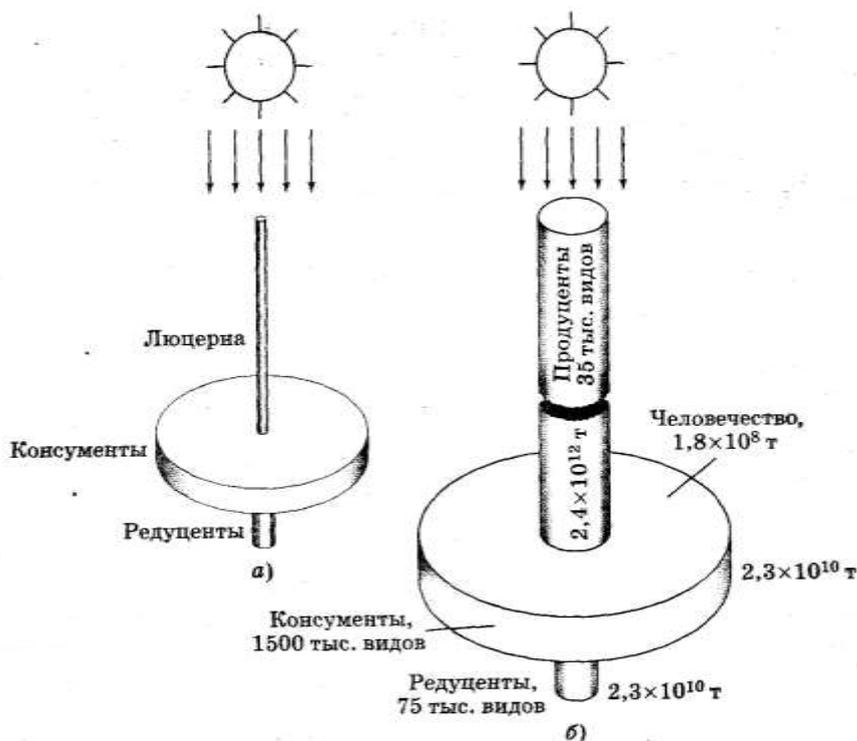


Рисунок 2. – «Волчок жизни» (по Н.Ф. Реймерсу): а – для упрощенной модельной экосистемы Ю. Оудума: люцерна – телятина – мальчик (с включением других консументов и редуцентов); б – для биоценоза Земли в целом.

Поскольку эволюционные переходы в природе занимают сравнительно небольшое время, считается, что предельная совокупность видов могла быть образована в эволюции жизни всего за 70 млн. лет. Дальнейшее нарастание количества видов практически исключено из-за ограниченности числа экологических ниш и принципа конкурентного исключения. За последние 500 млн. лет число видов оставалось практически одинаковым. Исходя из этого, Н.Ф. Реймерс сформулировал правило константности видов в ходе стационарной эволюции биосферы: число нарождающихся видов в среднем равно числу вымерших и общее видовое разнообразие в биосфере есть константа.

Таким образом, наличие биологического разнообразия на всех уровнях организации живого является условием устойчивого функционирования биосферы.

В настоящее время в биосфере происходит резкое снижение биологического разнообразия на всех уровнях: генетическом, организменном, популяционном, видовом, экосистемном. Причиной этого является активная деятельность человека. Она выражается как в общем давлении на биосферу, так и локальном воздействии на отдельные экосистемы и виды.

Утрата любого компонента биоразнообразия нарушает стабильность биосферы, поскольку все они занимают в ней особые, эволюционно определенные места, играют свои роли в «экономике природы». Вырубая леса, осушая болота, распахивая степи, человек формирует на месте устойчивых многовидовых природных сообществ упрощенные – поля, лесопосадки, газоны и др., имеющие низкую экологическую пластичность. Они не способны к производству круговоротов веществ и потоков энергии, уязвимы для неблагоприятных факторов, способствуют массовому размножению «вредителей». Это снижает продуктивность отдельных экосистем и биосферы в целом, их средообразующую функцию, стабильность, способность к саморегуляции. В результате огромные площади степей и лесов превратились в пустыни, а об-

щая продукция биомассы Земли из-за преобразования человеком природных экосистем снизилась не менее чем на четверть.

Состояние и динамика биоразнообразия экосистем являются важнейшими критериями их оценки.

Человек должен быть заинтересован в сохранении биоразнообразия на всех уровнях, поскольку от него зависит устойчивость среды его обитания. Для этого необходимо сохранение природных экосистем в масштабах, позволяющих биосфере функционировать стабильно.

3. Сохранение редких видов. Критерии сохранения видов

Ответ на вопрос, что такое редкие виды, в принципе прост. Это – виды животных и растений, численность которых на планете сократилась настолько, что им грозит полное исчезновение. Но подобный ответ неизбежно влечет за собой другой вопрос: а что в этом страшного? Чем грозит человечеству исчезновение какого-нибудь вида жука, или мыши, или мало кому известной мелкой птицы.

Каждый вид обладает неповторимым генофондом, сложившимся в результате естественного отбора в процессе его эволюции. Все виды имеют потенциальную экономическую ценность и для человека, поскольку невозможно предсказать, какие виды могут стать со временем полезными или даже незаменимыми. Возможности использования видов настолько непредсказуемы, что было бы величайшей ошибкой дать вымереть какому-то виду только потому, что сегодня мы не знаем его полезных свойств. Более 40 лет назад выдающийся американский эколог Ольдо Леопольд по этому поводу писал: «Самый большой невежда – тот человек, который спрашивает про растение или животное: а какой от него прок? Если механизм Земли хорош в целом, значит, хороша и каждая его часть, независимо от того, понимаем мы ее назначение или нет... Кто, кроме дурака, будет выбрасывать части, которые кажутся бесполезными? Сохранить каждый винтик, каждое колесико – вот первое правило тех, кто пробует разобраться в неведомой машине».

Биологические параметры вида, их анализ и оценка. Под биологическими параметрами следует понимать такие категории, как численность, плодовитость, структура популяции и т.д. Анализ и оценка их позволяют составить биологическую характеристику и выявить биологическую специфику каждого конкретного вида на определенном отрезке времени и в определенной ситуации. Каждый вид животного или растения – это уникальная биологическая и систематическая единица (основной таксон системы), сложившаяся в процессе длительной эволюции и обладающая, поэтому специфическим набором адаптаций к соответствующим экологическим условиям среды обитания. Этот набор адаптаций, определяемый и характеризующийся биологическими параметрами каждого конкретного вида, обеспечивает потенциальную непрерывность существования вида во времени и пространстве. В тех случаях, когда качественные и/или количественные изменения экологических или иных условий под влиянием лимитирующих факторов превосходят возможности адаптивных свойств вида (или, иначе, допустимых значений биологических параметров вида), вид вступает в процесс деградации, завершающийся его полным исчезновением.

Количественно определить универсальный экологический порог, за которым начинается деградация, на современном уровне знаний практически невозможно, хотя попытки такого рода предпринимались неоднократно. Более целесообразным представляется использование качественных критериев, позволяющих достаточно объективно судить о состоянии того или иного вида на основе характеристики, анализа и оценки его биологических параметров. К числу таких биологических параметров относятся в первую очередь численность, структура ареала, степень биологической специализации вида, успешность размножения и величина смертности, половая, возрастная и социальная структура популяции, реакция на изменение местообитаний, реакция на фактор беспокойства (степень антропофобии), подвижность (включая сезонные и иные миграции), в определенном смысле хозяйственная ценность вида. Эти и другие параметры определяют статус биологического вида.

Для выделения статуса редких видов для задач сохранения Международный союз охраны природы (МСОП) предложил 10 категорий для использования в задачах сохранения. Виды в категориях 2–4 находятся под угрозой вымирания. Эти категории оказались полезными в задачах сохранения на национальном и международном уровнях для фокусирования особого внимания на определенных видах, а также для определения вымирающих видов с целью защиты посредством международных соглашений типа Convention on International Trade in Endangered Species (CITES) – Международной Конвенции о торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС).

1. *Вымершие: виды* (или другие таксономические единицы, такие как подвиды и разновидности), которые известны как несуществующие. Тщательные и повторные исследования в местах, где эти виды были впервые обнаружены, а также в других районах не позволили повторно обнаружить эти виды.

2. *Вымершие в дикой природе: виды* существуют только за счет разведения в неволе или в виде адаптированных популяций вне своей первоначальной среды обитания. Их поиск в исторических областях обитания привел к отрицательному результату.

3. *Находятся в критическом состоянии:* виды, имеющие высокий риск вымирания в дикой природе в недалеком будущем. Это виды повышенного внимания, число особей которых неуклонно уменьшается и уменьшилось до такой степени, что выживание маловероятно, если существующие тенденции сохранятся.

4. *Находятся под угрозой исчезновения:* это виды, имеющие высокий риск вымирания в дикой природе в недалеком будущем и которые могут перейти в категорию “критического состояния”.

5. *Уязвимые:* виды, имеющие высокий риск вымирания в дикой природе в перспективе, и которые могут перейти в категорию “под угрозой исчезновения”

6. *Требуют сохранения*: видам не грозит вымирание, но это зависит от программы сохранения, без которой существует угроза вымирания вида.

7. *Существует близкая угроза исчезновения*: категория для видов, близких к категории “уязвимые”, но для которых в настоящее время нет непосредственной угрозы исчезновения.

8. *Не нуждаются в охране*: видам ничего не угрожает.

9. *Данные отсутствуют*: имеется неадекватная информация для определения риска вымирания вида. Во многих случаях информация по видам отсутствует много лет или десятилетий, поскольку ни один биолог не предпринимал попыток найти вид. Требуется дополнительная информация для присвоения видам категорий по степени угрозы вымирания.

10. *Без оценки*: вид не оценивался с точки зрения категории вымирания.

Этим категориям соответствуют законодательные акты, которые оказывают финансовое влияние на владельцев земли, корпорации и правительства. Поэтому для предотвращения споров важно иметь разъяснения по каждой категории. Для уточнения вопроса классификации в 1994 году МСОП выработал более четкие количественные критерии и инструкции для определения категорий в трехуровневой системе классификации, основанной на вероятности вымирания:

1. К категории “*Под большой угрозой*” относятся виды, имеющие вероятность 50% и более вымирания в течение 10 лет или три поколения, в зависимости от того, какой срок дольше.

2. К категории “*Под угрозой*” относятся виды, имеющие 20% вероятность вымирания в течение 20 лет или 5 поколений.

3. К категории “*уязвимые*” относятся виды, имеющие риск вымирания 10% и более в течение 100 лет.

Отнесение к определенной категории зависит от информации по одному из параметров:

1. Изменение числа представителей вида.

2. Величина географической области распространения и численность популяции.

3. Каково общее число живущих представителей и число представителей, могущих дать потомство.

4. Продолжается ли уменьшение популяции и сокращение среды обитания в соответствии с прогнозом.

5. Вероятность вымирания в течение определенного ряда лет или поколений.

Указанные выше количественные критерии отнесения к категориям основываются на методах анализа популяционной выживаемости и в основном оценивают тенденции существования популяции и среды обитания. Например, критическое состояние для вида характеризуется, по крайней мере, одним из следующих показателей: небольшим размером популяции (менее 250 представителей вида) и количеством особей, способных дать потомство (менее 50); уменьшением численности на 80% и более за последние 10 лет или поколений; ожидаемым уменьшением популяции более чем на 25% в течение трех лет или одного поколения; или если вероятность полного вымирания превышает 50% в течение 10 лет или на протяжении трех поколений. Вид может также получить статус критического из-за ограниченности среды обитания (менее 100 км² в одном районе), наблюдаемого или предсказуемого ее сокращения, экологического дисбаланса и коммерческой эксплуатации. Использование территориального признака при определении категории особенно полезно в случае видов, биология которых плохо изучена. К таким видам можно отнести многие виды тропических насекомых, о которых лишь известно, что среда их обитания разрушается.

Преимущество такого подхода состоит в том, что он дает стандартный количественный метод классификации, результаты принятия решения могут быть пересмотрены и переоценены другими учеными в соответствии с принятыми количественными критериями с использованием любой доступной информации. Однако при принятии решений с опорой на этот метод может

быть допущен произвол, если данных недостаточно. Сбор данных при таком подходе может быть очень дорогостоящим и требовать большого времени, особенно в развивающихся странах и в быстро изменяющихся условиях.

Несмотря на ограничения, новая система классификации видов представляет собой явный прогресс в деле защиты видов от вымирания.

На основе предложенных МСОП категорий Всемирный центр мониторинга сохранения (World Conservation Monitoring Centre – WCMC) провел анализ и сделал заключение об угрозе вымирания около 60 000 видов растений и 5 000 видов животных в соответствующих сериях Красной книги – Red Data Books.

4. Создание баз данных и геоинформационных систем (ГИС)

С целью обобщения и анализа данных о видах животных и растений, нуждающихся в охране, о ключевых биотопах, экосистемах и ландшафтных комплексах создаются информационные системы, позволяющие оперативно управлять процессами сохранения биоразнообразия. Использование ГИС весьма эффективно, поскольку эти системы содержат четкие критерии для оценки земель под разные виды землепользования и позволяют судить об экологическом состоянии ландшафта, разрабатывать рекомендации по охране и рациональному использованию природных ресурсов. Многократно возрастают возможности обновления базы данных. Так, программа GisMaster обеспечивает использование одной или одновременно нескольких карт с просмотром, поиском и выбором объектов, печатью карт или их фрагментов, редактированием, нанесением графической информации любого вида, наложением баз данных с графической интерпретацией в удобном виде и масштабе.

Многие программы ГИС позволяют оперативно управлять информацией о границах существующих и проектируемых ООПТ с использованием различных баз данных. Предпочтение отдается таким программам ГИС, которые обеспечивают подготовку статистических данных, тематических карт, создают основу для пространственно-временного анализа данных, экологиче-

ского моделирования, а также позволяют осуществлять мониторинг биоразнообразия.

В последнее время для проведения регионального мониторинга биоразнообразия разрабатываются экологические информационные системы (ЭИС). Они уступают существующим программам ГИС в географической точности и наглядности, но обладают рядом преимуществ, таких как дешевизна, экономичность в использовании ресурсов, а также простота в освоении, эксплуатации и интерпретации выходных данных.

5. Биоиндикация и биотестирование

Препятствием при экологических исследованиях часто становится сложность применения методов анализа, труднодоступность и дороговизна оборудования, значительные затраты времени, необходимого для получения достоверных данных. В результате получение конкретных результатов задерживается и необходимое решение принимается с опозданием или не принимается вообще. В связи с этим в современных экологических исследованиях все чаще используются методы *биоиндикации* и *биотестирования*. Метод биоиндикации основан на биологической информации, получаемой при исследовании видового состава той или иной экосистемы. Этот метод широко применяют при мониторинге водной среды, воздушной среды и почвы. В отличие от биоиндикации, биотестирование является экспериментальным методом, суть которого в быстром и обобщенном определении качества среды при ее действии на лабораторные культуры тест-организмов. Методы биотестирования перспективны для экспрессной интегральной оценки, благодаря чему полезны при рекогносцировочных исследованиях и хорошо дополняют метод биоиндикации.

К достоинствам методов биоиндикации и биотестирования можно отнести следующие: чувствительность, экспрессность, универсальность (применимость в различных регионах), информативность и доступность, то есть относительную дешевизну в использовании. Так, метод лишеноиндикации основан на закономерном исчезновении эпифитных лишайников при возраста-

нии содержания загрязняющих веществ в воздухе, он не требует дорогостоящего оборудования; для его применения нужен только подготовленный исследователь, способный распознать в природе разные виды лишайников.

В оценке состояния пресноводных водоемов широкое распространение получил метод *биотического индекса* (БИ). Он основан на известной закономерности последовательного исчезновения видов или целых систематических групп беспозвоночных животных по мере загрязнения водоема. Большинство методов биоиндикации наглядны и эстетичны. Работать этими методами легко и приятно, а простота, с какой производится оценка качества воздуха, воды и почвы, делает их доступными широким группам населения.

6. Мониторинг биоразнообразия

Проблема мониторинга природных процессов и состояния окружающей среды активно разрабатывается начиная с 1975 года. Вполне естественно, что мониторинг прямо связан с инвентаризацией природных объектов. Действия по определению целей и задач мониторинга проводят в два этапа. На первом этапе – *информационном* – устанавливается факт изменений тех или иных показателей и определяется их масштаб и скорость. Второй этап важен для *анализа причин наблюдаемых изменений*, определения их экологических и экономических последствий. Данные, получаемые в процессе мониторинга, служат основой для составления экологического прогноза.

7. Глобальная система наземных наблюдений (GTOS)

Мониторинг биоразнообразия не может проводиться в отрыве от наблюдения за другими компонентами окружающей среды и происходящими в ней процессами, так как на биотические сообщества оказывают большое влияние и глобальные изменения климата, и уровень содержания тех или иных химических веществ в атмосфере, и особенности землепользования. Вопрос о необходимости осуществления глобальной программы мониторинга для сбора сопоставимых данных в разных типах экосистем был поставлен еще в 1972 году на Стокгольмской конференции по окружающей среде и развитию.

Организационные усилия завершились созданием программы *Глобальной системы наземных наблюдений*. Согласно содержанию программы, сбор данных о наземных и пресноводных экосистемах планируется проводить на пяти уровнях с разной частотой и детальностью, а обмен полученными результатами и накопленными базами данных – с помощью INTERNET через национальные и региональные центры. На центр GTOS, который пока не создан, и секретариат GTOS возлагается при этом важная задача поддержания оперативной справочной системы о месте нахождения той или иной информации. Предполагается, что на начальную фазу формирования GTOS потребуется около 5 лет и по завершении ее можно будет получить требуемую информацию о состоянии различных экосистем даже из самых удаленных районов мира.

Нормальное функционирование GTOS невозможно без развития сети биосферных заповедников. В 1996 году общее число биосферных заповедников достигло 337; они расположены в 85 странах, в том числе 18 в России. Несмотря на развитость сети биосферных заповедников и других ООПТ, на территории которых проводится мониторинг, Россия пока официально не участвует в создании Глобальной сети наземных наблюдений. Скорее всего, это задача ближайшего будущего.

В настоящее время в России создается Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) с задачами и функциями, близкими к таковым GTOS. В основу развития ЕГСЭМ положен опыт функционирования региональных сетей мониторинга, в частности программа экологического мониторинга Мещерской низменности на территории Владимирской и Рязанской областей. Осуществляется аналогичный проект экологического мониторинга в Псковской области. Цель проекта – получение количественных данных о поступлении биогенов в Чудское озеро.

Охрана отдельных видов обеспечивается принятием специальных законов, подобно закону о сохранении исчезающих видов. Образцы или семена редких и исчезающих видов хранятся в музеях и банках семян, а ботани-

ческие сады и зоопарки подчас служат их последним пристанищем. Однако наилучший путь, путь, ведущий к успеху – создание национальных парков и заповедников.

8. Законодательная защита видов

После того как установлено, что конкретные виды нуждаются в защите, можно принимать законы и подписывать договоры для реализации такой защиты. Национальные законы защищают виды внутри стран, международные соглашения регулируют торговлю видами между странами.

Национальные законодательства. Во всем современном мире национальные правительства вместе с национальными природоохранными организациями играют ведущую роль в решении задач сохранения всех уровней биологического разнообразия. Принимаются законы по организации национальных парков, регулированию человеческой деятельности в рыболовстве, лесозаготовках, выпасе скота, загрязнении воды и атмосферы. Международные договоренности реализуются на границах и касаются торговли редкими животными, находящимися под защитой договора в какой-то стране. Многие национальные законы направлены на сохранение видов. Эффективность, с какой эти законы выполняются, характеризует намерения государства защищать национальные ресурсы и, соответственно, своих граждан. Во многих странах признано, что сохранение здоровой экологии и защита видов – неотъемлемое условие сохранения здоровья людей.

Защита биологического разнообразия в разных странах осуществляется по-разному. Пятнадцать членов Европейского Союза (Шенгенского Соглашения) строят свою работу по защите видов на основе международных конвенций, например Международной Конвенции о торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (Convention on International Trade in Endangered Species), и Конвенции по биологическому разнообразию (Convention on Biological Diversity). Кроме того, при защите биологического разнообразия эти страны руководствуются специальными директивами. В качестве примера можно взять Директиву по птицам (Bird

Directive), в соответствии с которой страны-члены должны защищать и организовывать местообитания птиц, особенно те, которые необходимы при миграциях и в период размножения. Реализация и применение этих природоохранных мер сильно различается в разных европейских странах.

9. Международная деятельность в деле сохранения биоразнообразия

Решение многих проблем, связанных с угрозой исчезновения видов и экосистем, по своему масштабу требуют международного сотрудничества.

Хотя основной механизм защиты биологического разнообразия реализуется внутри отдельных стран, существуют и постоянно действуют международные соглашения, защищающие виды и среды обитания (чрезмерный рыбный промысел, охота, загрязнение атмосферы, выпадение кислых дождей, загрязнение озер, рек и океанов, глобальное изменение климата и истощение озонового слоя).

Международное сотрудничество чрезвычайно необходимо и по ряду других важных причин. Во-первых, виды мигрируют через международные границы; усилия по сохранению видов птиц в северной Европе потерпят крах, если будут разрушены места их зимовки в Африке. Во-вторых, международная торговля продуктами природного происхождения может привести к чрезмерной эксплуатации видов, вызванной потребностями рынка. Контроль и администрирование торговли необходимы как при экспорте, так и импорте. В-третьих, задача сохранения биологического разнообразия имеет международное значение. Богатые страны средней полосы, пользующиеся плодами тропического биологического разнообразия, должны помогать менее богатым странам сохранять его.

Единственным наиболее важным международным договором по защите видов является Международная Конвенция о торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения – СИТЕС (the Convention on International Trade in Endangered Species –CITES), учрежденная в 1973 году

совместно с Программой ООН по окружающей среде – ЮНЕП (the United Nations Environmental Programme – UNEP). Этот договор сейчас введен в действие в более чем 120 странах. СИТЕС утвердила список видов, торговля которыми должна контролироваться, а страны-участники согласны ограничить торговлю и губительное уничтожение этих видов. В Приложение № 1 Конвенции включено приблизительно 675 животных и растений, торговля которыми запрещена. В Приложении № 2 перечислены 3700 животных и 21000 растений, международная торговля которыми регулируется. Приложения №№ 1 и 2 включают такие важные декоративные виды, как орхидеи, саванники, кактусы, насекомоядные растения, древовидные папоротники и большое число видов деревьев.

Среди животного мира под особым контролем находятся: попугаи, крупные дикие кошки, киты, морские черепахи, хищные птицы, носороги, медведи, приматы, виды, отлавливаемые для зоопарков и домашнего содержания, аквариумные виды, а также виды, дающие мех, кожу и другие коммерческие товары. Международные конвенции типа СИТЕС выполняются только тогда, когда страна, подписавшая договор, издает внутренний закон, предусматривающий наказание за его нарушение. Как только в стране в соответствии с СИТЕС принимается закон, полицейские, таможенники, лесники и оперативные работники государственных структур получают право арестовывать, привлекать и прекращать деятельность нарушителей, т. е. тех, кто владеет, ловит или торгует представителями перечисленных в СИТЕС видов.

Еще одним международным договором является Конвенция по охране мигрирующих видов диких животных (the Convention on Conservation of Migratory Species of Wild Animals), подписанная в 1979 году, которая в основном касается видов птиц. Эта Конвенция стала очень важным дополнением Конвенции СИТЕС по части объединения международных усилий в деле сохранения видов птиц, мигрирующих через государственные границы. Она подчеркивает важность проведения исследований, административных региональных усилий и упорядочения охоты. Однако с этой Конвенцией возникли

проблемы. Ее подписали только 36 стран и потому ее бюджет очень ограничен. Она также не распространяется на мигрирующие виды, морских млекопитающих и рыб. Среди других важных международных соглашений по защите видов действуют:

- Конвенция по сохранению морских животных ресурсов в Антарктике (The Convention on Conservation of Antarctic Marine Living Resources);

- Международная Конвенция по регулированию добычи китов (The International Convention for the Regulation of Whaling), в соответствии с которой организуется Международная Комиссия по китам (The International Whaling Commission);

- Международная Конвенция по защите птиц (The International Convention for the Protection of Birds) и Конвенция Бенилюкса по охоте и защите птиц (Benelux Convention on the Hunting and Protection of Birds);

- Конвенция по рыбной ловле и сохранению биологических ресурсов в Балтийском море (The Convention on Fishing and Conservation of Living Resources in the Baltic Sea);

- Международная Комиссия по атлантическому тунцу (the International Commission on Atlantic Tuna);

- Разнообразные региональные договоры по защите конкретных групп животных: креветок, лангустов, крабов, морских котиков, семги, летучих мышей и викунии.

Слабость международных договоров состоит в том, что участие в них добровольное, страны, преследуя свои собственные интересы, могут выйти из них, когда считают условия участия в них слишком обременительными. Это особенно проявилось, когда несколько стран просто решили пренебречь Международной Комиссией по китам, выпустившей запрет на их охоту. Необходимы убеждение и давление общественности для побуждения стран выполнять условия конвенций и наказывать нарушителей.

Совет Европы совместно с другими государственными и международными организациями выступил с инициативой разделения ответственности за

охрану биологического разнообразия и разнообразия ландшафтов. Для достижения этой цели была разработана общеевропейская Стратегия охраны биологического и ландшафтного разнообразия, которая была одобрена в Софии в октябре 1995 года на конференции «Окружающая среда для Европы».

Стратегия основана на определенных принципах, которые следует применять во всех секторах экономики, использующих природные ресурсы или оказывающих на них воздействие. Такие принципы, как принцип предосторожности, принцип компенсации ущерба, принцип экологической целостности и принцип использования щадящих технологий должны использоваться повсеместно. Принцип «загрязнитель платит», принцип участия общественности и обеспечение ее доступа к информации должны лечь в основу проводимых в рамках Стратегии мероприятий и обеспечить их согласованность.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Каково значение экологического образования, воспитания и просвещения в концепции сохранения и восстановления биоразнообразия?
2. Перечислите критерии сохранения видов и дайте им характеристику.
3. В чем значение создания баз данных и геоинформационных систем (ГИС) в деле сохранения биоразнообразия?
4. Охарактеризуйте место и роль биоиндикации и биотестирования в деле сохранения биоразнообразия.
5. Охарактеризуйте место и роль мониторинга биоразнообразия.
6. Что представляет собой глобальная система наземных наблюдений (GTOS)? Какую роль она играет в деле сохранения биоразнообразия?
7. В чем заключается законодательная защита видов?
8. Какова роль международной деятельности в деле сохранения биоразнообразия?

ЛЕКЦИЯ 4

ТЕМА: Сохранение биоразнообразия на популяционном и видовом уровнях

Цель лекции: сформировать представление о способах сохранения биоразнообразия на популяционном и видовом уровнях. Изучить стратегии сохранения видов живых организмов *ex situ* и *in situ*.

ПЛАН

1. Теоретические основы сохранения биоразнообразия. Стратегии сохранения видов.
2. Задачи в сфере охраны биоразнообразия.
3. Сохранение биоразнообразия на различных уровнях организации живой природы.
 - 3.1. Организменный уровень (принцип).
 - 3.2. Популяционный уровень (принцип).
 - 3.3. Видовой уровень (принцип).

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Теоретические основы сохранения биоразнообразия

Сохранение биоразнообразия – разнообразия видов животных и растений, ландшафтов и экосистем – актуальнейшая задача современности. Сохранение биоразнообразия не является просто новым направлением охраны природы, это – неотъемлемая составная часть концепции перехода человечества на принципы устойчивого развития. В рамках этой проблемы впервые признано, что охрана живого на Земле не является узкой задачей определенных групп и кругов, но является задачей всего человечества и, одновременно, условием его выживания на планете.

Конвенция о биологическом разнообразии была подписана в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, а в 1996 г. она была ратифицирована Россией. 90-е годы в России были ознаменованы, как это не странно, значительными продвижениями на пути достижения реальных результатов в области охраны природы в целом. В эти годы началась реализация целой серии крупных природоохранных проектов, одним из самых успешных из которых был Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия в России». Одним из результатов этого проекта стала разработка и принятие «Национальной стратегии сохранения биораз-

нообразия в России» (2001). Этот документ принят Национальным форумом по сохранению биоразнообразия и является основным документом долгосрочного планирования, определяющим принципы, приоритеты и основные направления политики России в области сохранения биоразнообразия.

Цель Национальной стратегии сохранения биоразнообразия сформулирована следующим образом: «Сохранение разнообразия природных биосистем на уровне, обеспечивающем их устойчивое существование и неистощительное использование, а также сохранение биоразнообразия одомашненных и культивируемых форм живых организмов и созданных человеком сбалансированных природно-культурных комплексов на уровне, обеспечивающем развитие эффективного хозяйства и формирование оптимальной среды для жизни человека» (Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России, 2001).

Для достижения обозначенной цели Стратегия формулирует ряд биологических принципов сохранения биоразнообразия.

1. Организменный принцип обеспечивает сохранение организмов и их воспроизводство, а также сохранение генотипов.

2. Популяционный принцип обеспечивает сохранение и восстановление численности и местообитаний популяций, позволяет поддерживать их здоровье, сохранять внутри популяционное генетическое разнообразие и разнообразие элементов внутривидовой структуры, а также уникальность популяции.

3. Видовой принцип позволяет сохранять и восстанавливать численность и ареалы видов, сохранять видовую пространственно-генетическую популяционную структуру и разнообразие популяций и внутривидовых форм.

4. Биоценотический принцип способствует сохранению и восстановлению природных сообществ, их видового и функционального разнообразия, а также поддерживать естественные процессы формирования сообществ.

5. Экосистемный принцип обеспечивает сохранение и восстановление природных экосистем и экологически сбалансированных природно-культурных комплексов и поддержание естественных процессов их развития.

6. Территориальный принцип направлен на сохранение территориальных комплексов природных экосистем, их разнообразия и пространственной структуры в пределах территориального комплекса, а также сохранение разнообразия экологически сбалансированных природно-культурных комплексов.

7. Биосферный принцип обеспечивает сохранение биосферы, глобального видового разнообразия и сохранение глобального разнообразия экосистем.

Помимо принципов в Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России сформулированы социально-экономические механизмы ее реализации, такие, как правовые, экономические, совершенствование системы управления, формирование общественного сознания, научные исследования, мониторинг биоразнообразия. В Стратегии определены и приоритеты действий по сохранению биоразнообразия на федеральном уровне. Выделены главные направления действий по сохранению видов, экосистем и отдельных регионов.

Национальная стратегия сохранения биоразнообразия – документ долгосрочного планирования. Его реализация потребует значительного времени и вряд ли будет когда-нибудь подведена черта под действиями по сохранению биоразнообразия. В этой связи, каждый конкретный этап работы в стратегических направлениях будет, безусловно, иметь собственную и смысловую, и политическую окраску, потребует определенной тактики. На конкретных проблемах в области сохранения биоразнообразия сегодняшнего дня мы и остановимся.

В современной России, к сожалению, наиболее веским аргументом за охрану природы является ее стоимость, а бесценность природы для руководителей любого звена всегда означала ее бесплатность. Отсюда вытекает следующая задача для экологов – обосновать необходимость сохранения жи-

вой природы страны в качестве источника финансовых ресурсов. Следует подчеркнуть, что речь идет не о прямой оценке биологических ресурсов, а расчете стоимости средообразующих функций естественных экосистем по аналогии с услугами в непроектируемой сфере хозяйства – так называемых «экосистемных услуг». Опуская теоретическое обоснование этих расчетов, отметим, что учет «экосистемных услуг», оказываемых природными экосистемами, вполне может принципиально изменить разрыв между богатыми и бедными регионами, сохранить природный потенциал в слабо развитых регионах, перераспределять средства, полученные в промышленно развитых регионах туда, где выгодно сохранять нетронутые экосистемы.

Кроме Национальной стратегии сохранения биоразнообразия разработаны «Стратегия охраны водно-болотных угодий РФ» (1999), «Стратегия сохранения редких видов животных», целый ряд стратегий по восстановлению и сохранению отдельных видов редких животных – амурского тигра, зубра, стерха и др.

Сохранение *ex-situ* означает сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания. Подразумевается сохранение видов в зоопарках и в лабораториях, в частности предлагается ведение генетических банков данных вымирающих видов, дабы в дальнейшем иметь возможность восстановить утраченное (например, путем клонирования).

Сохранение *in-situ* означает сохранение экосистем и естественных мест обитания, а также поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде, а применительно к одомашненным или культивируемым видам – в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки. Как правило, подразумевается сохранение компонентов биологического разнообразия на особо охраняемых природных территориях (ООПТ): заповедниках, заказниках, национальных парках, памятниках природы и т.п. Особо обращается внимание на сохранение местообитаний видов и структуры взаимосвязей.

2. Задачи в сфере охраны биоразнообразия

Экономическая – включение биоразнообразия в макроэкономические показатели страны; потенциальные экономические доходы от биоразнообразия, в их числе: прямые (медицина и сырье и материалы для селекции и фармации и т. д.), и косвенные (экотуризм), а также издержки – восстановление разрушенного биоразнообразия.

Управленческая – создание партнерства путем вовлечения в совместную деятельность государственных и коммерческих организаций, армии и флота, негосударственных организаций, местного населения и всей общественности.

Юридическая – включение терминов и понятий, связанных с биоразнообразием, во все соответствующие законодательные нормы, создание правовой поддержки сохранения биоразнообразия.

Научная – формализация процедур принятия решений, поиск индикаторов биоразнообразия, составление кадастров биоразнообразия, организация мониторинга.

Управление биоразнообразием – непростая задача, особенно, учитывая, что во многих случаях рычаги влияния на поведение природопользователей отсутствуют. Иногда на природопользователей можно воздействовать путем международных соглашений и договоров, однако, во многих случаях на контроль за выполнением таких соглашений выделяются крайне ограниченные ресурсы. К числу природопользователей относятся правительственные учреждения, бизнес-структуры, неправительственные организации и местное население. Некоторые изменения, например климатические, имеют непредсказуемые последствия для сохранения биоразнообразия и тем самым представляют факторы, усложняющие управление биоразнообразием.

3. Сохранение биоразнообразия на различных уровнях организации живой природы

3.1. Организменный уровень (принцип)

Объектом охраны является организм. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

– Сохранение организмов и обеспечение их воспроизводства.

– Сохранение генотипов.

Способы сохранения ex-situ. Содержание и разведение организмов в питомниках, зоопарках, ботанических садах, генофондных хозяйствах или фермах включает в себя методы содержания и воспроизводства, которое может происходить как естественным, так и искусственным путем.

Хранение генетических материалов (гамет, зигот, соматических клеток, зародышей) в низкотемпературных генетических банках, в банках клеточных и тканевых культур, а также в банках семян.

Введение видов в культуру, численность которых сокращается из-за их неумеренной эксплуатации, может ослабить или снять этот пресс с их природных популяций.

Организменный принцип позволяет сохранить лишь часть генетического разнообразия природных популяций. В генетических банках, различных питомниках, ботанических садах, как правило, сохраняются только отдельные организмы (их генетические материалы) или их небольшие группы. Генетическое разнообразие даже очень многочисленных популяций, восстановленных из сохраненных в неволе или в криобанках организмов, будет основано лишь на тех генах, которыми обладали особи-основатели (за исключением новых мутаций). При долговременном разведении в неволе малочисленных групп организмов в них нарушаются генетические процессы, свойственные природным популяциям, происходит сокращение генетического разнообразия. Введение видов в культуру также не может сохранить генофонд природных популяций и видов, поскольку при доместикации неизбежны существенные изменения свойств организмов и генетической структуры популяции

Организменный принцип может рассматриваться как основной, лишь когда исчерпаны все резервы сохранения естественных популяций вида.

3.2. Популяционный уровень (принцип)

Объектом охраны является популяция. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

– Сохранение или восстановление численности и ареалов природных популяций, достаточных для их устойчивого существования и использования.

– Поддержание оптимального состояния здоровья организмов в популяциях.

– Сохранение внутривидового генетического разнообразия и генетической уникальности популяции.

– Сохранение разнообразия элементов внутривидовой структуры (пространственной, половой, возрастной, этолого-социальной).

Численность популяции имеет важнейшее значение. Сокращение численности повышает вероятность случайного вымирания популяции и сопровождается сокращением внутривидового генетического разнообразия.

Генетическое разнообразие, этолого-социальная, пространственная, возрастная и половая структуры популяции определяют ее устойчивость, способность к адаптации и возможность выживания в изменяющихся условиях среды. Сохранение генетического разнообразия внутри одомашнированных видов, культурных пород и сортов является необходимым условием их эффективного использования в хозяйстве и возможности дальнейшей селекции.

Численность и генетическое разнообразие популяции недостаточны для оценки ее состояния, так как ряд форм воздействия человека на природные системы приводит к сильному ухудшению здоровья организмов при том, что численность популяций и их генетическое разнообразие какое-то время еще могут оставаться неизменными или даже расти. Важный показатель состояния популяций, определяющий возможность их долговременного устойчивого сохранения, – здоровье организмов.

Необходимое условие полноценного долговременного сохранения популяции – сохранение типичной для нее природной среды обитания.

Способы сохранения ex-situ: сохранение популяций диких и домашних животных и растений в питомниках, генофондных хозяйствах, фермах, осуществление оптимальной схемы обмена организмами между питомниками

для сохранения генетического разнообразия как внутри отдельных групп организмов, так и в популяции в целом.

Способы сохранения in-situ. Сохранение популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, контроль и регулирование состояния популяций других неэксплуатируемых видов. Здесь и далее под «контролем и регулированием» понимается широкий спектр мероприятий по регулированию состояния популяций, видов и экосистем, включая борьбу с их нелегальной эксплуатацией, нормирование их легального использования в различных целях (рекреационных, научных, культурных и др.), проведение экологической экспертизы хозяйственных проектов, затрагивающих объекты биоразнообразия и др. При контроле и регулировании состояния популяций внимание следует уделять не только поддержанию численности популяции, но и сохранению внутривидовой популяционной структуры.

Регламентирование промысла популяций эксплуатируемых видов. При планировании промысла необходимо учитывать задачи поддержания численности популяции на устойчивом уровне, сохранения ее генетической и других структур. Последнее обеспечивается учетом не только объема добычи, но и структуры изымаемой части популяции (соотношение полов, возрастов, размеров и т.п.). Сохранение генетического разнообразия и структуры популяций должно быть необходимым условием любых форм их неистощительной эксплуатации.

Сохранение и восстановление среды обитания, реконструкция местообитаний. Этот способ особенно важен в регионах с высокой интенсивностью хозяйственной деятельности. Сокращение разнообразия и общей площади местообитаний – одна из основных причин исчезновения природных популяций. Нередко для поддержания и сохранения находящейся под угрозой исчезновения популяции бывает необходимо и достаточно восстановить типичную для нее среду обитания, реконструировать исчезнувшие биотопы.

Охрана популяций на особо охраняемых природных территориях является одним из наиболее действенных методов сохранения малочисленных или находящихся под угрозой исчезновения популяций, в том числе популяций видов, включенных в Красную книгу Российской Федерации. В ряде случаев для сохранения конкретных популяций необходима организация специальных особо охраняемых природных территорий.

Поддержание или пополнение природных популяций с помощью искусственного воспроизводства – важный метод поддержания и восстановления популяций, естественные механизмы воспроизводства которых нарушены (некоторые промысловые, редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды). Однако при частичном, а тем более полном переходе на искусственное воспроизводство нарушается генетическая структура популяции, ее генофонд обедняется. Необходимо стремиться к восстановлению естественной системы воспроизводства природной популяции.

Технологические и организационные меры по защите животных от гибели на инженерных сооружениях (линиях электропередач, шоссейных и других магистралях, на ограждениях сельхозугодий, в турбинах ГЭС и других), при сельскохозяйственных, лесозаготовительных, мелиоративных и иных антропогенных процессах; помощь животным при чрезвычайных ситуациях (техногенных авариях, стихийных бедствиях, погодных аномалиях и др.).

Устранение факторов, приводящих к ухудшению здоровья организмов. Ухудшение здоровья организмов может происходить в результате действия различных факторов: химического и радиационного загрязнения среды, использования травмирующих методов промысла, истощения кормовой базы животных, нарушения гидрологического режима водоемов и территорий и других изменений среды. Для устойчивого сохранения популяции причина плохого здоровья организмов должна быть определена и блокирована.

Сохранение in-situ популяций домашних животных и культурных растений – поддержание локальных популяций в первоначальных условиях формирования данного сорта, породы или формы. Необходимым условием со-

хранения разнообразия пород и сортов in-situ является сохранение типичных агроэкосистем и мест обитания и условий разведения. Одна из форм сохранения in-situ – территории традиционного хозяйствования, куда запрещен (не рекомендован) ввоз не характерных для данной территории пород и сортов. Способы сохранения in-situ совмещают задачи сохранения и устойчивого использования местных генетических ресурсов животных и растений, сохранения местных традиций хозяйствования и природопользования, в ряде случаев – задачи сохранения природных экосистем (например, использование аборигенных копытных для выпаса в степных резерватах).

Предотвращение гибридизации сохраняемых популяций с живыми измененными (генно-инженерно модифицированными) организмами – важно как для природных популяций, так и для домашних животных и культурных растений.

3.3. Видовой уровень (принцип)

Объектом охраны является вид. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

- Сохранение или восстановление численности и ареалов видов, достаточных для их устойчивого существования и использования.
- Сохранение пространственно-генетической популяционной структуры вида.
- Сохранение разнообразия популяций, внутривидовых форм (сезонных рас, экологических форм, подвидов и др.).

Сохранение популяционной структуры вида – необходимое условие его устойчивого существования и неистощительного использования. Локальные популяции, внутривидовые формы и подвиды являются носителями уникальных адаптаций вида к конкретным условиям среды. Для поддержания пространственно-генетической структуры вида необходимо сохранение той степени изоляции популяций и форм, которая характерна для ненарушенных природных популяций. Губительны как усиление изоляции популяций и

форм, так и разрушение природных барьеров между ними, их искусственное смешивание.

Способы сохранения in-situ. Сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, контроль и регулирование состояния других неэксплуатируемых видов. Следует уделять внимание не только сохранению общей численности и ареала вида, но и поддержанию его популяционной структуры.

Регламентация промысла эксплуатируемых видов. При планировании промысла необходимо учитывать задачи поддержания не только численности вида на устойчивом уровне, но и его пространственно-генетической популяционной структуры. Необходима межрегиональная и межгосударственная координация промысла в рамках всего видového ареала.

Сохранение и восстановление среды обитания видов, реконструкция местообитаний. Сохранение и восстановление среды обитания крайне важно в регионах с высокой интенсивностью хозяйственной деятельности человека. Реконструкция биотопов может быть необходима при утрате некоторых специфических стадий вида (например, мест размножения или зимовки), а также при воссоздании утраченных популяций вида.

Охрана видов на особо охраняемых природных территориях. Этот способ наиболее эффективен в отношении находящихся под угрозой исчезновения узкоареальных видов, в том числе ряда видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации.

Реакклиматизация (реинтродукция) видов, воссоздание утраченных популяций. Реакклиматизация должна производиться с учетом требований вида к среде обитания (в прежних местах обитания после восстановления там необходимых для вида условий, а также в специально подобранные или реконструированные биотопы), генетической структуры вида и последствий реакклиматизации для экосистем. Мероприятия по реакклиматизации наиболее актуальны в отношении видов, занесенных в Красную книгу, ареал и числен-

ность которых сильно сократились в прежние годы, но сегодня имеют тенденцию к восстановлению.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Назовите причины необходимости сохранения биоразнообразия. Ответ обоснуйте.
2. Перечислите задачи в сфере охраны биоразнообразия.
3. Какие современные стратегии сохранения видов вам известны?
4. Что представляет собой стратегия сохранения видов ex-situ? Что входит в задачи стратегии?
5. Что представляет собой стратегия сохранения видов in situ? Что входит в задачи стратегии?
6. Какие уровни (принципы) сохранения биоразнообразия вам известны?
7. Охарактеризуйте организменный уровень сохранения биоразнообразия.
8. Охарактеризуйте популяционный уровень сохранения биоразнообразия.
9. Охарактеризуйте видовой уровень сохранения биоразнообразия. В чем его преимущества и недостатки?

ЛЕКЦИЯ 5

ТЕМА: Сохранение биологического разнообразия на уровне сообществ

Цель лекции: сформировать представление о формах и методах сохранения биологического разнообразия на уровне сообществ.

ПЛАН

1. Стратегии сохранения видов in situ (в условиях живой природы).
2. Сохранение биоразнообразия на различных уровнях организации живой природы.
 - 2.1. Биоценотический уровень (принцип).
 - 2.2. Экосистемный уровень (принцип)

2.3. Территориальный уровень (принцип)

2.4. Биосферный уровень (принцип)

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Стратегии сохранения видов *in situ* (в условиях живой природы)

Сохранение *in situ* означает сохранение экосистем и естественных мест обитания, а также поддержание и восстановление жизнеспособных популяций видов в их естественной среде, а применительно к одомашненным или культивируемым видам — в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки. Как правило, подразумевается сохранение компонентов биологического разнообразия на особо охраняемых природных территориях (ООПТ): заповедниках, заказниках, национальных парках, памятниках природы и т.п. Особо обращается внимание на сохранение местообитаний видов и структуры взаимосвязей.

1. Стратегия невмешательства или минимального воздействия реализуется в национальных парках и иных особо охраняемых природных территориях, где вмешательство человека в окружающую среду минимально. Это обеспечивает поддержание размера популяций и ее структуры, необходимых для защиты генетической целостности видов. Главный недостаток такой стратегии заключается в отсутствии или неполноте информации о большинстве видов и в большой неопределенности знаний о том, насколько эффективной окажется политика невмешательства для поддержания генетического разнообразия систем, уже испытавших или испытывающих последствия антропогенной деятельности.

2. Умеренная стратегия управления полагается на сохранение традиционных форм природопользования для поддержания среды обитания и сохранения хозяйственной деятельности, которые сформировали современное видовое разнообразие и внесли свой вклад в генетическое разнообразие по крайней мере для некоторых видов, наиболее тесно связанных с человеком. Примером такого управления могут служить рыболовецкие артели, которые отстаивают именно такую модель устойчивого развития.

3. Промежуточная стратегия управления. Если биологические ресурсы длительное время и в значительной степени использовались, то для сохранения видов и поддержания генетического разнообразия может потребоваться вмешательство человека. Например, запрет на использование неводо- и волокуш на Галичском и Чухломском озерах в России привел к зарастанию их водной растительностью и уменьшению числа ценных видов рыб.

4. Стратегия интенсивного управления нацелена на одомашненные или полудикие виды. Поскольку разнообразие одомашненных или полудиких видов является главным образом результатом селекции и искусственного отбора, следует поддерживать структуру их популяции.

Хотя принципы управления для охраны генетических ресурсов в природных условиях хорошо известны, оно пока применяется на сравнительно небольших территориях. В горах Гаро в Индии созданы генные заповедники диких родственников цитрусовых, подобные же резерваты культурных растений имеются и в других частях Индии, а также в Китае и в Армении. В Индии, кроме того, существуют несколько заповедников орхидей, в Эфиопии имеются охраняемые территории, на которых произрастает дикий кофе; в Коронадском национальном лесном заповеднике в штате Аризона (США) организован специальный заповедник для сохранения дикого перца Чили. В Бразилии по инициативе Национального центра исследований генетических ресурсов создано 7 генетических заповедников различных хозяйственно ценных видов и планируется создание еще ряда заповедников.

Пока неясно, сколько видов следует включать в программы охраны в условиях живой природы. Всемирная продовольственная программа ООН изучила потребность в охране видов в условиях живой природы применительно у диких родственников культурных злаков. Каких-либо иных сравнительных исследований на других растениях, имеющих хозяйственное или научное значение, пока не проводилось. Никаких серьезных попыток поднять на должную высоту вопрос управления охраной определенных видов в условиях живой природы также пока не сделано.

Хотя программы охраны биоразнообразия *in-situ*, несомненно, предпочтительны по сравнению с другими, далеко не во всех случаях они достаточны для реального сохранения отдельных видов. Поэтому стратегии сохранения генофонда живых организмов *ex-situ* становятся все более популярными и распространенными.

2. Сохранение биоразнообразия на различных уровнях организации живой природы

2.1. Биоценотический уровень (принцип)

Объектом охраны является сообщество организмов. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

- Сохранение и восстановление природных сообществ.
- Сохранение видового и функционального разнообразия сообществ.
- Поддержание естественных процессов формирования сообществ.

Разнообразие видов определяет сложность сообщества и структуру ценологических связей. Исчезновение отдельных видов и сокращение видового разнообразия ведет к деградации и разрушению сообщества. Внедрение в сообщество чужеродных видов, как в результате их интродукции человеком, так и при самостоятельном расселении, также может нарушать структуру природных сообществ. Полноценное и долговременное сохранение природных сообществ возможно только при сохранении присущего им видового разнообразия с учетом естественной динамики сообществ.

В случае исчезновения природного биоценоза восстановить его полностью в прежнем виде практически невозможно. Кроме того, реставрация требует больших затрат ресурсов. В силу этого задача сохранения существующих биоценозов должна считаться приоритетной.

Способы сохранения. Контроль и регулирование антропогенной нагрузки на сообщества. Осуществляется различными мерами, включая контроль за эксплуатацией отдельных видов, регулирование интенсивности рекреации и др. Сокращение антропогенной нагрузки на сообщества до уровня, соответ-

ствующего их способности к самовосстановлению, может быть достаточным условием для их долговременного сохранения.

Контроль и регулирование состава и структуры сообществ. Для устойчивого существования сообществ необходимо сохранение присущего им видового состава, включая характерное соотношение численности разных видов, а также структуру ценотических связей с учетом их динамического характера.

Контроль и регулирование видового состава организмов, изымаемых из природных экосистем. Обеспечение сохранения типичного для природных экосистем видового состава и сохранения биоразнообразия при различных видах их эксплуатации.

Реинтродукция исчезнувших из биоценоза видов. Этот способ эффективен в том случае, если структура биоценоза с момента исчезновения из него вида не претерпела необратимых изменений и реинтродукция вида повышает устойчивость биоценоза в целом. Реинтродукция вида в сильно измененный биоценоз может сделать его неустойчивым.

Контроль и регулирование саморасселения и акклиматизации чужеродных видов. Необходимо предотвращение вселения инвазивных видов в природные сообщества, поскольку они могут разрушить их структуру. Следует отличать интродукцию и распространение инвазивных видов в результате деятельности человека от естественных процессов расселения видов, которым не надо мешать.

Предотвращение проникновения живых измененных (генно-инженерно модифицированных) организмов в природные экосистемы, контроль за их использованием в агросистемах и лесном хозяйстве.

Реставрация (реконструкция) сообществ и биоценозов. К этому способу приходится прибегать, когда нарушения биоценоза столь сильны, что его самовосстановление либо невозможно, либо займет очень длительное время.

2.2. Экосистемный уровень (принцип)

Объектом охраны является экосистема. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

- Сохранение и восстановление природных экосистем, поддержание их средообразующих функций.
- Поддержание естественных процессов развития природных экосистем.
- Сохранение и восстановление экологически сбалансированных природно-культурных комплексов.
- Сохранение и восстановление абиотических компонентов экосистем.

Полноценное и долговременное сохранение видов и сообществ организмов возможно только в составе природных экосистем, в типичной для них абиотической среде. Качество абиотических компонентов среды (воды, воздуха, грунта) рассматривается сегодня как важнейший показатель здоровья среды.

Нормальное существование и развитие экосистем предполагают закономерную смену стадий их развития. При разработке стратегии управления биоразнообразием на экосистемном уровне необходимо учитывать их динамический характер. Сохранение экосистем может быть обеспечено только при сохранении разнообразия сообществ, представляющих разные стадии их развития, и всего формирующего их видового разнообразия.

Способы сохранения. Контроль и регулирование использования территорий и акваторий в пределах экологической емкости экосистем. На этом уровне внимание должно уделяться прежде всего сохранению и восстановлению абиотической среды.

Создание особо охраняемых природных территорий с разным режимом. Режим особо охраняемых природных территорий может предусматривать специальные меры по сохранению среды, например запрет тех или иных типов физического или химического воздействия, охрана уникальных абиотических компонентов среды (водопады, ключи, скалы и др.).

Сохранение и восстановление абиотических компонентов экосистем как условие сохранения и восстановления биоценозов и экосистем (очистка от загрязнений, рекультивация, мелиорация и др.).

Реконструкция (реставрация) природных экосистем необходима, когда природная экосистема разрушена. В качестве необходимого этапа этот метод включает реставрацию абиотических компонентов.

Поддержание традиционной хозяйственной деятельности, необходимой для сохранения экологически сбалансированных природно-культурных комплексов.

Конструирование экосистем необходимо в том случае, если восстановление природных экосистем невозможно – в агросистемах, на урбанизированных и промышленных территориях, в искусственных водоемах. Наибольшей устойчивостью и лучшими средообразующими качествами характеризуются искусственные экосистемы, структура которых аналогична структуре природных экосистем. Необходимо уделять особое внимание развитию экологической инженерии как основы конструирования экосистем.

2.3. Территориальный уровень (принцип)

Объектом охраны является территориально-сопряженный комплекс экосистем. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

- Сохранение территориальных комплексов экосистем.
- Сохранение разнообразия природных экосистем и их взаимосвязи в пределах территориального комплекса.
- Сохранение разнообразия экологически сбалансированных природно-культурных комплексов.

Способы сохранения. Территориальное планирование с учетом задачи сохранения биоразнообразия. Планирование социально-экономического развития административных территории (например, определение места строительства того или иного объекта, включая дороги и другие линейные сооружения, территориальное размещение землепользователей и др.) должно осуществляться с учетом необходимости сохранения биоразнообразия (разнооб-

разия видов, разнообразия экосистем и сохранения целостности территориально-сопряженных комплексов экосистем) на этой территории.

Планирование мер по сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия в пределах экорегионов, включая бассейны. Планирование любых воздействий на биологические системы должно осуществляться с учетом их масштабов и целостности, то есть по бассейновому или экорегиональному принципу, которые должны дополнять административно-территориальный подход к планированию.

Создание и развитие сети особо охраняемых природных и историко-культурных территорий с разными режимами. В пределах крупных особо охраняемых территорий сохраняются целые комплексы экосистем. Более мелкие территории обеспечивают сохранение отдельных экосистем или их элементов (например, заказники, памятники природы). Взаимосвязь сохраняемых природных экосистем и экологически сбалансированных природно-культурных комплексов и их элементов должна обеспечиваться посредством экологических коридоров (в том числе за счет особого режима землепользования на полосах отчуждения вокруг инженерных сооружений и других неудобий). Сеть особо охраняемых территорий должна сохранять разнообразие экосистем и обеспечивать целостность их территориально-сопряженных комплексов.

2.4. Биосферный уровень (принцип)

Объектом охраны является биосфера в целом. Основные задачи, реализуемые на данном уровне охраны:

- Сохранение глобальной экосистемы (биосферы).
- Сохранение глобального видового разнообразия.
- Сохранение глобального разнообразия экосистем.

Антропогенное сокращение глобального разнообразия видов и экосистем разрушает пространственную целостность биосферы и подрывает возможности биосистем Земли выполнять свои биосферные функции.

Способы сохранения. Разработка и реализация глобальной, национальных и региональных стратегий по сохранению биоразнообразия. Конвенция о биологическом разнообразии положила начало созданию глобальной системы сохранения биоразнообразия. В рамках Конвенции ведется работа по международной координации в сфере развития принципов и подходов к сохранению биоразнообразия.

Заключение международных договоров по сохранению биоразнообразия и контроль за их выполнением. Международные договоры направлены на сохранение наиболее значимых для функционирования биосферы компонентов биоразнообразия, либо преследуют цель усиления контроля за теми видами деятельности человека, которые наносят наиболее сильный ущерб живой природе.

Разработка и выполнение международных программ по исследованию и сохранению отдельных типов природных экосистем и видов организмов. Такие международные программы в первую очередь должны быть ориентированы на наиболее важные для сохранения глобального биоразнообразия объекты. Они могут иметь как глобальный, так и региональный уровень.

Участие в ведении Красного списка МСОП – Всемирного союза охраны природы и других международных списков редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений, призванных определять наиболее уязвимые в масштабе Земли и ее крупных регионов виды живых организмов.

Развитие глобальной сети особо охраняемых природных территорий, включая биосферные резерваты, а также других систем особо охраняемых природных и историко-культурных территорий международного значения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Что представляет собой стратегия сохранения видов *in situ* на экосистемном уровне?
2. Что является объектом охраны биоценотического уровня сохранения биоразнообразия? Охарактеризуйте данный принцип.

3. Охарактеризуйте экосистемный уровень сохранения биоразнообразия. Назовите способы сохранения биоразнообразия на данном уровне.

4. Что является объектом охраны территориального уровня сохранения биоразнообразия? Охарактеризуйте данный уровень. В чем его преимущества?

5. Охарактеризуйте биосферный уровень сохранения биоразнообразия. Какие задачи ставятся на данном уровне?

6. Какой уровень, на ваш взгляд, является наиболее значимым в сохранении биоразнообразия?

ЛЕКЦИЯ 6

ТЕМА: Сохранение и восстановление биоты

Цель лекции: сформировать представление о Понятии таксономического и типологического биологического разнообразия, и способах его сохранения и восстановления.

ПЛАН:

1. Понятие таксономического и типологического биологического разнообразия.

2. Охрана растительности.

2.1 Роль растений в круговороте веществ в природе и жизни человека.

2.2. Лес – важнейший растительный ресурс планеты.

2.3. Влияние человека на растительные сообщества и отдельные виды растений.

2.4. Охрана растительных комплексов.

2.4.1. Рациональное использование, воспроизводство и охрана леса.

2.4.2. Охрана растительности лугов и пастбищ.

3. Охрана животного мира.

3.1. Роль животных в круговороте веществ в природе и жизни человека.

3.2. Воздействие человека на животных.

3.3. Охрана животных.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Понятие таксономического и типологического биологического разнообразия

Как уже было отмечено, понятие биологического разнообразия включает в себя все виды растений, животных и микроорганизмов, а также экосистемы, составной частью которых они являются. Этот термин охватывает разную степень природного разнообразия, включая как число видов, так и частоту их встречаемости.

Вся история человечества связана с использованием растений, животных и микроорганизмов для обеспечения нормальных условий своего существования, однако использует оно в своих целях лишь несколько тысяч видов. Так, наши культурные растения, которые насчитывают всего 150 видов, находят широкое применение как источник пищи, и лишь 5000 видов из общего числа (265000) когда-либо возделывались человеком. Мы еще недостаточно знаем о полезных свойствах растений и животных, которые могли бы найти применение в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях нашей экономики. Вероятно, лишь на начальных этапах находится использование микроорганизмов.

В соответствии с общепринятыми разделами анализа флоры (фауны, биоты), разнообразие организмов следует разделить на *таксономическое*, или филетическое (группировка по родству), и нефилетическое, или *типологическое* (группировка по тем или иным категориям признаков, не сводимых к родству, например, структурным, функциональным, структурно-функциональным, географическим, экологическим, синэкологическим и т. д. Круг признаков, вовлекаемых в анализ типологического разнообразия, может быть неограниченно широк и зависит от задач исследования. Примером сложных, многокомпонентных признаков могут служить жизненные формы, стратегии жизни, цено типы, типы метаболизма, сукцессионный статус видов (т. е. место их в сукцессионных рядах и системах, и т. д.).

Таксономическое разнообразие далее подразделяется на 3 иерархических уровня с серией подуровней: центральный, базовый уровень – уровень вида (видовое многообразие; здесь имеется серьезная проблема выбора концепции вида: поли- или монотипический, учета гибридных и гибридогенных форм, и т. д.). Ниже – популяционно-генетический уровень с подуровнями популяций разного ранга (в сущности, подвиды – самые крупные из них), далее – генотипов (и фенотипов), еще ниже – генов и их аллелей; по набору генов могут сопоставляться не только внутривидовые единицы, но и виды, и более крупные филумы. Уровень надвидовых таксонов включает иерархию подуровней от рода или подсекции до царств и их групп; он, в общем, отражает многообразие филумов, хотя концепция парафилии и сингенеза вносит осложнения в подобную интерпретацию.

Типологическое разнообразие подразделяется, прежде всего, по категориям признаков (или комплексов признаков), служащих основанием классификации; при этом структурные и функциональные признаки могут быть подразделены и по структурным уровням организации живого (молекулярный, субклеточный, клеточный и т. д.). По каждой категории признаков возможна иерархическая классификация.

Вполне очевидно, что оценки таксономического и типологического разнообразий взаимодополняют. Описание таксономического разнообразия (филума или биоты некоей территории), обычно представляемое длинными перечнями научных названий таксонов, осталось бы сухой, абстрактной схемой, если бы не было дополнено характеристикой каждого таксона (прежде всего, каждого вида) по комплексу типологических признаков. Сопряженность таксономического и типологического разнообразия ложится в основу организации баз и банков типологической информации об организмах: любая типологическая информация адресуется конкретному виду, виды же группируются по их таксономической принадлежности, тем самым и крупные филумы получают разностороннюю характеристику по комплексу признаков. Через виды как фундаментальные единицы биологическое разнообразие по-

лучает отображение информации о типологическом и филетическом разнообразии.

2. Охрана растительности

2.1 Роль растений в круговороте веществ

в природе и жизни человека

Растительность – важнейший компонент биосферы, без которого последняя существовать не может. Растения являются первоисточниками жизни на Земле.

Роль растений в круговороте веществ в природе огромна в первую очередь благодаря их свойству осуществлять фотосинтез. Они являются первоисточником существования, процветания и развития жизни на Земле. Фотосинтез протекает повсеместно на земном шаре, в связи с чем суммарный эффект его колоссален.

Помимо углерода, водорода и кислорода, участвующих непосредственно в процессе фотосинтеза, в состав молекул многих органических веществ входят также атомы азота, серы, фосфора, а нередко и других элементов (магния, железа, меди, кобальта и т. д.). В круговорот углерода, воды и энергии вовлекаются и эти элементы. Все они добываются растениями из почвы или водной среды в виде ионов солей, главным образом в окисленном виде.

Кроме того, растительность оказывает большое влияние на климат, животный мир и другие компоненты биосферы, с которыми она тесно взаимодействует.

Велико значение растительности в жизни человека. Прежде всего, растительность представляет необходимую среду жизни людей и разводимых ими организмов. Она служит неиссякаемым (при разумном использовании и охране) источником разнообразных пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов и т. д. Многие виды растений служат пищей домашним и полезным диким животным, используются человеком в разнообразных технологических процессах (пивоварение, хлебопечение, очистка сточных вод и т. д.).

Растения участвуют в образовании полезных ископаемых и почв, защищают от разрушения потоками воды и ветром поверхность Земли, от засыпания песками плодородные земли. Растительность служит человеку источником эстетического наслаждения, оказывает на него психогигиеническое воздействие. Многие растения стали объектами тщательных исследований биоников с целью использования имеющихся принципов и механизмов в технике и т. д.

Отрицательное значение растительности незначительно по сравнению с приносимой ею пользой. Некоторые виды диких растений растут в качестве сорняков на обрабатываемых землях и пастбищах. В отдельных местах приходится бороться с зарастанием водоемов, каналов, происходящих обычно по вине человека. Иногда массовое развитие водной растительности вызывает появление летних заморов рыбы в озерах. Известны и некоторые другие случаи вредного воздействия растений на человека (грибковые заболевания, отравления) и хозяйство (обрастание днищ судов, зарастание дорог и т. д.).

2.2. Лес – важнейший растительный ресурс планеты

Леса, в том числе посаженные людьми, покрывают около трети поверхности суши. Площадь их немногим более 40 млн. км². Это широкий пояс хвойной тайги в Северном полушарии, смешанные и лиственные леса умеренного пояса, вечнозеленые субтропические и влажные тропические леса. Большая часть лесов приходится на тропики; тайга и лесотундра составляют 32%, смешанные и лиственные леса умеренного пояса – 17%. На планете 30% хвойных и 70% лиственных лесов.

Россия занимает одно из первых мест в мире по запасам лесных ресурсов. Площадь, покрытая лесом, составляет 770 млн. га с общим запасом древесины 80 млрд. м³.

Лесной покров оказывает влияние на все компоненты биосферы, играет огромную *средообразующую* роль. Леса влияют на газовый баланс и состав атмосферы, водный и тепловой режим земной поверхности, подземный и по-

верхностный сток, формируют и сохраняют почвенный покров, регулируют численность и разнообразие животного мира. Лесной покров взаимосвязан с климатом: он уменьшает силу ветра, смягчает высокие и низкие температуры, аккумулирует влагу. Участвуя в круговороте веществ и потоках энергии, лес стабилизирует динамическое равновесие в биосфере. Это весьма продуктивная растительная формация. Доля лесов в глобальной продуктивности фотосинтеза оценивается в 70 млрд. т сухого органического вещества в год, что составляет 65% годовой биологической продукции суши и 42% биосферы.

Лес широко используется в разных отраслях народного хозяйства. Ни одна отрасль не может развиваться без применения леса.

Лес служит источником различных химических веществ, получаемых при переработке древесины, коры, хвои. И хотя из этого универсального сырья можно изготовить свыше 15-20 тыс. изделий и продуктов, почти половина всей потребляемой в мире древесины пока расходуется на топливо, а треть идет на производство строительных материалов.

Лес поставляет техническое и лекарственное сырье, пищевые продукты, живицу и т. д. Мировая заготовка леса составляет 121 млрд. м³ год. Дефицит древесины уже остро ощущается во многих промышленно развитых странах.

В последние десятилетия все большее внимание уделяется санитарно-гигиенической, бальнеологической и рекреационной роли лесов. В некоторых регионах мира «несырьевое» значение леса отодвинуло на второй план значение лесных территорий как лесозаготовительной базы. У нас в стране леса широко используют для отдыха людей - созданы специальные зеленые зоны городов, природные и национальные парки, сделаны лесные посадки в курортных зонах.

2.3. Влияние человека на растительные сообщества и отдельные виды растений

Человек своей деятельностью оказывает огромное влияние на растительность, в большей степени отрицательное.

К отрицательным воздействиям относится прямое уничтожение растений в ходе их использования (рубка лесов, выкашивание, сбор с различными целями, стравливание домашними животными) при создании водохранилищ, в ходе открытых разработок ископаемых, при пожарах, в процессе распашки новых угодий. К такого рода воздействиям следует причислить ухудшение условий жизни растений при орошении, осушении, засолении почв, изменении гидрологии водоемов, а также загрязнения среды вредными химическими веществами и элементами, заносе вредных организмов (возбудителей болезней, конкуренты) и др.

В результате отрицательного воздействия человека наблюдается процесс сокращения растительного покрова Земли (особенно лесного) и обеднение видового состава растительности.

Вырубка лесов началась на заре развития человечества и продолжается до настоящего времени. Деревья рубят и сжигают для получения тепла. Лес вырубают, чтобы увеличить площадь пастбищ и пашен. С развитием хозяйства и ремесел лес стал использоваться не только как топливо, но и как строительный и поделочный материал. Со временем потребность людей в древесине и других продуктах леса быстро возрастала, усиливалась и эксплуатация лесов. Особо сильное давление испытали леса в эпоху капитализма, который характеризуется высоко развитой техникой и частной собственностью на землю. Наиболее пострадали мировые лесные ресурсы в связи с промышленной революцией.

Ориентировочно человек потребляет в год не более 1 % биологической продукции биосферы. Однако объемы заготовок древесины местами доведены до предельных возможностей лесопользования. Леса уничтожают так быстро, что площади вырубок значительно превышают площади посадок. К настоящему времени в зоне смешанных и широколиственных лесов сведено до 50% от их первоначальной площади, в зоне средиземноморских субтропиков 80%, муссонных лесов - 90%, а на Великой Китайской и Индо-Гангской равнинах от бывших лесов осталось менее 5%. Быстро сокращаются площади

первичных лесов в Западной Африке, Юго-Восточной Азии, Центральной Америке; несколько меньшими темпами – в Центральной Африке и бассейне Амазонки. В зарубежной Азии ежегодно вырубается 15 млн. га, в Южной Америке – 10 млн. га. Деградируют влажные тропические (около 6 га/мин) и муссонные леса, сокращается их площадь. В Таиланде в 1963 г. они занимали половину всей площади лесов, а в 1978 г. – только четверть. Есть опасения, что при таких темпах они в следующем столетии полностью исчезнут. Вырубленные участки сельвы не восстанавливаются, их место занимают малопродуктивные кустарниковые формации, а при сильной эрозии происходит опустынивание.

Говоря о судьбе тропических лесов, нужно отметить, что, по мнению экспертов, в районах с высокими темпами вырубки практически все первичные леса будут неузнаваемо изменены в ближайшие десятилетия. Преобразование всех тропических лесов при современном их использовании завершится в начале XXI в. По предварительным подсчетам, в первой трети XXI в. общая площадь лесов сократится на 50% от их нынешнего состояния. Резкое сокращение лесов на планете вызвало тяжелые последствия: обмеление рек и озер, разрушительные наводнения, эрозию почв, селевые потоки, изменение климата.

Сокращение водоносности рек и высыхание озер в связи с рубками лесов хорошо известны с давних пор. Обезлесение Сицилии в Италии и других средиземноморских стран резко сократило водоносность рек еще в античные времена. Сейчас обмеление рек и озер – широко распространенное явление во многих странах мира. Оно отрицательно сказывается на рыбных запасах и сельском хозяйстве.

С истреблением лесов растет количество наводнений, увеличивается их мощность. Особенно часты они в Китае, на Индостане, в Северной и Южной Америке, Западной Европе. О разрушительной силе наводнений дают представление следующие примеры. В 1927 г. во время наводнений в долине Миссисипи убытки составили более чем 300 млн. долларов, утонуло 250 че-

людей, погибло около 1,5 млн. голов скота. В 1931 г. в Китае разлившиеся реки затопили 16 провинций, погибло много людей, уничтоженных сельскохозяйственных продуктов могло хватить на прокормление 18 млн. человек до нового урожая.

Вырубка лесов в горах приводит к возникновению катастрофических селевых потоков. Особенно тяжелым последствием вырубки лесов является эрозия почв, которая распространена на земном шаре повсеместно. Это бич сельского хозяйства. Наконец, уничтожение лесов на обширных территориях ухудшает климат, делает его более сухим и континентальным, способствует аридизации территорий, быстрому опустыниванию, распространению суховеев.

2.4. Охрана растительных комплексов

2.4.1. Рациональное использование, воспроизводство и охрана леса

Основная задача охраны лесов – это рациональное их использование и воспроизводство. К первоочередным мерам следует отнести применение научно обоснованного расчета и распределения лесосечного фонда, экономное расходование древесины, воспроизводство и повышение продуктивности лесов, защиту от пожаров, вредителей и других неблагоприятных факторов.

Распределение лесосечного фонда и нормирование рубок. При правильном ведении лесного хозяйства рубки на отдельных участках должны повторно проводиться через 80-100 лет, когда лес достигнет полной спелости. Расчеты показывают, что ежегодно можно вырубать 1500 млн. м³ древесины. Заготавливается менее 1/4 расчетной лесосеки. Однако благополучно обстоит дело только в лесах третьей группы. Что касается лесов центральных, южных и западных районов России (леса второй группы), то они сильно оскудели в результате избыточной рубки, происходившей особенно интенсивно в дореволюционное время. Рубка лесов, превышающая расчетную лесосеку, полностью не изжита в густонаселенных центральных, западных и южных областях европейской части России. Значительное превышение площадей выру-

бок над возобновлением лесов привело к тому, что во многих районах леса потеряли свое климато- и водорегулирующее значение.

Борьба с потерями древесины. Немаловажное значение в сохранении лесов имеет их бережное использование. Потери древесины происходят при заготовке, транспортировке и использовании. Самые большие потери происходят при заготовке древесины. На местах рубок остается много ветвей и хвои, которые можно использовать для приготовления хвойной муки - основы витаминных и протеиновых концентратов для сельскохозяйственных животных. Кроме хвойной муки из отходов получают эфирные масла.

Воспроизводство и повышение продуктивности лесов. Одним из важнейших условий сохранения лесных ресурсов является своевременное лесовозобновление. Мероприятия по посадке и выращиванию лесов, научно обоснованные расчеты рационального размещения лесосечного фонда составляют основы охраны лесных ресурсов. Из ежегодно вырубаемых в России лесов только треть восстанавливается естественным путем, остальные требуют активных мер по их возобновлению. При этом на одной половине площади достаточно использовать меры, содействующие естественному возобновлению, на другой половине – необходимы посев и посадка леса.

Большую роль в воспроизводстве леса играют лесосушительная мелиорация, введение почвоулучшающих древесных, кустарниковых и травянистых растений, использование удобрений, рациональная обработка почв, улучшение микроклимата с помощью системы рубок главного и промежуточного пользования.

Важное значение имеют работы по облесению вырубок, на которых естественного возобновления леса не происходит. Здесь осуществляется рыхление почвы, подсев семян или посадка молодых деревьев, выращенных в питомниках, прополка, охрана молодых деревьев. Восстанавливают леса на горях, полянах и в других необлесенных местах.

Продуктивность леса зависит от ухода за ним. Рубки ухода – это, по существу, метод массовой селекции (отбора) деревьев по составу пород, форме

крон и стволов, качеству древесины и скорости роста. В настоящее время усилия специалистов сосредоточены на сокращении сроков выращивания ценных лесных пород. Для этого используются достижения селекции, опыт интродукции и акклиматизации деревьев. Большие масштабы принимает у нас работа по реконструкции лесов, внедрению высокопродуктивных древесных пород по замене малоценных мелколиственных, хвойными.

Борьба с лесными пожарами. Лесные пожары наносят огромный ущерб лесным ресурсам. Пожар полностью или частично уничтожает лесной биоценоз. Поврежденный пожаром лес теряет водоохранные, почвозащитные и другие полезные функции. Возникают благоприятные условия для массового размножения насекомых-вредителей и развития грибковых заболеваний. На лесных гарях, как и после рубки, развивается иной тип растительности, что приводит к смене животного населения. Большой ущерб наносится охотничье-промысловой фауне и побочной продукции леса (грибы, ягоды и т. д.).

Главная причина лесных пожаров – небрежное обращение человека с огнем (незатушенные костры, горящие спички, тлеющие пыжи и окурки). Из других причин отметим сельскохозяйственные палы, пламя из выхлопных труб тракторов и автомашин и огневую очистку лесосек. По данным мировой статистики, 97% лесных пожаров происходит по вине людей.

Борьбе с пожарами в нашей стране придается важное государственное значение. Разработана система мер, которые подразделяются на три группы; предупредительную, дозорно-сторожевую службу и борьбу с огнем.

К *предупредительным мерам* относятся противопожарная пропаганда среди населения, чистка лесосек и борьба с захламенностью леса, противопожарное устройство лесов. Последнее состоит из создания противопожарных просек, минерализованных (путем пропашки) полос и рвов, дорог пожарного назначения.

Дозорно-сторожевая служба необходима для своевременного обнаружения очагов пожара: регулярные обходы леса, наблюдения с противопо-

жарных вышек, с самолетов и вертолетов – что особенно важно в малонаселенных районах.

Непосредственная борьба с огнем проводится различными методами. Применение современной техники значительно повысило ее эффективность. Для ликвидации пожаров используют пожарные самолеты, парашютистов-пожарников и бригады, организованные из местного населения. В ряде лесных районов созданы пожарные станции со специальными машинами и техническим оснащением.

Защита лесов от вредителей и болезней. К основным вредителям лесов относятся разнообразные насекомые, грибки, грызуны. Вспышки численности *насекомых-вредителей* могут охватить огромные территории.

Экономический ущерб, наносимый лесу вредителями и возбудителями болезней, нередко превышает урон, который несет лес от лесных пожаров. В периоды с благоприятными погодными условиями количество насекомых-вредителей быстро растет, усиливается их вредоносная деятельность. Они повреждают растения, поражая кору и древесину деревьев, способствуют заражению их грибковыми заболеваниями. Вредоносная деятельность *грызунов* повышается в годы их массового размножения. Особо ощутимый урон они наносят молодым посадкам, сеянцам и семенам в питомниках. Чтобы не допустить распространения вредителей и болезней, следует своевременно выявлять очаги их размножения и принимать необходимые меры борьбы с ними.

Борьба с вредителями и болезнями может иметь успех только тогда, когда она ведется систематически и всеми доступными методами и средствами. К важнейшим методам борьбы относятся: физико-механический, химический и биологический, а также лесохозяйственные мероприятия.

Лесохозяйственные мероприятия состоят в подборе здорового посадочного и посевного материала, в выращивании устойчивых к вредителям и болезням насаждений, поддержании насаждений в хорошем состоянии путем

своевременного удаления зараженных и больных деревьев, бурелома, растительной ветоши, соблюдения правил хранения древесины и т.д.

Физико-механические методы борьбы сводятся к прямому сбору и уничтожению насекомых-вредителей на разных стадиях развития. Разработаны методы борьбы с сумеречными и ночными насекомыми с использованием световых ловушек и ультразвука. Применяют простейшие механические приспособления - приманки, ловче-заградительные канавки, сбор вручную. Эти методы имеют ограниченное распространение на небольших площадях в отношении особо опасных вредителей.

Химический метод борьбы состоит в уничтожении вредителей ядохимикатами (пестицидами). Он прост, эффективен, относительно дешев, с применением авиации может использоваться на обширных территориях. *Ядовитые вещества* разбрасывают на зараженную площадь с самолетов, машин или с помощью ручного аппарата в виде порошка, мелких капель или аэрозолей. Попадая на вредителей, кормовые растения, почву, насыщая воздушную среду, эти вещества поражают вредителей.

Лес, который постоянно обрабатывается химическими веществами, теряет свою естественную сопротивляемость к заболеваниям и паразитам. Такой лес чаще страдает от вредителей. Химические меры защиты следует использовать только в крайних случаях. В сложных лесных биогеоценозах они обычно дают отрицательные последствия. Об этом нужно помнить, когда речь идет об охране природной среды в целом.

Биологический метод основан на уничтожении вредителей их естественными врагами. Для этого метода используют *хищных и паразитических насекомых* (насекомых-энтомофагов), хищных клещей и нематод, болезнетворные микроорганизмы (вирусы, грибы, бактерии), птиц, земноводных, пресмыкающихся и зверей.

С точки зрения охраны природы биологические методы перспективны и заслуживают наибольшего внимания.

2.4.2. Охрана растительности лугов и пастбищ

Луга и пастбища имеют большое значение в обеспечении кормами сельскохозяйственных животных. Травы естественных лугов наиболее полноценный корм, богатый витаминами, микроэлементами и минеральными солями.

В качестве мер по улучшению лугов и пастбищ рекомендуются: 1) расчистка и выравнивание поверхности (очистка от кустарников, камней, мусора, валежника, уничтожение кочек); 2) регулирование водного режима почв; 3) сохранение (а при необходимости и создание) прибрежных полос кустарников в поймах крупных рек; 4) борьба с ядовитыми растениями; 5) внесение органических и минеральных удобрений; 6) иногда посев трав.

В повышении урожайности лугов наилучшие результаты дает попеременное сенокосно-пастбищное использование. Однако ранневесенний выпас скота с последующим сенокошением вдвое снижает урожайность лугов.

Важное значение для оленеводства имеют лишайниковые пастбища. Лишайники – необходимый растительный компонент для поддержания естественных биоценозов тундры. Обеднение тундры в результате перевыпаса животных изменяет характер растительности, ухудшает качество пастбищ. Вредят травостой тундры грызуны в годы массового размножения.

Помимо охраны лесов необходимо регулировать использование другой естественной растительности как кормовой базы для домашних и диких животных. В целях поддержания и увеличения продуктивности естественной растительности и ее улучшения должен регулироваться выпас скота с учетом сроков развития травостоя и состояния пастбищ. Таким образом, охрана пастбищ – это устранение перевыпаса и проведение агрокультурных мероприятий по улучшению травостоя и увеличению урожайности растений.

Охрана и рациональное использование хозяйственно ценных видов состоит в правильном, нормированном сборе, устраняющем возможность истощения. В настоящее время заготовку сырья проводят многие организации, что требует установления контроля за количеством собираемых растений.

Успех охраны растительности во многом зависит от участия в этом деле широких кругов населения. В связи с этим важное значение приобретает

природоохранительное просвещение, в частности пропаганда научных знаний о флоре и ее значении для человека. Велика роль природоохранительного образования и воспитания молодежи.

3. Охрана животного мира

3.1. Роль животных в круговороте веществ в природе и жизни человека

Животный мир представляет собой важную часть биосферы. Роль животных в круговороте веществ и потоках энергии определяется высоким уровнем энергетических процессов, протекающих в их организмах, исключительным многообразием (около 2 млн. видов) и большой подвижностью. Являясь гетеротрофными организмами, в биоценозах они занимают верхние трофические уровни. Растительноядные животные питаются определенными видами и частями растений, плотоядные живут за счет фитофагов. Сапрофаги используют продукты жизнедеятельности растений и животных, поедают их гниющие остатки. Есть животные-паразиты у растительноядных, плотоядных видов и сапрофагов. Таким образом, животные связаны с растениями, друг с другом сложными цепями питания. Чем больше разнообразие организмов, протяженнее и сложнее цепи питания в биоценозе, тем он устойчивее.

Велика роль животных в формировании ландшафта. За счет морских, в основном одноклеточных животных (отр. *Foraminifera*, *Radiolaria*), образуются осадочные породы. Планктонные организмы, имеющие наружные раковины, после смерти оседают на дно. Скопления их скелетов (глобигериновый ил) на дне морей и океанов в тропической и умеренной зонах покрывают площадь 105 млн. км². При тектонических процессах участки бывшего морского дна поднимаются на поверхность и становятся сушей. Морские отложения прежних геологических эпох образуют мощные залежи мела, известняка, мрамора. Так, в среднем течении Волги известняки состоят в основном из раковинок фузулин, известняки Крыма – из нуммулитов, меловые отложения у Белгорода образованы раковинками различных простейших. Коралло-

вые полипы в теплых морях и океанах формируют многочисленные коралловые острова, их общая площадь около 8 млн. км².

Большую роль играют животные в образовании почв. Живущие в почве простейшие, круглые и кольчатые черви, коллемболы, клещи, насекомые и их личинки, млекопитающие разрыхляют почву, способствуют проникновению в нее воздуха и влаги, обогащают органическими веществами, обеспечивают плодородие.

При участии животных формируется химический состав поверхностных, подземных и грунтовых вод.

Особо велико значение животных в жизни растений. Многие насекомые, птицы (колибри, нектарницы, цветочницы), некоторые виды летучих мышей опыляют растения. Птицы и млекопитающие распространяют плоды и семена. Некоторые виды растений не могут опыляться и расселяться без помощи животных. Многие растительноядные животные, поедая растения, улучшают или ухудшают (при перевыпасе) состояние растительного покрова. Среди животных немало вредителей, повреждающих растения, вызывающих их заболевания и гибель. Таким образом, участвуя в круговороте веществ, влияя на состояние и развитие компонентов природы, животные играют большую роль в поддержании динамического равновесия в биосфере.

Многие виды животных служат для человека источником белкового питания и жира, поставщиками сырья для промышленного и кустарного производства. Это сельскохозяйственные животные, промысловые звери, птицы, рыбы, некоторые беспозвоночные. Диких животных человек использует для одомашнивания. Началось оно на ранних этапах развития человеческого общества и продолжается до настоящего времени. Сейчас для одомашнивания успешно используют новые виды – соболя, норку, песца, нутрию, ондатру, лисицу, лося, страуса, глухаря и др.

Животные ценны как объекты научных исследований. Общеизвестно их эстетическое значение.

Есть виды, которые истребляют сельскохозяйственных вредителей, принося человеку большую пользу. Их успешно используют в биологических методах борьбы с вредителями сельскохозяйственных и лесных растений. Но не менее значителен и вред, приносимый животными. Так, среди них много возбудителей и переносчиков заболеваний человека и домашних животных, а также вредителей сельскохозяйственных растений.

При регулировании численности животных необходимо понимать, что каждый вид (кроме паразитов человека и домашних животных) обладает только ему присущими особенностями, имеет или может иметь в будущем положительное значение. Потеря любого биологического вида крайне нежелательна для биосферы, так как он участвует в круговоротах веществ, поддерживает динамическое равновесие в природных экосистемах, обеспечивая их устойчивое развитие.

3.2. Воздействие человека на животных

Вымирание одних и появление других видов животных неизбежно и закономерно. Это происходит в ходе эволюции, при изменении климатических условий, ландшафтов, в результате конкурентных взаимоотношений. В естественных условиях этот процесс протекает медленно. По расчетам Д.Фишера (1976), до появления человека на Земле средняя продолжительность жизни вида птиц составляла около 2 млн. лет, млекопитающих – около 600 тыс. лет. Человек ускорил гибель многих видов.

Хозяйственная деятельность человека сильно сказывается на животных, вызывая увеличение численности одних, сокращение популяций других, вымирание третьих. Воздействие человека на животных может быть прямым или косвенным.

Прямое воздействие (преследование, истребление и переселение) испытывают преимущественно промысловые животные, которых добывают ради меха, мяса, жира и т.п. В результате численность их снижается, а отдельные виды исчезают.

К прямому воздействию относится *интродукция и акклиматизация* животных в новые области. Наряду с целенаправленным переселением довольно обычны случаи не преднамеренного, стихийного завоза некоторых, нередко вредных животных в новые, порой далекие места. В результате этого многие страны и материки при активном или пассивном участии человека обогатились новыми видами, часть, из которых настолько успешно акклиматизировалась, что стала играть важную роль (положительную или отрицательную) в жизни местной природы и человека и даже вытеснять аборигенные виды.

Косвенное влияние человека на животных связано с изменением среды обитания при вырубке лесов, распашке степей, осушении болот, сооружении плотин, строительстве городов, селений, дорог, при изменении растительности в результате загрязнений атмосферы, воды, почвы и т.д. Это коренным образом меняет естественные природные ландшафты и условия жизни животных.

Для части видов условия в измененной среде становятся благоприятными, и они расширяют свой ареал. Домовый и полевой воробей, например, вместе с продвижением земледелия на север и восток лесной зоны Палеарктики проникли в тундру и достигли побережья Тихого океана. Вслед за вырубкой лесов, с появлением полей и лугов к северу в таежную зону продвинулись ареалы жаворонка, чибиса, скворца, грача.

Под влиянием хозяйственной деятельности возникли новые антропогенные ландшафты со специфической для них фауной. Наиболее изменены урбанизированные территории, занятые городами и промышленными агломерациями. Некоторые виды животных нашли в антропогенных ландшафтах благоприятные условия, например, в таежной зоне стали встречаться домовый и полевой воробей, деревенская и городская ласточки, галка, грач, домовая мышь, серая крыса, некоторые виды насекомых. Фауна антропогенных ландшафтов имеет малое число видов и высокую плотность населения животных.

Большинство видов животных не могут приспособиться к измененным человеком условиям, они или переселяются в новые места, или погибают. При ухудшении условий обитания под влиянием хозяйственной деятельности людей многие виды естественных природных ландшафтов сокращают численность.

Обмеление рек, осушение болот и пойменных озер, сокращение площади морских лиманов, пригодных для гнездования, линьки и зимовки водоплавающих птиц, вызвали резкое снижение их естественных запасов. Отрицательное воздействие человека на животных принимает все возрастающие масштабы. К настоящему времени в мире исчезло примерно 150 видов и подвигов птиц. По данным МСОП, ежегодно погибает один вид (или одвид) позвоночных животных. Опасность исчезновения грозит более чем 600 видам птиц и около 120 видам млекопитающих, многим видам рыб, земноводных, пресмыкающихся, моллюсков, насекомых.

3.3. Охрана животных

Охрана водных беспозвоночных. Морские и пресноводные животные - губки ведут прикрепленный образ жизни, образуют колонии на участках с твердым каменистым грунтом. Для сохранения роли губок как биофильтраторов необходимо уменьшить их промысел, использовать такие орудия лова, которые не наносят ущерба водным экосистемам, снизить поступление в водоемы различных загрязнителей.

Коралловые полипы – морские колониальные организмы. Особый интерес представляет отряд мадрепоровых кораллов – самая обширная группа типа кишечнополостных.

Мадрепоровые кораллы образуют прибрежные, барьерные рифы и подковообразные острова – атоллы. Их населяет множество животных - полихеты, моллюски, усоногие раки, иглокожие, рыбы. Коралловые рифы представляют собой своеобразные оазисы среди сравнительно малопродуктивных биоценозов океана.

Для населения тропических стран коралловые рифы имеют чрезвычайно важное значение. Обширное пространство, занятое ими, является огромной природной фабрикой извести. Карбонат кальция (CaCO_3), извлекаемый крошечными полипами из морской воды, концентрируется в их теле, откладываясь снаружи, образуя прочные коралловые рифы. Их населяет множество разных животных, создавая уникальные биоценозы коралловых рифов. Мадрепоровые кораллы широко используются людьми для постройки домов, моллов, набережных, мощения улиц, как сырье для получения высококачественной извести, для полировки деревянных и металлических изделий, для изготовления украшений, сувениров. Естественно, что хозяйственное использование коралловых рифов может быть локальным и строго контролируемым. Губительны для коралловых островов испытания атомного и термоядерного оружия. Необходима строгая охрана уникальных биоценозов коралловых островов.

Моллюски – тип морских и пресноводных, реже наземных беспозвоночных животных, для которых характерна покрывающая тело твердая известковая раковина. Моллюски служат пищей для рыб, птиц и млекопитающих. Они имеют пищевое значение и для человека. Добывают устриц, мидий, морских гребешков, кальмаров, каракатиц, осьминогов. Существует промысел жемчужниц и перламутровых раковин.

Большое внимание уделяется разведению моллюсков для восстановления их численности в естественных сообществах и для получения биологической продукции. Успешно разводят мидий, устриц, морских гребешков в Японии, Испании, Франции, Голландии и в некоторых других странах.

Ракообразные – животные, различные по образу жизни, форме тела и размерам (от долей миллиметра до 80 см).

Ракообразные играют важную роль в водных экосистемах они служат посредниками между водорослями и рыбами, делая органические вещества, создаваемые водорослями, доступными для рыб. С другой стороны, они используют в пищу погибших животных, обеспечивая чистоту водоема.

Существование многих морских и пресноводных рыб в значительной степени зависит от ракообразных.

Развит промысел креветок, крабов, омаров, лангустов и некоторых других видов, которые человек использует в пищу. Без специальных мер по ограничению промысла они не восстанавливаются из-за медленного роста и позднего размножения. Таким образом, для большинства промысловых и морских беспозвоночных, численность которых сокращается, необходимы охрана, рациональное использование путем регулирования норм отлова, акклиматизации и разведения в неволе и защита водоемов от загрязнений.

Охрана насекомых. Насекомые – самая многочисленная группа беспозвоночных животных, насчитывающая свыше 1 млн. видов. Насекомые играют важную роль в природе и жизни человека. Среди этой группы немало вредителей сельского и лесного хозяйства, паразитов человека и домашних животных, а также много и полезных для человека видов, уничтожающих вредителей и поставляющих разнообразные продукты (мед, прополис, шелк, лак, краски). Полезных насекомых охраняют в природе, разводят в лабораториях, на специальных плантациях, пасеках. Пчеловодство и шелководство – важные отрасли народного хозяйства.

Насекомые-опылители опыляют около 80% всех цветковых растений. Отсутствие насекомых-опылителей изменяет облик растительного покрова. Кроме медоносной пчелы (доход от опыления ею растений в 10-12 раз превышает доход от меда и воска) пыльцу переносят 20 тыс. видов диких пчел (из них 300 – в средней полосе России и 120 – в Средней Азии). Участвуют в опылении шмели, мухи, бабочки, жуки.

К сожалению, загрязнение окружающей среды и другие антропогенные факторы в последнее время резко снизили численность насекомых-опылителей. Стали сравнительно редкими встречи с обычными опылителями вблизи крупных промышленных центров. Охрана насекомых-опылителей способствует повышению урожайности культурных и сохранению разнообразия дикорастущих растений. Необходимо строгое дозирование ядохимика-

тов, их следует применять только для подавления массового размножения вредителей. Следует сохранять растения, на которых развиваются насекомые-опылители.

Насекомые-энтомофаги, уничтожающие вредителей, чрезвычайно разнообразны. В сельском хозяйстве России применяют 11 видов энтомофагов против 20 видов вредителей. Среди них есть и хищники, и паразиты. Хищники убивают своих жертв и поедают их, паразиты живут за счет других насекомых (своих хозяев) и связаны с ними на определенных этапах жизненного цикла.

Десятки тысяч видов насекомых-паразитов относятся к отрядам жуков, веерокрылых, чешуекрылых, двукрылых и перепончатокрылых. При использовании биологического метода борьбы с вредителями наибольшее значение имеют перепончатокрылые и двукрылые.

Насекомые-хищники встречаются в большем количестве отрядов, но представлены меньшим, чем паразиты, числом видов. Активными хищниками являются рыжие лесные муравьи рода *Formica* уничтожающие большое количество вредителей леса. Численность этих полезных насекомых за последние десятилетия сильно снизилась из-за загрязнения среды и разорения муравейников. И лишь в самое последнее время число муравейников стало возрастать. Основные враги рыжих лесных муравьев – дятлы (зеленый, большой пестрый, черный), барсук, кабан, медведь и человек.

Для охраны от разорения муравейники накрывают колпаками из металлической сетки, огораживают, укрывают еловым лапником. Иногда муравьев искусственно расселяют.

Большую пользу приносят разные виды жужелиц, златоглазок, божьих коровок и других насекомых, истребляя вредителей сельскохозяйственных и лесных растений.

Насекомые-санитары принадлежат к семейству жуков и двукрылых. Это широко распространенные группы мертвеедов, навозников, калоедов и мух, насчитывающие тысячи видов.

Из семейства мертвеедов можно назвать группу жуков-могильщиков. Среди них *черный могильщик (Necrophorus humator)* встречается на падали группами (запах падали они способны воспринимать за несколько сот метров). Трупы небольших животных (грызунов, птиц) они закапывают в землю, туда самки откладывают яйца, из которых выходят личинки, питающиеся падалью. Личинки навозников и калоедов используют в пищу навоз. Его затаскивают взрослые жуки в норки и земляные ходы перед откладкой яиц.

Численность этой полезной группы насекомых резко сократилась из-за чрезмерного и неправильного применения ядохимикатов. Для их восстановления необходимо уменьшить использование химических препаратов и расширить применение биологического метода борьбы с вредителями сельскохозяйственных и лесных растений.

Охрана рыб. В белковом питании человека рыбы составляют от 17 до 83%. Мировые уловы рыб быстро возрастают за счет освоения края материкового шельфа и глубин открытого моря, где теперь добывается до 85% рыб, включая новые промысловые виды. Допустимое ежегодное изъятие рыбы из Мирового океана оценивается в 80-100 млн. т, из этого количества сейчас вылавливается более 70%. Во внутренних водоемах большинства стран, в том числе и в России, вылов рыб достиг предела, стабилизировался или сократился.

За последние десятилетия запасы наиболее ценных промысловых рыб резко сократились (осетровые, лососевые, частиковые). Среди многих факторов, влияющих на уменьшение запасов рыбы, а, следовательно, и на улов, наибольшее значение имеют следующие.

Перелов рыбы – явление, распространенное во многих морских и внутренних водоемах. При этом вылавливают молодых рыб, не достигших половой зрелости, что сокращает численность популяции и может привести к исчезновению вида. Борьба с переловом важнейшая задача рыбного хозяйства, охраны и рационального использования рыбных ресурсов.

Загрязнение водоемов отрицательно сказывается на состоянии рыбных запасов. Загрязнение морских и пресноводных водоемов разнообразными веществами приняло широкие масштабы, которые продолжают возрастать. Особенно опасны для рыб загрязнения промышленными сточными водами, содержащими соли тяжелых металлов, синтетическими моющими средствами, радиоактивными отходами и нефтью. За последние годы проведена большая работа по очистке сточных вод, но еще многое предстоит сделать. Разработаны экстренные меры, используемые при аварийных разливах нефти, однако ущерб, наносимый рыбным запасам разливами нефти, продолжает расти.

Гидротехнические сооружения оказывают отрицательное влияние на численность рыб. Плотины на реках преграждают доступ проходным рыбам к местам нереста, нарушают естественное размножение. Для устранения этого неблагоприятного влияния принимается ряд мер. Наиболее надежным является строительство в нижнем бьефе специальных рыбообразовных заводов. Здесь отлавливают рыб, подошедших к плотине, проводят искусственное оплодотворение икры, разводят мальков, подростную молодежь выпускают в реки.

Плотины задерживают биогенные вещества, которые являются основой для развития фитопланктона и других организмов, тем самым снижаются кормовые запасы рыб. Отрицательно сказываются на состоянии запасов рыб колебания уровня воды в водохранилищах, достигающие иногда 8 м.

Сокращение объема пресной речной воды, поступающей в моря, повышает уровень ее солености в предустьевых участках и отрицательно влияет на обитающих здесь рыб.

Обмеление рек сокращает запасы рыб. Оно связано с обезлесением берегов и водоразделов, с водозабором на орошение. Разработаны меры повышения уровня воды в реках и внутренних морях, что имеет огромное значение для рыбного, сельского хозяйства, для смягчения климата и т.д. Одна из кар-

динальных мер облесение берегов, требующее постоянной заботы в течение длительного времени.

К важнейшим мерам охраны пресноводных рыб относят охрану нерестилищ, зимовальных ям, борьбу с зимними заморами. Для повышения биологической продуктивности водоемов проводятся работы по акклиматизации рыб, беспозвоночных животных и растений, которые служат кормовой базой рыб.

Особое внимание обращается на охрану и воспроизводство рыбных запасов во внутренних водоемах. Ежегодно в реки и озера выпускают миллионы мальков ценных видов рыб, в том числе осетровых. Необходимо и впредь строить рыбопроизводные объекты и эффективные рыбозащитные устройства у водозаборов и плотин.

Использование рыбных ресурсов регулируется Правилами рыболовства, издаваемыми для каждой республики и бассейна. Они запрещают добычу рыбы с помощью взрывчатки, огнестрельного оружия, отравляющих веществ, острог, сетей, вылов рыбы у плотин и шлюзов. Правилами определяются сроки и районы промыслового лова, размер ячеек в сетях и т.д.

Охрана земноводных и пресмыкающихся. Эти две группы животных имеют небольшое число видов (амфибий – 4500, рептилий 7000), но значение их в природных биоценозах очень велико. Амфибии - плотоядные животные, среди рептилий есть и растительноядные виды.

Земноводные, питаясь насекомыми и другими беспозвоночными, регулируют их численность и, в свою очередь, являются пищей для рептилий, птиц и млекопитающих. Некоторых земноводных (гигантская саламандра, прудовая, съедобная, китайская лягушки, лягушка-бык и др.) человек употребляет в пищу; широко используют амфибий в лабораториях для биологических экспериментов. По неполным данным, для этого в нашей стране отлавливают 1 млн. особей в год. Индия в 1970 г. экспортировала 25 млн, Италия за 1968-1970 гг. – 47 млн. лягушек. В связи с их высокой стоимостью (примерно на 20% дороже лучших сортов рыбы) происходит перелов лягу-

шек во многих странах. В США их численность упала на 50%, резко сократились популяции прудовых и озерных лягушек в Италии, Франции, Румынии, Болгарии.

Учитывая большое практическое значение и роль амфибий в биологическом контроле за численностью вредителей лесных и сельскохозяйственных растений, во многих странах приняты меры по их охране. Изданы постановления, запрещающие отлов и уничтожение амфибий. В период миграции лягушек к водоемам на икрометание специальные знаки на шоссе призывают водителей соблюдать осторожность, движение на этих дорогах в ночное время запрещено. Места нереста земноводных охраняются от хозяйственного использования и загрязнения. В Красную книгу МСОП включены европейский протей, гигантская саламандра и др., в Красную книгу России занесены 4 вида амфибий.

Пресмыкающиеся не менее других групп животных страдают от перепромысла. Большой урон был нанесен популяциям промысловых рептилий: крокодилам, черепахам, варанам и некоторым змеям. Черепах и их кладки используют в пищу во многих тропических странах. На островах Амазонки и Ориноко (Южная Америка) ежегодно заготавливают 48 млн. яиц черепахи арау, в Японии и Китае едят мягкокожистых черепах. Из-за перепромысла катастрофически сократилась численность зеленой морской черепахи и биссы, они оказались на грани уничтожения.

Сильно страдают рептилии в связи с мощным антропогенным прессом. Для сохранения «живых ископаемых» – гаттерии, слоновой черепахи, гигантского варана – созданы резерваты, строго охраняемые территории на небольших островах у Новой Зеландии, на Галапагосских островах и на о. Комодо. В Коста-Рике образован питомник для выведения в искусственных гнездах и дорастивания зеленых черепах с последующим выпуском их в море. На полуострове Сапата (Республика Куба) функционирует питомник по разведению кубинского крокодила. Для охраны рептилий большое значение

имело издание Красной книги МСОП, Красной книги России и некоторых других стран.

Со все возрастающей скоростью начинают исчезать змеи. Помимо всеобщей антипатии к ним они страдают от осушения болот, изменения растительного покрова, широкого применения ядохимикатов, уничтожающих мелких животных, которыми питаются змеи. Их отлавливают для получения яда, используемого в медицине. Созданы серпентарии (питомники), в которых содержат (но не разводят) змей для многократного получения от них яда. Естественно, что систематический отлов змей наносит существенный урон их природным популяциям. В большинстве европейских стран запрещен их отлов без специального разрешения. В Красную книгу России (1983) включено 11 видов рептилий, в том числе 6 видов змей.

Охрана и привлечение птиц. Очень важное значение птиц в народном хозяйстве (кроме птицеводства) объясняется их участием в истреблении вредителей лесного и сельского хозяйства. Большинство видов птиц относится к насекомоядным и насекомоядно-растительноядным. В гнездовой период они выкармливают птенцов массовыми видами насекомых, среди которых много вредителей. Для борьбы с насекомыми-вредителями привлекают птиц, развешивая кормушки и искусственные гнездовья. Особого внимания заслуживают дуплогнездники: синицы, мухоловки, трясогузки, чаще других использующие искусственные гнезда.

Большой интерес с точки зрения борьбы с вредителями сельского хозяйства представляют хищные птицы. Раньше их истребляли как конкурентов человека в охотничьих хозяйствах. Позднее, когда выяснили истинную роль хищных птиц в регуляции численности жертв в биоценозах, их взяли под охрану. Был запрещен отстрел. Птиц стараются меньше беспокоить в гнездовой период, охраняют их гнезда, делают искусственные гнездовья и присады. Положительные результаты дает опыт разведения в неволе с последующим выпуском в природу видов, находящихся на грани гибели. Однако восстановление численности хищных птиц происходит очень медленно.

Большой вред хищным птицам нанесло применение ядохимикатов (ДДТ, гексахлорана и др.). В теле хищных птиц, занимающих верхние трофические уровни, их концентрация оказалась наибольшей, что отрицательно повлияло на их размножение. Прямое и косвенное воздействие людей на хищных птиц губительно для многих видов. В Красную книгу России (1983) включено 20 видов хищных птиц.

Самый древний способ использования птиц человеком - охота. Широко практиковалась промысловая и любительская охота с ловчими птицами - соколами, ястребами, орлами. До сих пор охота с хищными птицами не потеряла своего значения в Средней Азии, на Кавказе, в некоторых европейских странах.

Птицы являются объектом промысловой охоты, занимающей важное место в экономике многих стран. В результате перепромысла, резкого уменьшения площадей охотничьих угодий, загрязнения окружающей среды, применения ядохимикатов запасы охотничьих птиц продолжают сокращаться.

В нашей стране принимаются меры охраны охотничьих птиц: запрет охоты на редкие виды, установление сроков и норм отстрела, запрет хищнических способов добывания, борьба с браконьерством, осуществление биотехнических мероприятий, направленных на повышение емкости угодий, увеличение плотности населения птиц, охрана гнезд от разорения и др. Для восстановления запасов охотничьих птиц помимо заповедников организуют заказники с запретом охоты на несколько лет, охотничьи хозяйства, в которых охота нормируется в соответствии с численностью и возможностями восстановления промысловых видов.

Некоторые виды перспективны для разведения в неволе. Успешно разводят фазанов, серых куропаток, перепелов, крякв и выпускают их в охотничьи угодья. Охотничьи хозяйства и фазанарии Польши в 1970-е гг. выращивали до 100 тыс. фазанов в год, из которых 50 тыс. в год выпускали в охотничьи угодья. Только в одном Краковском воеводстве дичеразведением занимается около 300 охотничьих хозяйств. Во Франции дичь разводят почти 2 тыс.

охотохозяйств, которые ежегодно производят около 2 млн. яиц и птенцов фазанов, свыше 1 млн. яиц и птенцов куропаток, 1,6 млн. перепелов и 1 млн. яиц уток. Они выпускают в охотничьи угодья 2,5 млн. фазанов и 0,4 млн. куропаток в год.

Охрана млекопитающих. Представители класса млекопитающих, или зверей, имеют важное значение для человека. Разведение копытных составляет основу животноводства, в звероводстве используют грызунов и хищных. Наибольшее значение для промысла имеют из наземных – грызуны, зайцеобразные, хищные, а из водных - китообразные и тюлени.

Актуален поиск возможностей использования фитомассы несельскохозяйственных угодий через охотничьих животных.

Рациональное охотничье хозяйство включает не только добычу животных, но и биотехнические мероприятия, направленные на их разведение: посадку кормовых и защитных растений, подкормку, спасение животных при стихийных бедствиях, реакклиматизацию, борьбу с болезнями и паразитами.

Важнейшей мерой охраны охотничьих животных является строгое соблюдение законов об охоте, предусматривающих сроки и способы их добычи. Охоту регламентирует Положение об охоте и охотничьем хозяйстве. В положении указаны виды зверей и птиц, на которые охота запрещена, которые можно добывать по лицензиям. Запрещается добыча животных в заповедниках, заказниках, зеленых зонах городов. Не разрешается применение способов массовой добычи животных, охота с автомашин, самолетов, моторных лодок, разорение нор, логовищ, гнезд. Установлены нормы отстрела или отлова для каждого вида животных, нарушение законов и правил охоты считается браконьерством, и лица, их нарушившие, несут административную, материальную и уголовную ответственность.

Все перечисленные меры направлены на охрану и рациональное использование млекопитающих. За последнее время больше внимания стали уделять охране диких зверей. На территории России обитают 245 видов млекопитающих, из них в Красную книгу РФ включено 65 видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Какую роль играют растения в круговороте веществ в природе и в жизни людей?
2. Охарактеризуйте значение лесов в природе и в жизни людей.
3. Назовите причины сокращения лесов планеты. Каковы его последствия?
4. Каково современное состояние лесных ресурсов в России?
5. Назовите основные меры по рациональному использованию, охране и восстановлению лесных ресурсов в нашей стране.
6. Какой вред наносят лесные пожары и каковы основные меры борьбы с ними?
7. Какой вред лесам наносят насекомые-вредители и каковы меры борьбы с ними?
8. В чем состоит рекреационное значение лесов, и как охраняют рекреационные леса?
9. Какие существуют меры по охране редких видов растений?
10. Какую роль играют животные в круговороте веществ в природе и какое значение они имеют для человека?
11. В чем заключается прямое и косвенное воздействие человека на животных?
12. Какие виды животных вымерли, за исторически документированное время, и каковы причины их вымирания?
13. В чем суть рационального использования и охраны охотничьих животных?
14. В чем состоит рациональное использование и охрана рыбных ресурсов?
15. Назовите редкие виды животных, занесенные в Красную книгу МСОП.
16. Как охраняют редких и исчезающих животных в нашей стране?
17. Как охраняют водных беспозвоночных?

18. Какие меры применяют для охраны полезных насекомых?
19. В чем сложность охраны земноводных и пресмыкающихся?
20. Как охраняют и привлекают насекомоядных и хищных птиц?
21. Какие меры применяют для охраны редких и исчезающих млекопитающих?

ЛЕКЦИЯ 7

ТЕМА: Биологическое разнообразие и методы оценки его состояния

Цель лекции: сформировать представление о существующих методах оценки биологического разнообразия.

ПЛАН

1. Измерение и оценка биологического разнообразия.
2. Параметры биологического разнообразия (альфа-разнообразие).
 - 2.1. Индексы видового богатства.
 - 2.2. Индексы, основанные на относительном обилии видов.
 - 2.3. Анализ бета-разнообразия: сравнение, сходство, соответствие сообществ.
 - 2.4. Гамма-разнообразие наземных экосистем.
3. Применение показателей разнообразия.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Измерение и оценка биологического разнообразия

Контроль над биологическим разнообразием требует его измерения, а измерение только тогда становится возможным, когда качественные признаки могут быть описаны количественно, в величинах, которые можно сравнивать.

Оценивание биологического разнообразия имеет важное прикладное значение, так как:

- 1) позволяет контролировать сохранение генетического потенциала;
- 2) дает представление о состоянии экосистем на определенной территории;

3) служит основой для разработки системы менеджмента отдельных видов.

Разнообразие принято оценивать либо путем подсчета видов, измерения их относительного обилия, либо мерой, объединяющей эти два компонента. Однако, оценка разнообразия только простым подсчетом видов мало информативна, так как ни одно сообщество не состоит из видов равной численности. Из общего числа видов какого-либо трофического уровня или сообщества в целом обычно лишь немногие бывают доминирующими (т.е. имеют большую биомассу, продуктивность или другие показатели), подавляющая же часть относится к редким видам (т.е. имеет низкие показатели «значимости»). Таким образом, большинство видов в сообществе малочисленны, количество других умеренно и лишь немногие обильны.

2. Параметры биологического разнообразия (альфа-разнообразие)

В 1960 году Р. Уиттекер предложил понятия α -, β -, γ - разнообразия для того, чтобы не путать разнообразие внутри одного местообитания или региона с разнообразием ландшафта или региона, который содержит несколько местообитаний.

α - разнообразие – разнообразие внутри местообитания или одного сообщества.

β - разнообразие – разнообразие между местообитаниями.

γ - разнообразие – разнообразие в обширных регионах биома, континента, острова и т. д.

В 1979 году. Крюгер и Тейлор добавили к этой классификации еще Δ -разнообразие.

Δ -разнообразие – разнообразие, определяемое изменениями климатических факторов, что выражается в смене растительных зон, провинций и т. д.

Понятие «биоразнообразия», хотя и является сложным, многогранным и достаточно неопределенным, описывается двумя компонентами: *числом видов и их относительным обилием.*

Разнообразие принято оценивать либо путем подсчета видов, измерения их относительного обилия, либо мерой, объединяющей эти два компонента. Однако оценка разнообразия только простым подсчетом видов малоинформативна, так как ни одно сообщество не состоит из видов равной численности. Из общего числа видов какого-либо трофического уровня или сообщества в целом обычно лишь немногие бывают *доминирующими*, т. е. имеют значительную численность (большую биомассу, продуктивность или другие показатели), подавляющая же часть относится к редким видам (т. е. имеет низкие показатели «значимости»). Таким образом, большинство видов в сообществе малочисленны, численности других умеренны и лишь немногие обильны.

При оценке альфа-разнообразия принимаются во внимание два фактора: *видовое богатство и выравненность обилий видов.*

Видовое богатство – число видов, для сравнения отнесенное к определенной площади.

Выравненность – равномерность распределения видов по их обилию в сообществе.

Для оценки альфа-разнообразия можно прибегнуть к построению графиков видового обилия или воспользоваться методами нахождения индексов видового богатства - соотношение между числом видов и показателем значимости: численностью, биомассой или продуктивностью.

В настоящее время предложено более 40 индексов, которые предназначены для оценки биоразнообразия. Индексы, применяемые в анализе разнообразия сообществ, должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) разнообразие сообщества тем выше, чем больше в нем количество видов;
- 2) разнообразие сообщества тем выше, чем выше его выравненность.

Большинство различий между индексами, измеряющими биоразнообразие, заключается в том, какое значение они придают выравненности и видовому богатству.

2.1. Индексы видового богатства

Важной мерой оценки разнообразия для ограниченного в пространстве и во времени сообщества, для которого точно известно число составляющих его видов и особей, является видовое богатство. Однако в большинстве случаев исследователь имеет дело с выборкой, не располагая полным списком видов сообщества. В этом случае необходимо использовать «*нумерическое видовое богатство*», т. е. число видов на строго оговоренное число особей или на определенную биомассу, и *видовую плотность*.

Видовая плотность (например, на 1 м²) – наиболее распространенный показатель видового богатства, особенно среди ботаников и почвенных зоологов. Показатель «*нумерическое видовое богатство*» используется реже, хотя более популярно его применение при исследовании водных объектов. Например, при исследовании экологических воздействий на сообщества рыб можно использовать показатель *число видов на 1000 рыб*.

Не всегда можно добиться равного размера всех выборок. Но следует всегда помнить, что при увеличении объема выборки число видов всегда растет.

Различные сочетания S (число выявленных видов) и N (общее число особей всех S видов) лежат в основе простых показателей видового разнообразия:

индекса видового богатства Маргалефа:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N} \quad (1);$$

индекса видового богатства Менхиника:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (2).$$

Достоинство этих индексов – легкость расчетов. Большая величина индекса соответствует большему разнообразию.

2.2. Индексы, основанные на относительном обилии видов

Эту группу индексов называют *индексами неоднородности*, так как они учитывают одновременно и выравненность, и видовое богатство. Индексы,

основанные на относительном обилии видов, относятся к непараметрическим, поскольку они не требуют никаких предположений о распределениях. Их применение углубляет оценки биоразнообразия по сравнению с индексами видового богатства, которые опираются лишь на один параметр.

Выделяются две категории непараметрических индексов:

1) индексы, полученные на основе теории информации (информационно-статистические);

2) индексы доминирования.

Шеннон в 1949 году вывел функцию, которая стала называться *индексом разнообразия Шеннона*. Расчеты индекса разнообразия Шеннона предполагают, что особи попадают в выборку случайно из «неопределенно большой» (т. е. практически бесконечной совокупности) генеральной совокупности, причем в выборке представлены все виды генеральной совокупности. Неопределенность будет максимальной, когда все события (N) будут иметь одинаковую вероятность наступления ($p_i = n_i/N$). Она уменьшается по мере того, как частота некоторых событий возрастает по сравнению с другими, вплоть до достижения минимального значения (нуля), когда остается одно событие и есть уверенность в его наступлении.

Индекс Шеннона рассчитывается по формуле:

$$H = -\sum p_i \ln p_i \quad (3),$$

где величина p_i – доля особей i -го вида.

В выборке истинное значение p_i неизвестно, но оценивается как n_i/N .

Причины ошибок в оценке разнообразия с использованием этого индекса заключаются в том, что невозможно включить в выборку все виды реального сообщества.

При расчете индекса Шеннона часто используется двоичный логарифм, но приемлемо также использовать и другие основания логарифма (десятичный, натуральный)

Индекс Шеннона обычно варьирует в пределах от 1,5 до 3,5, очень редко превышая 4,5.

Индекс Шеннона оказался самым популярным в оценке данных по разнообразию и применяется чаще других.

Меры доминирования уделяют основное внимание обилию самых обычных видов, а не видовому богатству. Лучшим среди индексов доминирования считается *индекс Симпсона*.

Индекс Симпсона описывает вероятность принадлежности любых двух особей, случайно отобранных из неопределенно большого сообщества, к разным видам формулой:

$$D = \sum p_i^2 \quad (4),$$

где p_i – доля особей i -го вида.

Для расчета индекса используется формула, соответствующая конечному сообществу:

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right) \quad (5),$$

где n_i – число особей i -го вида, а N – общее число особей.

По мере увеличения D разнообразие уменьшается. Поэтому индекс Симпсона часто используют в форме $(1 - D)$. Эта величина носит название «вероятность межвидовых встреч» и варьирует от 0 до 1. Он очень чувствителен к присутствию в выборке наиболее обильных видов, но слабо зависит от видового богатства. Высокая или низкая величина индекса определяется типом распределения видовых обилий для случаев, когда число видов превышает 10.

Мера разнообразия Макинтоша. В 1967 году Макинтош предложил рассматривать сообщество как точку в S -мерном гиперпространстве с координатами (n_1, n_2, \dots, n_s) . Тогда евклидово расстояние такого сообщества от начала координат можно использовать как меру его разнообразия:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2} \quad (6),$$

Индекс Макинтоша U сам по себе не является индексом доминирования, однако, используя его, можно рассчитать меру разнообразия D , или доминирования, которая независима от объема выборки:

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}} \quad (7),$$

в дальнейшем можно рассчитать выравненность

$$E = \frac{N - U}{N - \frac{N}{\sqrt{S}}} \quad (8).$$

Индекс Бергера-Паркера – одна из мер доминирования. Его достоинство – простота вычисления. Индекс Бергера-Паркера выражает относительную значимость наиболее обильного вида:

$$d = \frac{N_{\max}}{N} \quad (9),$$

где N_{\max} – число особей самого обильного вида.

Увеличение величины индекса Бергера – Паркера, как и индекса Симпсона, означает уменьшение разнообразия и увеличение степени доминирования одного вида. Поэтому обычно используется величина обратная индексу Бергера-Паркера $1/d$.

Этот индекс независим от количества видов, но на него влияет объем выборки. Некоторые ученые считают этот индекс лучшей мерой разнообразия.

2.3. Анализ бета-разнообразия: сравнение, сходство, соответствие сообществ

Бета-разнообразие характеризует степень различий или сходства ряда местообитаний или выборок с точки зрения их видового состава, а иногда и обилия видов. Один из общих подходов к установлению бета-разнообразия – оценка изменений видового разнообразия вдоль среднего градиента. Другой путь его определения – сравнение видового состава различных сообществ. Чем меньше общих видов в сообществах или в разных точках градиента, тем выше бета-разнообразие. Этот путь используется в любых исследованиях, рассматривающих степень различий видового состава выборок, местообитаний или сообществ. Вместе с мерами оценки внутреннего разнообразия ме-

стообитаний бета-разнообразие можно использовать, чтобы получить представление об общем разнообразии условий данной территории.

Показатели сходства, основанные на мерах разнообразия. Выделено 6 мер измерения бета-разнообразия на основе данных по присутствию или отсутствию видов.

Мера Уиттекера описывается формулой:

$$\beta_W = \frac{S}{\alpha} - 1 \quad (10),$$

где S – общее число видов, зарегистрированных в системе: α – среднее разнообразие выборок стандартного размера, измеряемое как видовое богатство.

Мера Коуди разработана для исследования изменений в сообществе птиц вдоль среднего градиента:

$$\beta_C = \frac{g(H) - l(H)}{2} \quad (11),$$

где $g(H)$ – число видов, прибавившихся вдоль градиента местообитаний, а $l(H)$ – число видов, утраченное на том же трансекте.

Меры Ратледжа. Мера β_R учитывает общее видовое богатство и степень совпадения видов:

$$\beta_R = \frac{S^2}{2r + S} - 1 \quad (12),$$

где S – общее число видов во всех выборках, а r – число пар видов с перекрывающимся распределением.

Мера β_I основана на теории информации и была упрощена для качественных данных и равного размера выборок:

$$\beta_I = \log(T) - (1/T) \sum e_i \log(e_i) - (1/T) \sum \alpha_j \log(\alpha_j) \quad (13),$$

где e_i – число выборок вдоль трансекта, в котором представлен i -й вид, α_j – видовое богатство j -й выборки, а $T = \sum e_i = \sum \alpha_j$.

Мера β_E – экспоненциальная форма β_I :

$$\beta_E = \exp(\beta_I) - 1 \quad (14).$$

Мера Уилсона и Шмиды β_T включает те же элементы утраты (l) и добавления (g) видов, что и мера Коуди, но стандартизована на среднее видовое богатство выборок α , входящее в меру Уиттекера:

$$\beta_T = [g(H) + l(H)]/2\alpha \quad (15).$$

Все 6 критериев были оценены Мэгарран (1992) по 4-м критериям с целью определить лучший показатель. Большинству критериев удовлетворяет мера Уиттекера β_W .

Основные индексы общности для видовых списков. Самый простой способ измерения бета-разнообразия двух участков – расчет коэффициентов сходства или индексов общности. Списки видов могут быть представлены как конечные множества (или поля), элементами которых будут составляющие их виды.

Основным приемом упорядочивания данных для определения индексов общности по качественным признакам служит таблица, включающая четыре поля (табл. 1).

Таблица 1. – Определение индексов общности

a (число общих видов для двух списков)	b (число видов, имеющих только во втором списке)	$a + b$ (общее число видов во втором списке)
c (число видов, имеющих только в первом списке)	d (число видов, отсутствующих в обоих списках, но имеющих в других, в которые входит всего S видов)	$c + d$ (число отсутствующих видов во втором списке)
$a + c$ (общее число видов в первом списке)	$b + d$ (число отсутствующих видов в первом списке)	$a + b + c + d = S$ (все виды)

Сумма $(a + d)$ называется числом совпадений качественных признаков; сумму $(b + c)$ называют числом несовпадений; a – число положительных и d – число отрицательных совпадений.

Все известные индексы общности распадаются на две группы в зависимости от того, учитывают они или игнорируют число отрицательных совпадений (d). Наибольшее значение в экологических работах имеют индексы, в формулы которых входит только число положительных совпадений. В табл. 2 приведены основные индексы общности.

Таблица 2. – Основные индексы общности, учитывающие положительные совпадения (Песенко, 1982)

Формула	Автор	Отношение
$I_B = \frac{a}{a+b}, b \geq c$	Браун –Бланке, 1932	a к числу видов в большем списке
$I_{S\pm S} = \frac{a}{a+c}, b \geq c$	Шимкевич, 1926; Симпсон, 1943	a к числу видов в меньшем списке
$I_{Cs} = \frac{2a}{(a+b)+(a+c)}$	Чекановский, 1900; Серенсен, 1948	a к среднему арифметическому числу видов в двух списках
$I_{K1} = \frac{a}{2} \left(\frac{1}{a+b} + \frac{1}{a+c} \right)$	Кульчинский, 1927	a к среднему гармоническому числу видов в двух списках
$I_{OB} = \frac{a}{\sqrt{(a+b)(a+c)}}$	Охайя, 1957; Баркман, 1958	O к среднему геометрическому числу видов в двух списках
$I_J = \frac{a}{a+b+c}$	Жаккар, 1901	a к числу видов в объединенном списке
$I_{SS} = \frac{a}{2(a+b+c)-a}$	Сокал, Снит, 1963	a к сумме числа видов в объединенном списке и числу необщих
$I_{K2} = \frac{a}{b+c}$	Кульчинский, 1927	a к числу необщих видов

Предложено огромное число индексов общности, но чаще в биоценологических, фаунистических и биогеографических работах используются индексы Жаккара и Серенсена-Чекановского. Эти коэффициенты равны 1 в случае полного совпадения видов сообществ и равны 0, если выборки совершенно различны и не включают общих видов.

Индексы общности, учитывающие негативные совпадения, используются обычно при сравнении коллекций, когда известны полные видовые списки. Применение этой группы индексов в экологических и биогеографических исследованиях подвергалось серьезной критике. Ограниченное использование индексов, учитывающих отрицательные совпадения, связано с их большой зависимостью от редких видов, которые могут не попадать в выборки.

Объективные причины отсутствия были проанализированы Ю. А. Песенко (1982). Отсутствие вида в сборах может быть результатом неподходящих условий для его существования в местах сборов, т.е. вид не может здесь жить, его ниши нет в данной местности.

Наиболее распространенными из индексов, учитывающих отрицательные совпадения, являются коэффициент простого совпадения или *индекс Сокала-Майченера*.

$$I_{SM} = \frac{a+d}{a+b+c+d} \quad (16)$$

и *индекс общности Барони – Урбани и Бюссера*:

$$I_{BB1} = \frac{\sqrt{ad} + a}{\sqrt{ad} + a + b + c}, \quad 0 \leq I_{BB1} \leq 1 \quad (17).$$

Проблема оценки достоверности этих индексов не решена. Простота вычисления, являющаяся достоинством многих индексов, оборачивается недостатком – они не включают обилие видов. Это обстоятельство привело к тому, что чаще используются модифицированные индексы, включающие оценку обилий.

Индекс общности для количественных данных. По мнению многих авторов (Песенко, 1982; Мэгарран, 1992), наиболее приемлемо использование в экологических исследованиях *коэффициента Серенсена*:

$$C_N = \frac{2jN}{aN + bN} \quad (18),$$

где aN – общее число особей на участке А; bN – общее число особей на участке В; jN – сумма наименьших из двух обилий видов, встреченных на обоих участках. Так, если 12 особей вида были найдены на участке А и 29

особей того же вида на участке В, подсчитывая jN , следует взять величину 12.

2.4. Гамма-разнообразие наземных экосистем

Уровень – гамма-разнообразие – относится к более крупным пространственным единицам типа острова или ландшафта по сравнению с бета-разнообразием. Затем, если гамма-разнообразие определяется как общее разнообразие группы участков, то эpsilon-разнообразие, или региональное разнообразие, – общее разнообразие группы территорий гамма-разнообразия, которое относится к крупным биогеографическим областям.

Для изучения разнообразия фитоценозов (фитоценоза – (от фитоценоз и греч. *chora* – место, пространство), единица территориального сочетания фитоценозов в пределах геоценоза различного ранга) считается эффективным использование для исследования гамма-разнообразия вычисления сложной энтропии:

$$H'' = - \sum_{j=1}^N P_j \sum_{i=1}^N P_{ij} \log P_{ij} \quad (19),$$

где P_j – априорная вероятность появления j -го класса; P_{ij} – вероятность отнесения образца i -го класса к j -му классу.

При многостороннем изучении сложных единиц рекомендуется вычисление условной энтропии H_n (Яглом, 1972) вида:

$$H_n = - \sum_{i=1}^N P(A_i) H(A_i) \quad (20),$$

где $P(A_i)$ условные вероятности появления i -го класса по j -й пространственной (или другой условной) характеристике:

$$P(A_i) = - \sum_{j=1}^N P_j p_{ij} \quad (21),$$

а $H(A_i)$ – частные условные энтропии для каждого класса:

$$H(A_i) = - \sum_{j=1}^N P_{A_i(j)} \log P_{A_i(j)} \quad (22).$$

Применение указанного аппарата в разных направлениях может описать разные свойства гамма-разнообразия. При этом нужно помнить, что все эти показатели не имеют абсолютного значения и используется лишь их сравнение, которое дает прирост информации (ΔI_i), в зависимости от изменения условий опыта, и определяется по разности промежуточных энтропий:

$$(H_i) : \Delta I_i = H_i - H_{i-1} \quad (23).$$

Во многих работах на ландшафтном уровне биоразнообразии рассматривается как разнообразие сообществ и экосистем в терминах пространственных показателей, включая такие, как степень фрагментации, форма пятен, сложность границ, совмещенность пятен и другие показатели, связанные с измерением ландшафтной структуры. Однако такие показатели пространственной неоднородности строго не описаны в информационных терминах.

3. Применение показателей разнообразия

Главные потенциальные области применения индексов разнообразия – охрана природы и мониторинг. В основе использования оценок разнообразия в этих областях лежат два положения:

- 1) богатые видами сообщества устойчивее бедных видами;
- 2) уровень загрязнения связан со снижением разнообразия и изменением характера видовых обилий.

При этом в охране природы обычно используются показатели видового богатства, а в экологическом мониторинге – индексы и модели видовых обилий.

В экологических исследованиях показатели разнообразия применяются в самых различных целях. Они с успехом были использованы в работах Маккартура и его последователей при изучении конкуренции у птиц, насыщенности и степени перекрывания их экологических ниш. Была выяснена зави-

симось разнообразия птиц от разнообразия некоторых элементов местообитания и других экологических факторов.

Джейкобс в 1975 году обобщил результаты многих исследований влияния экологических факторов на разнообразие сообществ и установил следующее.

1. Пространственная гетерогенность увеличивает разнообразие.
2. Температурная гетерогенность может уменьшать и увеличивать разнообразие в зависимости от суровости климата и других факторов.
3. Стрессовые условия среды обычно отрицательно связаны с разнообразием.
4. При повышении конкуренции в относительно небольшой период времени разнообразие может уменьшаться, но при ее наличии в течение периода, достаточного для протекания эволюционных преобразований (видообразование), разнообразие может увеличиваться.
5. Враги действуют как конкуренция, их эффект на разнообразие зависит от интенсивности и длительности их воздействия и от влияния врагов на конкуренцию среди жертв.
6. Влияние интенсивности потока энергии через сообщество и объем ресурсов питания могут быть очень важными, но степень и направление их влияния на разнообразие зависят от многих других факторов.

В период сукцессии могут протекать процессы разной направленности при изменении разнообразия.

Показатели разнообразия применяются в сравнении населения разных стадий, сезонной динамики сообществ, для экологической оценки различных видов, характера их распределения по разным местообитаниям, измерения степени пищевой специализации видов, для измерения разнокачественности пищевого рациона вида. Показатели разнообразия также успешно применяются при оценке загрязнения водоемов и территорий, в частности при сравнении участков в градиенте загрязнения наземных экосистем.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. В чем сущность и значение измерения биологического разнообразия?
2. Назовите основные параметры биологического разнообразия (альфа-разнообразии).
3. Перечислите индексы видового богатства и приведите примеры их применения.
4. Перечислите индексы, основанные на относительном обилии видов и приведите примеры их применения.
5. Каким образом можно провести анализ бета-разнообразия?
6. Расскажите о методах оценки гамма-разнообразия наземных экосистем.
7. Где находят применение показатели разнообразия и их оценка?

ЛЕКЦИЯ 8

ТЕМА: Экономические аспекты сохранения биоразнообразия

Цель лекции: сформировать представление об экономических механизмах регулирования в деле сохранения биоразнообразия.

ПЛАН:

1. Основные причины уменьшения биоразнообразия и экономический механизм по его сохранению.
2. Основные направления сохранения биоразнообразия.
3. Экономическая эффективность сохранения биоразнообразия.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Основные причины уменьшения биоразнообразия и экономический механизм по его сохранению

Для сохранения биоразнообразия, его рационального использования важно определить и устранить (или, по крайней мере, смягчить их воздействие) экономические причины их деградации. В России в сложившихся экономических условиях, очевидно, проявляют себя тенденции антиэкологично-

го характера развития народного хозяйства, что приводит к уменьшению биоразнообразия. Здесь можно выделить ряд причин, действующих в разных сферах, на разных уровнях и с различным масштабом воздействия:

- макроэкономическая политика в целом, приводящая к экстенсивному использованию природных ресурсов;

- недоучет экономической ценности природных ресурсов и услуг;

- несбалансированная инвестиционная политика, ведущая к росту диспропорции между ресурсоэксплуатирующими и перерабатывающими, обрабатывающими и инфраструктурными отраслями экономики;

- неэффективная секторальная политика (энергетический сектор, сельское хозяйство, лесное хозяйство);

- на региональном и локальном уровнях недоучет косвенного эффекта от сохранения биоразнообразия (экономического и социального), глобальных выгод;

- несовершенное законодательство;

- неопределенность прав собственности на природные ресурсы;

- отсутствие экологически сбалансированной долгосрочной экономической стратегии, недооценка возможностей устойчивого развития;

- нестабильность экономики препятствует реализации долгосрочных проектов, к числу которых относится большинство экологических проектов;

- природно-ресурсный характер экспорта;

- возможность получения значительной и быстрой прибыли от переэксплуатации и/или продажи природных ресурсов (нефть, газ, лес, руды и пр.).

Отмеченные выше причины приводят к высокой природоемкости экономики, что отражается в огромных затратах природных ресурсов для получения конечных экономических результатов, значительном уровне удельных загрязнений на единицу производимой продукции. Такая ситуация сложилась в основных природоэксплуатирующих секторах. Тем самым важнейшей причиной деградации биоразнообразия в России является неэффективная, природоемкая структура экономики. Неразвитость обрабатывающей и перераба-

тывающей промышленности, инфраструктуры, сферы распределения приводят к сохранению или вынужденному росту нагрузки на природу, колоссальным потерям природных ресурсов и сырья, дополнительному загрязнению.

Чрезвычайно опасно для биоразнообразия сохранение тенденций техногенного и природоёмкого развития экономики России на перспективу. Это отражается в ухудшении, "утяжелении" структуры экономики страны с экологических позиций: рост удельного веса в производстве, инвестициях первичной экономики, природоэксплуатирующих отраслей (прежде всего, топливно-энергетического комплекса, лесного и сельского хозяйств) при сокращении удельного веса высокотехнологичных наукоемких отраслей, от которых во многом и зависит переход к устойчивому развитию.

2. Основные направления сохранения биоразнообразия

Для смягчения воздействия перечисленных причин и проведения эффективной политики сохранения биоразнообразия необходимо понимать уровень и соподчиненность проводимых мероприятий, масштаб и границы их воздействия. Как уже было отмечено, выделяют две группы мероприятий: макроэкономические меры и мероприятия, имеющие собственно экологическую направленность (целевые экологические мероприятия). К первой группе относятся меры, которые проводятся на макроуровне в рамках всей экономики или на уровне секторов/комплексов (структурная перестройка экономики; финансово-кредитная политика; институциональные преобразования; реформы цен и программы налогообложения или субсидий; создание условий для инвестиций и т.д.). Эти меры могут не иметь в явном виде экологических целей. Тем не менее, все эти мероприятия, механизмы и реформы неизбежно в той или иной степени сказываются на водно-болотных угодьях.

Ко второй группе мероприятий относятся меры, имеющие выраженную экологическую ориентацию: "экологические" налоги, различного рода платежи и штрафы за загрязнение окружающей среды; финансирование природоохранных мероприятий; формирование различных экологических фондов; принятие природоохранных стандартов и нормативов; реализация федераль-

ных, региональных или отраслевых экологических программ и т.д. В отличие от первой макроэкономической группы мероприятий во второй группе находятся меры с четкой экологической направленностью и ожидаемым экологическим эффектом. И здесь следует подчеркнуть, что данные меры носят в большинстве случаев вспомогательный/компенсирующий и локальный характер по отношению к макроэкономическим мероприятиям. В случае появления негативных экологических эффектов от проведения "большой" экономической политики, государство вынуждено реализовывать дополнительные экологические программы или мероприятия для стабилизации ухудшившейся экологической ситуации.

В связи с этим для России в рамках всей экономики, на макроуровне можно выделить следующие важные направления эколого-экономических преобразований, способствующих сохранению биоразнообразия:

- экологосбалансированная реструктуризация экономики;
- адекватный учет ценности природы в экономических показателях, при принятии экономических решений, экономическая оценка природных ресурсов и природных услуг;
- изменение системы субсидий в направлении поддержки экологосбалансированного развития, отмена прямых и скрытых субсидий в природоэксплуатирующие сектора и виды деятельности;
- реформирование налоговой системы с резким увеличением удельного веса "природных" налогов при сохранении общей фискальной нейтральности;
- изменение инвестиционного климата в направлении экологосбалансированных приоритетов;
- четкое определение и реформа прав собственности на природные ресурсы;
- создание экологонепротиворечивых систем налогов, кредитов, субсидий, торговых тарифов и пошлин;

– изменение экспортной политики в направлении сокращения удельного веса в экспорте первичных природных ресурсов при увеличении удельного веса высокотехнологичной наукоемкой продукции и т.д.

Для сохранения биоразнообразия наиболее распространенными являются две группы мероприятий:

– *прямое регулирование*, связанное с воздействием государства: формирование соответствующей нормативно-правовой среды, административно-контрольные меры, прямое регламентирование, а также создание институциональных структур (организации, ведомства и пр.), ответственных за сохранение биоразнообразия и координацию своей деятельности с другими ведомствами (экономики, сельского и лесного хозяйства и т.д.);

– *экономическое стимулирование*, связанное с развитием рыночных механизмов для сохранения биоразнообразия и его устойчивого использования.

Мероприятия по прямому регулированию сохранения биоразнообразия разработаны и используются в мире достаточно широко. Вторая группа мер, связанная с рыночными механизмами, только зарождается.

Для России сохранение видового и генетического разнообразия дикой фауны и флоры, редких и исчезающих видов животных и растений является приоритетным направлением. Для этого созданы правовые предпосылки: законы "О животном мире" (1995), "Об особо охраняемых природных территориях" (1995), "Об охране окружающей природной среды" (1991) и другие. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды для усиления их охраны заносятся в Красную книгу Российской Федерации.

С прямым регулированием связана система разнообразных штрафов, налогов, административных и уголовных санкций, которые обычно закреплены в правовых документах.

Экономические мероприятия могут стимулировать сохранение биоразнообразия как прямо, так и косвенно. Прямое стимулирование может осуществляться в виде предоставления наличных денег (например, субсидии на лесовосстановление на местном уровне, гранды на создание охраняемых тер-

риторий, на исследования – на национальном уровне, от международных фондов) или в неденежном выражении (передача оборудования, технологий, лесные концессии и т.д.). Косвенное стимулирование может реализовываться в виде компенсации за ущерб от диких животных, дотаций (государственных субсидий) на интенсивное ведение сельского хозяйства, снижение (конверсия) международного долга ("долги в обмен на природу") при проведении в стране экологической деятельности, предоставления услуг (экологическое образование, техническая помощь, организация местного строительства, предоставление доступа к международным базам данных) и др.

Особое значение имеет стимулирование местного населения, так как браконьерство, охота, уничтожение и контрабандная продажа редких видов является одной из главных причин уменьшения биоразнообразия, что во многом объясняется мизерностью локальных выгод от сохранения биологических ресурсов. При консервации биоразнообразия местное население принимает на себя внешние (экстернальные) издержки его сохранения, в то время как остальная часть населения страны или мира получает выгоды. Прямое и косвенное стимулирование смягчает ожидаемые негативные последствия от консервации биоразнообразия для местных жителей и дает им компенсацию за потенциальные потери. Для роста локальных выгод большое значение может иметь развитие экологического туризма, специальных видов рекреации и т.д., что создает дополнительные стимулы, рабочие места, доходы у местного населения.

Стимулирование эффективно, когда оно поощряет деятельность по сохранению биоразнообразия при меньших экономических издержках по сравнению с получаемыми выгодами, т.е. оно должно быть эффективным с точки зрения затрат и получаемого эффекта (соотношение "затраты-выгоды"). Важно, чтобы стимулирование на местном уровне поддерживалось соответствующей политикой на национальном и международном уровнях, включая обеспечение дополнительных стимулов.

Значительную часть экономических мероприятий, имеющих *целевую направленность на сохранение биоразнообразия*, можно реализовать в рамках совершенствования формирующегося в России экономического механизма природопользования. Среди его основных компонентов:

- налоги/платежи за загрязнение окружающей среды;
- экономическое стимулирование на основе налоговой и финансово-кредитной политики;
- фонды, в числе направлений деятельности которых имеются и экологические задачи;
- экологические программы;
- экологическое страхование.

Рассмотрим более подробно перечисленные мероприятия. *Налоги/платежи* за загрязнение окружающей среды должны стимулировать сохранение биоразнообразия. Для этого в перечне загрязняющих веществ, учитываемых при расчете платы, необходимо идентифицировать те, которые оказывают наибольшее негативное воздействие на биоразнообразиие. Базовые нормативы платы за загрязнение окружающей среды по выявленным веществам должны быть повышены для компенсации потенциального ущерба живой природе. Целесообразно также ввести дополнительные платежи за использование продуктов или проведение мероприятий, уменьшающих биоразнообразиие. Одним из таких платежей может быть плата за применение пестицидов в сельском хозяйстве.

Важным элементом экономического стимулирования сохранения биоразнообразия является *налоговая и финансово-кредитная политика*. Здесь можно использовать следующие подходы:

- налоговые льготы на осуществление мероприятий по сохранению биоразнообразия;
- освобождение от налогов средств, направляемых на сохранение биоразнообразия;

- введение специальных налогов (экологические налоги, акцизы) на продукцию производств, негативно воздействующих на биоразнообразие;
- применение субсидий, дотаций, льготных кредитов и пр. для мероприятий по сохранению биоразнообразия;
- использование ускоренной амортизации основных производственных фондов, применяемых для проведения мероприятий по сохранению биоразнообразия;
- выделение специальных субсидий, грантов местными и федеральными властями, а также международными организациями;
- дотации на интенсификацию ведения сельского хозяйства, препятствующую расширению аграрных площадей;
- компенсации за ущерб от диких животных и др.

Важна для сохранения биоразнообразия реализация целевых *экологических программ*. Подобного рода программы разрабатываются в масштабах всей страны и для регионов. Они могут быть, как непосредственно направлены на сохранение живой природы, так и косвенно. Среди федеральных целевых программ можно выделить следующие, наиболее тесно связанные с сохранением биоразнообразия:

- "Государственная поддержка государственных природных заповедников и национальных парков на период до 2000 года";
- "Сохранение амурского тигра" (1998-2003 гг.);
- "Обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Байкал" (1995-2000 гг.);
- "Леса России" (1997-2000 гг.) и другие программы.

Экологическое страхование риска нанесения ущерба биоразнообразию позволяет внести вклад в решение двух задач: компенсировать значительную часть причиненного реципиентам вреда, вызванного негативным экологическим воздействием, и создать дополнительный источник финансирования сохранения биоразнообразия. Для России проблема экологического страхования особенно актуальна в силу огромного ущерба для окружающей среды,

потерь биоразнообразия, что вызывается многочисленными авариями, изношенностью оборудования, природоемкими технологиями. Механизм экологического страхования может быть использован особо охраняемыми природными территориями. Основываясь на эффекте рассредоточения риска во времени и пространстве, экологическое страхование позволяет при относительно небольшой величине страховых платежей для страхователя переложить гарантию возмещения убытков третьим лицам (например, ООПТ) на страховщика, причем возмещаемый ущерб может многократно превосходить платежи страхователя. Аккумулируя средства страхователей, страховая структура имеет возможность вкладывать их в деятельность по сохранению биоразнообразия.

3. Экономическая эффективность сохранения биоразнообразия

Адекватный – современной социально-экономической ситуации страны – учет экономической ценности природы, биоразнообразия имеет существенное значение для улучшения ситуации в охране окружающей среды и использования природных ресурсов в России. Он способствует принятию правильных экономических решений на основе определения экономической эффективности, расчета выгоды и прибыли проектов и программ.

Выбирая варианты перехода к устойчивому развитию, различные проекты и направления экологизации экономики необходимо хотя бы в общих чертах иметь критерий, измеритель – какой проект, вариант или направление лучше. Для этого необходимо оценивать экономическую эффективность проекта (программы, направления развития и т.д.). Проект следует реализовать, если он экономически эффективен, и, наоборот, если проект неэффективен, то его нужно отвергнуть. Конечно, экономическая оценка экологических функций, природных объектов и пр. дело чрезвычайно сложное и порой невозможное, о чем было сказано в предыдущем параграфе. Однако, к сожалению, средства (любого рода затраты, инвестиции) всегда и при любой экономической системе дефицитны и в любом случае необходимо делать ограниченный выбор между большим количеством вариантов решений.

В экономике механизмом такого выбора выступает сопоставление затрат и выгод (результатов) в денежном выражении или определение экономической эффективности проекта/программы. Данный подход получил название анализ «затраты - выгоды» (АЗВ). Таким образом, экономическую эффективность необходимо считать для наилучшего использования ограниченных ресурсов.

Экономическую эффективность также часто определяют как соотношение затрат и эффекта, который отражает стоимостной прирост выгод в результате реализации проекта. В нашей стране в теоретических исследованиях и в конкретной практике широко использовались различные методики определения экономической эффективности капитальных вложений, в том числе и в природоохранные мероприятия. Основные принципы этих методик были разработаны академиком Т.С. Хачатуровым в 70-е и 80-е гг. прошлого века. В качестве затрат брался показатель капитальных вложений, который сопоставлялся с эффектом от этих затрат. Полученный в результате деления коэффициент сопоставлялся с нормативным коэффициентом, на основе чего делался вывод об эффективности или неэффективности проекта.

Надо различать эффект и эффективность. Очевидно, что необходимо сопоставлять потенциальный эффект с вызвавшими его затратами, т.е. считать эффективность. Получение большого эффекта может потребовать огромных затрат, что сделает проект экономически неэффективным.

Очевидно, что в случае отсутствия или заниженности оценки природных благ принимается неправильное, антиэкологическое решение: при сопоставлении различных вариантов развития экологосбалансированный вариант проигрывает в сравнении с традиционными экономическими решениями в результате двух возможных причин:

- 1) занижение выгод от сохранения природы, что приводит к уменьшению суммарной выгоды (не учитывается Ve в формуле (1)). Этот вариант типичен для случая биоразнообразия;

2) занижение затрат, что связано с недооценкой потенциального экологического ущерба, занижением негативных внешних издержек (отрицательных экстерналий), накладываемых на общество, других экономических субъектов (занижение C_e в формуле (1)) (в экономической теории это проблема "интернализации экстерналий" – замыкания внешних эффектов и отражение их в цене самого производителя загрязнений).

Оба этих варианта приводят к *неконкурентоспособности природы*.

В России такая ситуация ярко проявляется при принятии решений в пользу развития энергетического, добывающего, лесного и аграрного секторов.

Таким образом, адекватный экономический учет экологического фактора зачастую коренным образом меняет приоритеты в экономических решениях, дает новую экономическую реальность.

Таким образом, в современных экономических условиях сохранение биоразнообразия должно доказывать свои преимущества в конкурентной борьбе с альтернативными способами использования конкретной территории, где имеются биологические ресурсы. К альтернативным способам могут быть отнесены ведение сельского хозяйства, лесозаготовки, различные виды строительства и пр. Основное экономическое условие сохранения биоразнообразия является следующее: $V_b - C_b > V_a - C_a$, где V_b и C_b – соответственно выгоды и затраты от сохранения биоразнообразия; V_a и C_a – соответственно выгоды и затраты от альтернативных вариантов использования территории.

Данное выражение и его возможные модификации по существу предполагают учет *альтернативных стоимостей* для сохранения биоразнообразия, т.е. выгоды, которые теряют индивидуумы или общество, например, из-за консервации территорий. Эти издержки включают недополучение продукции от охраняемых территорий (виды животных и растений, древесина). Альтернативные стоимости также включают выгоды, которые могли бы быть получены от альтернативного использования (развитие сельского хозяйства, интенсивное лесное хозяйство и пр.).

Важной экономической проблемой в сохранении биоразнообразия является *несовпадение глобальных и локальных (страна, регион) выгод*. То, что невыгодно для отдельного региона, страны может оказаться жизненно важным для других стран, всей планеты. Например, вырубка тропических лесов, утрата редких видов флоры и фауны в отдельных странах оказывают негативное воздействие на биосферу всей планеты. Локальные выгоды от таких действий гораздо меньше глобальной выгоды от сохранения этих природных ресурсов. В то же время в случае сохранения природных благ на локальном уровне (охраняемые территории, леса и пр.) местное население не получит выгоды, а, наоборот, может ухудшить свое благосостояние. Эта ситуация типична для многих развивающихся стран.

В показателях затрат и выгод явление несовпадения глобальных и локальных выгод можно описать следующим образом: $Vd - Cd < 0$, где Vd и Cd – соответственно локальные выгоды и затраты.

Превышение локальных затрат над локальными выгодами показывает, что для местного сообщества невыгодно сохранять биоразнообразие, и в этом случае будет использован другой природоёмкий вариант развития. Эта ситуация, к сожалению, характерна для всего мира.

В связи с этим необходима идентификация локальных выгод для населения, регионов, региональных отраслей экономики от сохранения биоразнообразия, которые могут проявляться в самых различных формах и сферах. Эти выгоды необходимо конкретизировать, искать новые и переводить их в практическую плоскость дополнительных доходов регионов. К реальным и потенциальным локальным выгодам можно отнести:

- развитие буферных зон вокруг особо охраняемых природных территорий (ООПТ) для ведения хозяйствования с определенными экологическими ограничениями (лесное и сельское хозяйство, подсобное хозяйство и т.д.);
- увеличение производства (например, сельского хозяйства – за счет улучшения водорегулирования, снижения эрозии при сохранении и посадке леса, сохранения водно-болотных угодий);

– сокращение производственных издержек (чистые водные источники, очистные функции болот позволяют снизить затраты предприятий, коммунально-бытовых служб, населения на предварительную очистку воды, необходимую по технологическим и гигиеническим условиям);

– рост привлекательности земель в экологически чистых зонах для строительства оздоровительных и туристических объектов, жилищного строительства. Это повышает цену таких участков (возможны доходы региона от дополнительных инвестиций, налогов, в том числе земельного налога);

– при сохранении экосистемного потенциала устойчивость во времени потоков доходов от различных видов хозяйственной деятельности (рыболовство, сбор побочных продуктов леса, лесное хозяйство и пр.);

– доходы от глобальных экосистемных функций природы региона (продажа углеродных квот при лесопосадках и лесовосстановлении, внешние средства на сохранение биоразнообразия и пр.);

– продажа разрешений на ограниченную деятельность на ООПТ (где разрешено по закону): санитарная вырубка леса, охота, рыболовство, сбор грибов и ягод и пр.;

– привлечение дополнительных доходов и инвестиций за счет развития экологического туризма, расширение возможностей занятости местного населения;

– получение грандов на сохранение биоразнообразия (российских и зарубежных);

– экономические выгоды за счет улучшения здоровья населения (социальный эффект) в условиях чистой окружающей среды в зонах вокруг ООПТ (снижение затрат населения и государства на лечение, увеличение производительности людей за счет сокращения дней болезни и пр.).

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Рассмотрение на каких уровнях предполагает целостный эколого-экономический подход экономических механизмов сохранения живой природы?

2. Какие причины выделяются в экономической теории, приводящие к деградации биоразнообразия?
3. Что подразумевает понятие «провалы рынка»?
4. В чем вы видите неэффективность государственной политики экономических механизмов сохранения живой природы?
5. Как можно решить вопросы институциональной неэффективности приводящие к деградации биоразнообразия?
6. Назовите основные направления сохранения биоразнообразия имеющие место в экономическом механизме регулирования его устойчивости.
7. Что включает в себя экономическая эффективность сохранения биоразнообразия?
8. Какую роль играют индикаторы устойчивого развития в сохранении биоразнообразия?
9. Какие механизмы предполагает экономическая оценка вклада природных экосистем в глобальную биосферную устойчивость?

ЛЕКЦИЯ 9

ТЕМА: Правовые аспекты сохранения биоразнообразия

Цель лекции: сформировать представление о существующей правовой и законодательной базе в области сохранения биоразнообразия и мерах его регулирования.

ПЛАН:

1. Правовые механизмы сохранения биоразнообразия.
 - 1.1. Законодательство в области сохранения биоразнообразия.
 - 1.2. Основные действия в области развития и совершенствования законодательства.
 - 1.3. Организация применения законодательства.
 - 1.4. Правоохранительная деятельность в сфере сохранения биологического разнообразия.
2. Меры регулирующие сохранение биоразнообразия.
 - 2.1. Правовые меры по охране видов.

2.2. Регулирование использования особо охраняемых районов природных территорий (акваторий) (ООПТ).

2.3. Законодательство по планированию природопользования.

2.4. Законодательная защита репрезентативных типов местообитаний.

2.5. Регулирование процессов и видов деятельности, наносящих ущерб биоразнообразию.

2.6. Регулирование доступа к генетическим ресурсам.

3. Совершенствование законодательно-нормативной базы

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИИ

1. Правовые механизмы сохранения биоразнообразия

Во всех странах, имеющих развитые законодательные системы, разработаны стратегии, политика, законы и нормативы, определяющие охрану, использование и управление природными ресурсами, в том числе биологическими. Такие меры могут сильно меняться от страны к стране, особенно это заметно в странах, где природные ресурсы являются объектами совместного управления разных уровней власти.

Правовые механизмы должны быть направлены в первую очередь на внедрение в эту сферу биологических принципов сохранения биоразнообразия с учетом социально-экономических условий их реализации.

Правовые механизмы решения проблем сохранения биоразнообразия включают три элемента: законодательство, организацию его исполнения и правоохранительную деятельность. В целом современная ситуация в России характеризуется сравнительно развитым законодательством и неудовлетворительным выполнением законов.

1.1. Законодательство в области сохранения биоразнообразия

Национальное законодательство часто очень стабильно и консервативно и поэтому нередко его нормы оказываются устаревшими. Однако глобализация, а также проблемы, связанные с изменением климата, требуют от человечества международных тесно скоординированных акций. В идеале эти акции должны предприниматься на основе международных соглашений, обязатель-

ных для выполнения подписавшими их странами. Ниже приведен список подобных законодательных мер, которые могут быть разработаны на национальном уровне. Естественно, что координация этих правовых актов (на государственном или международном уровне) является частью процесса развития, она нужна для создания эффективной национальной законодательной системы.

Современное российское законодательство базируется на положениях Конституции Российской Федерации и представляет развитую систему правовых институтов, норм и предписаний, направленных на обеспечение сохранения биоразнообразия. Базовое значение имеет Закон «Об охране окружающей природной среды». Кроме того, для сохранения биоразнообразия особенно важны законы «О животном мире», «Об особо охраняемых природных территориях», «Об экологической экспертизе», «О недрах»; Водный и Лесной кодексы. Имеются также указы Президента РФ, постановления Правительства РФ, иные подзаконные акты, касающиеся проблем сохранения и использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Частью национальной правовой системы являются международные конвенции, касающиеся сохранения биоразнообразия, охраны и устойчивого использования его компонентов, охраны морских и воздушного бассейнов, участницей которых является Россия.

Существующее законодательство в области сохранения и использования биоразнообразия имеет достаточно развитую основу. Вместе с тем, преимущественно природно-ресурсное направление законодательства, рамочный характер многих законов, требующих для своей реализации и введения отдельных подзаконных актов, возникающие в связи с этим пробелы и противоречия определяют необходимость дальнейших усилий не только по внесению изменений и дополнений в действующее законодательство, но и целенаправленной работы по созданию новых направлений законотворческой политики, заложенных в Конвенции о биоразнообразии.

Важнейшей задачей является системный учет требований сохранения биоразнообразия как одного из важнейших стратегических ресурсов страны в ходе реформирования и развития всего российского законодательства.

1.2. Основные действия в области развития и совершенствования законодательства

Основные действия в области развития и совершенствования законодательства включают:

– Систематизация и совершенствование существующего законодательства в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. Дополнение существующих законов требованиями сохранения биоразнообразия и неистощительного использования его компонентов.

– Принятие новой редакции базового Закона «Об охране окружающей природной среды», отвечающей как сегодняшним социально-экономическим реалиям, так и задачам по сохранению биоразнообразия.

– Принятие полноценного Земельного кодекса, обеспечивающего сохранение биоразнообразия в ходе купли-продажи и дальнейшего использования земли; в частности, необходимо максимально расширить и конкретизировать состав экологически обусловленных обременений и публичных земельных сервитутов (прав ограниченного пользования чужим земельным участком), согласовать положения проекта Земельного кодекса о землях природоохранного назначения с апробированными и работоспособными нормами Закона об особо охраняемых природных территориях.

– Исправление узкоотраслевой направленности Водного и Лесного кодексов в плане создания соответствующей современным реалиям системы государственной регламентации природопользования владельцами и пользователями территорий и акваторий с точки зрения охраны природы в целом и биоразнообразия в частности.

– Модификация налогового законодательства в плане усиления рентных платежей за природные ресурсы и налогового стимулирования неистощительного природопользования.

– Включение требований сохранения биоразнообразия в процедуру экологической экспертизы.

– Разработка методик расчета ущерба, нанесенного природе, не по отдельным видам ресурсов, а с учетом природных комплексов и экосистем в целом.

– Дальнейшее законодательное разделение прав владения, пользования и распоряжения природными ресурсами между Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации и муниципальными образованиями, их прав и обязанностей в этой области хозяйства и порядка решения спорных вопросов по разделяемым (мигрирующим) природным объектам.

– Корректировка законодательства об административных правонарушениях, в том числе ужесточение штрафных санкций за правонарушения в области сохранения биоразнообразия, оптимизация механизмов привлечения к административной ответственности юридических лиц, законодательное обеспечение внесудебной конфискации орудий и продукции незаконного природопользования.

– Дальнейшее развитие традиционных направлений законотворчества. Принятие законов о растительном мире, об охоте и охотничьем хозяйстве, о рыболовстве, об охране почв, о регулировании оборота образцов редких и находящихся под угрозой уничтожения видов животных, растений и других организмов; законодательное закрепление особого природоохранного статуса коренных лесов и водно-болотных угодий международного значения.

– Развитие законодательства с учетом экосистемного подхода и биологических принципов сохранения биоразнообразия.

– Развитие законодательства по вопросам регулирования доступа к генетическим ресурсам и получения выгод от их использования, исходя из того, что Россия может выступать как в качестве экспортера, так и импортера генетических ресурсов. При использовании живых измененных (генно-инженерно модифицированных) организмов надлежит руководствоваться положениями российского (1995) Закона о генно-инженерной деятельности, а

также положениями Картахенского протокола по биобезопасности (2000), регулирующего трансграничные перемещения живых измененных (генно-инженерно модифицированных) организмов.

– Совершенствование правовых основ защиты общественных экологических интересов; развитие форм участия общественности в принятии экологически значимых решений; законодательное закрепление практики обязательного проведения общественных слушаний по экологически значимым проектам; законодательное закрепление ответственности за непредоставление экологической информации.

– Развитие законодательства, обеспечивающего сохранение природных систем и традиционных природосберегающих методов природопользования в местах проживания коренных малочисленных народов.

1.3. Организация применения законодательства

Эта функция возлагается на органы исполнительной и судебной власти Российской Федерации и ее субъектов, на органы местного самоуправления.

Необходимо провести полный анализ всего законодательства в ракурсе использования законов для сохранения биоразнообразия и издать соответствующие обзоры и юридические комментарии по применению таких положений, прежде всего для юристов-практиков, обратив особое внимание на опасность нарушений и преступлений в этой сфере для государства и граждан.

Специально уполномоченные государственные органы по охране, контролю и регулированию использования природных ресурсов, экологической экспертизе, охране окружающей среды, иные специализированные органы (таможенные, внутренних дел, прокуратуры, службы безопасности), в компетенцию которых входит обеспечение сохранения биоразнообразия, в настоящее время действуют недостаточно эффективно и практически независимо друг от друга. Необходима координация действий этих органов с целью про-

филактики и пресечения противоправных действий в отношении биоразнообразия.

Повышение эффективности правоприменения включает: обучение кадров правовым приемам и методам сохранения биоразнообразия, повышение уровня их материально-технического обеспечения, принятие, регистрацию и опубликование подзаконных актов, организацию их исполнения, повышение дисциплинарной ответственности в соответствии с КЗОТом РФ, взаимодействие государственных и муниципальных органов с общественностью, реализацию иных требований законодательства, направленного на сохранение биоразнообразия.

1.4. Правоохранительная деятельность в сфере сохранения биологического разнообразия

Слабое исполнение законов является сегодня наиболее острой проблемой. На фоне общего снижения исполняемости законов положение с охраной живой природы усугубляется тем, что среди задач, решаемых правоохранительными и иными контрольно-надзорными органами, проблемы сохранения биоразнообразия не являются приоритетными.

Основной задачей в области правоприменения является комплексное организационно-техническое, экономическое, идеологическое обеспечение неотвратимости ответственности за нарушение экологического законодательства и нанесение ущерба живой природе. Для повышения эффективности правоприменения чрезвычайно важно повышение эколого-правовой культуры населения, в первую очередь – должностных лиц (работников правоохранительных органов и лиц, ответственных за принятие экологически значимых решений).

Развитие правоохранительной деятельности по сохранению биоразнообразия должно осуществляться в следующих двух направлениях.

Контрольно-надзорная деятельность природоохранных органов, правоохранительных органов (милиции, прокуратуры) и иных структур. Здесь первостепенное значение имеет повышение раскрываемости правонарушений в

области сохранения и использования биоразнообразия. Приоритетное внимание должно быть уделено контролю за деятельностью субъектов, занимающихся эксплуатацией биоресурсов (леса, рыбы и других водных биоресурсов, охотничьих животных), а также ведущих хозяйственную деятельность, которая может нанести ущерб живой природе (сельское хозяйство, строительство, добыча полезных ископаемых и др.). В области контрольно-надзорной деятельности необходимы следующие меры:

- обеспечение контрольно-надзорных органов необходимыми техническими средствами и методиками для обнаружения и доказательства правонарушений, в том числе нанесения ущерба биоразнообразию;

- оперативное поступление в контрольно-надзорные органы информации о правонарушениях в области использования биоразнообразия или нанесения ему косвенного ущерба;

- совершенствование практики осуществления государственного контроля и надзора, корректировка нормативно-технических документов (методик, стандартов, правил, нормативов и т.п.).

Привлечение к ответственности, возложение наказания на виновных лиц (административные комиссии, инспекции, суды). Развитие судебной практики по делам, искам и жалобам граждан и общественных объединений, выработка судебной стратегии по правонарушениям в области сохранения и использования биоразнообразия, повышение исполняемости судебных решений по экологическим делам. Необходимо добиваться неотвратимости правовой ответственности за экологические правонарушения во всех ее формах, каждая из которых требует совершенствования:

- административной – коррекция системы штрафов;

- дисциплинарной – применение не только в учреждениях, занимающихся охраной природы, рыболовством и охотничьим хозяйством, но и во всех других организациях и учреждениях, в том числе в органах государственного экологического контроля и надзора;

– гражданско-правовой – развитие практики подачи исков гражданами и общественными организациями;

– уголовной – рассмотрение дел на основе оценки реальной опасности действий, посягающих на живую природу;

– эколого-правовой (лишение права природопользования или приостановление экологически вредной деятельности) – применение для всех субъектов, эксплуатирующих биоресурсы и ведущих другую хозяйственную деятельность.

Традиционные правовые меры. Задолго до того, как государства начали законодательно регулировать использование биологических ресурсов в обществе практиковались разнообразные, нередко сравнительно сложные формы охраны отдельных видов, природных объектов и сообществ в виде религиозных норм, обычаев и традиций. Это связано с тем, что выживание этих обществ зависело от эффективности системы использования биологических ресурсов.

Системы традиционных правил, обычаев и традиций в разных культурах различны, однако они имеют некоторое число общих характеристик, отличных от современных правовых норм. Эти обычаи иногда закрепляются, по крайней мере теоретически, в национальных правовых и политических системах. Вот некоторые общие характеристики таких обычаев:

– Земельные и водные территории и акватории с их биологическими ресурсами имеют религиозное значение и тесно связаны с самоидентификацией народа. Их нельзя отделить от системы родства, власти, лидерства и ритуалов.

– Существуют персональные наследуемые права на земельные или водные участки, однако большинство персональных прав – это либо права пользования, вторичные от высших прав группы, либо права на какие-то частные ресурсы, например, на отдельный вид деревьев или животных, либо права на сбор урожая с общего участка земли.

– Необрабатываемая земля (или водный участок) по большей части обременена правами. Редко какая-то часть земли или моря, где живут люди, считается ничейной.

– Права на земли, воды и их ресурсы редко регистрируются на картах или в виде письменных документов за исключением знаков собственности на деревьях и других дискретных, кому-то индивидуально принадлежащих ресурсов. Границы определяются по естественным особенностям, таким, как реки, и на основании неформализованного взаимопонимания. Ограничения обычно устанавливаются поресурсно. Регулирование пользования часто имеет сезонный характер. Некоторые участки и ресурсы могут использоваться без каких-либо ограничений.

2. Меры регулирующие сохранение биоразнообразия

В законодательстве всех стран государство наделено правом контролировать или ограничивать деятельность людей в интересах общества. Согласно таким полномочиям могут быть приняты законы и положения, запрещающие или ограничивающие конкретные виды деятельности, разрешающие их при условии получения специальных документов (лицензий, квот и т.п.) или требующие предварительного уведомления о начале той или иной деятельности или проектов. На сегодняшний день такие полномочия в основном используются для охраны конкретных видов или участков и лишь совсем недавно объектами регулирования стали определенные типы сред обитания или ландшафтные характеристики.

2.1. Правовые меры по охране видов

Многие страны приняли законодательства в сфере охраны видов в течение последних десятилетий. Принятые законы часто включают в себя длинные списки охраняемых видов, в том числе растений. Если такие законы относятся к видам, не имеющим утилитарной ценности, их применение на практике оказывается затруднительным, особенно если это касается малоизвестных или труднодиагностируемых видов, которые знакомы лишь узкому кругу специалистов. Обычно эти законы лишь ограничивают сбор, добычу и

торговлю таким видами, хотя в ряде случаев в них предусмотрена и охрана местообитаний.

Несмотря на неплохую эффективность законодательства об охране отдельных видов, этим законам и нормам свойственны и некоторые недостатки. Во многих странах с ограниченными информационными и финансовыми ресурсами такие законы могут не работать, если механизмы их действия зависят от наличия достаточных научных доказательств статуса исчезающего вида, а также от возможности выделения финансовых ресурсов на восстановление исчезающих видов. Действия по защите мигрирующих видов на национальном уровне также могут оказаться малоэффективными, если другие страны не охраняют такие виды на своей территории. Эта проблема и привела к заключению Конвенции о мигрирующих видах.

2.2. Регулирование использования особо охраняемых районов природных территорий (акваторий) (ООПТ)

В пределах особо охраняемых природных территорий (акваторий) запрещено или ограничено большинство видов хозяйственной деятельности, чтобы обеспечить долговременную охрану той или иной экосистемы или отдельных ее компонентов. Постоянное существование ООПТ не может быть полностью гарантировано законодательной системой, так как последующие законы в ряде случаев могут упразднить ее. Ликвидация статуса ООПТ может оказаться труднее, чем ее создание, за счет введения конкретных процедурных ограничений и норм.

Целостность охраняемой территории может быть обусловлена общественной формой собственности или наличием нормативных документов.

Существуют две системы управления особо охраняемыми природными территориями: централизованная и децентрализованная. Децентрализованное управление чаще используется, когда ООПТ создаются на частных или муниципальных землях. В этом случае в управлении ООПТ должны быть пред-

ставлены интересы всех сторон и оно должно состоять из государственных служащих, представителей местных властей, научных институтов, природоохранных общественных организаций, землевладельцев и местных деловых кругов.

Законодательство должно предоставлять возможность устанавливать зонирование ООПТ, формулировать основные принципы управления и вводить ограничения деятельности по каждой из зон.

2.3. Законодательство по планированию природопользования

Законодательство по планированию природопользования было принято во многих странах для защиты экономических, эстетических и экологических ценностей в сельской местности и в пригородах. При этом из сферы регулирования изъяты сельскохозяйственные угодья.

Планирование управления территорией представляет собой механизм с обратной связью, с помощью которого реализуется стремление ограничить или избежать неблагоприятных воздействий на окружающую среду в каждом конкретном случае.

Природные парки и охраняемые ландшафты. Все более популярной мерой становится создание природных парков. Деятельность человека в пределах границ этих парков разрешается, если она совместима с его целями и не нарушает режим охраны. Природные парки обычно имеют зонирование, и деятельность регулируется в пределах каждой отдельной зоны. Роль “заповедных ядер” природных парков могут выполнять уже существующие ООПТ с более строгими режимами охраны.

2.4. Законодательная защита репрезентативных типов местообитаний

Многие страны вводят разрешительную процедуру видов деятельности, которые могут нанести ущерб определенным типам сред обитания организмов, таким как водно-болотные угодья (ряд стран), мангровые леса (Бразилия и Венесуэла), прибрежная растительность (ряд стран), пещеры (Австрия, Венгрия, Северная Италия) и т. д. В законодательстве некоторых стран объ-

ектами охраны могут выступать и отдельные элементы ландшафта, например, живые изгороди. Существует ряд международных соглашений, которые ставят своей целью охрану международной сети репрезентативных экосистем (Рамсарская конвенция, Конвенция по всемирному наследию).

2.5. Регулирование процессов и видов деятельности, наносящих ущерб биоразнообразию

Многие технологические процессы и виды деятельности, такие как использование пестицидов или интродукция и акклиматизация новых видов, могут иметь далеко идущие неблагоприятные последствия для биоразнообразия. Однако лишь некоторые из таких процессов являются объектами правового регулирования, в то же время большинство подходов к охране биоразнообразия предусматривают введение ограничений на определенные виды деятельности или в пределах ограниченных участков. Объектами регулирования чаще всего служат применение пестицидов и интродукция, и акклиматизация новых видов. Законодательство о генетически модифицированных организмах, лишь недавно введенное в правовое поле, нацелено на охрану человека, домашних животных и культурных растений, а также биоразнообразия в целом.

К другим регулируемым сегодня видам деятельности относятся использование тралов и дрефтерных сетей в рыболовстве. Средства контроля вводятся обычно лишь после того, как размеры нанесенного такими видами деятельности ущерба становится в глазах общества недопустимыми, причем предлагаемые ограничительные меры, как правило, приходят в конфликт со сложившимися правовыми отношениями и конституционными свободами. По этой причине необходимо разрабатывать методы определения ущерба и управления технологическими процессами и видами деятельности, которые могут нанести ущерб биоразнообразию, еще до широкого внедрения такой деятельности в повсеместную практику.

2.6. Регулирование доступа к генетическим ресурсам

Конвенция по биологическому разнообразию подтверждает суверенное право государств регулировать доступ к своим генетическим ресурсам, в настоящее время ряд стран приступил к разработке законов и нормативных документов в этой области. Страны, поставляющие генетические ресурсы, должны решить ряд вопросов общего характера, возникающих при разработке законов и нормативных актов по регулированию права такого доступа:

1. Страны должны выработать правила, которые разрешают собирать генетические ресурсы, включая положения о том, где, когда и как или иными способами и приемами можно проводить сбор, определить форму, содержание и объем информации, которую должен представлять сборщик, выработать процедуру получения разрешений на сбор и т.п.

2. Страны должны выработать положения о распределении выгод и принципах сотрудничества, которые должны содержать по меньшей мере минимальные требования в этой сфере. Регулирование здесь может быть очень специфичным, например, установление обязательных отчислений от продажи объектов сбора или квот на них, может быть введен в силу лишь минимальный набор стандартных процедур, в то время как вопрос об отдельных контрактах может быть оставлен (в определенных законных пределах) на усмотрение сторон. Вместе с тем в любом случае государство должно установить или назначить организацию, которая будет исполнять функции регулирования и контроля.

3. Совершенствование законодательно-нормативной базы

Согласно Федерального Закона «Об экологической экспертизе» (23.11.95 г. № 174-ФЗ) основой деятельности хозяйствующих субъектов, оказывающих воздействие на окружающую природную среду, является технико-экономическое обоснование (ТЭО), прошедшее государственную экологическую экспертизу. Этот документ должен конкретизироваться целым рядом процедур в виде специально разработанной нормативно-методической базой. Особенно такие документы необходимы по направлениям: оценка воздействия проектируемой деятельности на природную среду; оценка ущерба,

наносимого основным природным компонентам и механизмы его компенсации; разработка экологических нормативов допустимого воздействия и др. Однако названная нормативно-методическая база не была разработана, отчего в большинстве ТЭО крупных природопользователей разделы «Охрана окружающей среды» превратились в формальную процедуру, а сами эти документы мало эффективны для реальной охраны природы. Общее ослабление контрольных функций государства в части негативных воздействий на природную среду еще более усугубило современную экологическую ситуацию. Такая ситуация прослеживается в нефтяном бизнесе, лесодобывающей промышленности.

Нуждаются в доработке и ряд других Федеральных Законов «О животном мире» (1995 г.), «Об особо охраняемых природных территориях» (1995 г.). Цель таких доработок - обеспечение экологической безопасности страны, сохранения и устойчивого использования биоресурсов и биоразнообразия как национального достояния. В реальности прослеживаются диаметрально противоположная тенденция. Имеют место попытки через ревизию Законов сократить число особо охраняемых природных территорий, снизить контрольные функции государства в охране и использовании биоресурсов.

Необходима и некоторая корректировка Лесного кодекса РФ. В этот законодательный акт следует внести следующие поправки: уточнение особого статуса и режима использования лесов в водоохранных зонах; согласование режимов водоохранных зон и статуса особо защищаемых участков лесов; запрет рубок главного пользования в прибрежных лесах.

Совершенно не отвечает задачам времени и ныне действующий «Водный кодекс». Фактически все водоемы в его трактовке – лишь резервуары воды. Их экологическая ценность как экосистем, как сообществ организмов, как среды обитания промысловых и других полезных организмов лишь декларируется в общей части, но не регулируется.

Существенные дополнения нужны и в Федеральном Законе «О животном мире» (1995), особенно в части обязанностей пользователей объектами

добычи при подготовке и последующей реализации технико-экономических обоснований по не истощительному использованию животных – объектов охоты.

Подготовленные, но не прошедшие соответствующих процедур в Государственной Думе РФ прежнего созыва проекты Федеральных Законов «Об охоте», «Об охране и устойчивом использовании водно-болотных угодий» должны быть включены в планы работы ГД РФ нового созыва. В настоящее время эти документы нуждаются уже в значительной доработке.

Следует отметить, что основные проблемы юридического порядка в охране биоразнообразия России проистекают не от недостатков законов. Мы имеем много неплохих законов. Кроме того, довольно много полезных для сохранения биоразнообразия норм содержит общее законодательство (например. «О потребителях», «Об аренде» и т.п.).

Наша главная проблема – законы не применяются или вольно трактуются определенными корпоративными группировками. Можно принять идеальный закон, но где гарантии, что он будет выполняться, если не выполняются другие?

Поэтому основным направлением работ должны быть усилия по совершенствованию процедур законоприменения и законотворения. Конечно, это общая проблема всего российского общества, но небрежное отношение к законам о природе традиционно для юридического корпуса страны в XX в., поэтому здесь предстоит особо сложная работа.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. На чем основаны правовые механизмы сохранения биоразнообразия?
2. Какие вопросы включает законодательство в области сохранения биоразнообразия?
3. Охарактеризуйте механизм организации применения законодательства в области сохранения биоразнообразия.
4. В чем особенности правоохранительной деятельности в сфере сохранения биологического разнообразия?

5. Назовите основные меры регулирующие сохранение биоразнообразия.
6. Что включают правовые меры по охране видов?
7. Каким образом осуществляется регулирование использования особо охраняемых районов природных территорий (акваторий) (ООПТ)?
8. Специфика законодательства по планированию природопользования.
9. Как осуществляется законодательная защита репрезентативных типов местообитаний?
10. Охарактеризуйте процессы регулирования и виды деятельности, наносящие ущерб биоразнообразию.
11. Каким образом осуществляется регулирование доступа к генетическим ресурсам?
12. В чем заключается совершенствование законодательно-нормативной базы в области сохранения биоразнообразия на современном этапе?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амирханов А.М. Национальная стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия в России / А.М. Амирханов, А.А. Тишков // Сохранение биоразнообразия: Материалы конференции. – М, 1999. С. 28–27.
2. Байлагасов Л. В. Теория и практика заповедного дела : учебное пособие / Л.В. Байлагасов // Горно-Алтайск: РИО Горно-Алтайского госуниверситета, 2013. – 260 с.
3. Баландин Р.К. Природа и цивилизация / Р.К. Баландин, Л.Г. Бондарев. – М.: Мысль, 2000. – 391 с.
4. Бейтс Г. У. Натуралист на реке Амазонке: рассказ о тропических картинах природы, о нравах животных, о жизни бразильцев и индейцев и о путевых приключениях автора во время его одиннадцатилетних странствий / Г.У. Бейтс. – М.: Географгиз, 1958. – 430 с.
5. Биоразнообразие: степень таксономической изученности. – М.: Наука, 1994. – 143 с.
6. Богданов И. И. Геоэкология с основами биогеографии. Учебное пособие / И.И. Богданов. – М.: Флинта, 2011. – 210 с.
7. Бродский А.К. Биоразнообразие: учебник для студ. учрежд. Высш. Проф. Образования / А.К. Бродский. – М.: Изд. Дом «Академия», 2012. – 208 с.
8. Бродский А.К. Введение в проблемы биоразнообразия: иллюстрированный справочник / А.К. Бродский. – С-Пб.: Изд-во СПбГУ, 2002. – 144 с.
9. Вартанов А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – М.: Горная книга, 2009. – 647 с.
10. Биогеография с основами экологии / Г.А. Воронов, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволуцкий, Е.Г. Мяло. – М.: МГУ, 1999. – 392 с.
11. Второв П.П. Биогеография / П.П. Второв, Н.Н. Дроздов. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 270 с.

12. География и мониторинг биоразнообразия / Глобальный эколог. фонд, Проект «Сохранение биоразнообразия», Экоцентр МГУ. – М.: Изд-во НУМЦ, 2002. – 432 с.
13. Горбунов Ю.Н. Сохранение биологического разнообразия: позитивный опыт / Ю.Н. Горбунов и др. – М.: ГЭФ, 1999. – 115 с.
14. Дроздов Н. Н. Экосистемы мира / Н.Н. Дроздов, Е.Г. Мяло. – М.: АБФ, 1997. – 238 с.
15. Дроздов Н.Н. Биомное разнообразие / Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий, Г.Н. Огуреева. – Биogeография, 2002. – № 10. – С. 9–16.
16. Еськов Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия. Учебное пособие / К.Е. Еськов. – М.: Абрис, 2012. – 584 с.
17. Закон Российской Федерации № 2254 «Конвенция о биологическом разнообразии» // Собр. Законов РФ. – 1996. – № 19. – С. 4742-4764.
18. Залепухин В.В. Теоретические аспекты биоразнообразия: Учебное пособие / В.В. Залепухин – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2003. – С. 169. – 192 с.
19. Киселев А. Н. Оценка и картографирование биологического разнообразия (на примере Приморья) / А.Н. Киселев. – Геоботаническое картографирование 1998 – 2000. СПб., 2000. – С. 3–15
20. Конвенция о биологическом разнообразии. Текст и приложения, 1995. Geneva: The Interim Secretariat for the Convention on Biological Diversity. – 34 с.
21. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // М.: Эко-информ, 1996. – 12 с.
22. Лебедева Н.В. Биологическое разнообразие: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по геогр. спец. / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий – М.: ВЛАДОС, – 2004. – 432 с.
23. Лебедева Н.В. Измерение и оценка биологического разнообразия. Ч. 1 / Н.В. Лебедева. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1997. 39 с.

24. Лебедева Н.В. Измерение и оценка биологического разнообразия. Ч. 1 / Н.В. Лебедева. – Ч. 2. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1999. 41 с.
25. Лебедева Н.В. Биоразнообразие и методы его оценки / Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов, Д.А. Криволицкий. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 94 с.
26. Малышев Л. И. Биологическое разнообразие в пространственной перспективе / Л.И. Малышев // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб, 1992. – С. 41-52
27. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Ч.2. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 336 с.
28. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
29. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России. – М., 2001. – 76 с.
30. Небел Б. Наука об окружающей среде / Б. Небел. – М.: Мир, 1993. Т.1. – 422 с.
31. Огуреева Г.Н. Картографирование биомов России / Г.Н. Огуреева и др. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География № 5. – 2001. – С. 31 – 36.
32. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
33. Примак Р.Б. Основы сохранения биоразнообразия / Р.Б. Примак // Глоб. Эколог. Фонд, Проект «Сохранение биоразнообразия», Экоцентр МГУ. – М.: НУМЦ, 2002. – 255 с.
34. Протасов А.А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсиконология / А.А. Протасов. – Киев, 2002. – 105 с.
35. Соловьев А.Н. Биота и климат в XX столетии / А.Н. Соловьев. – М., 2005. – 288 с.
36. Соколов В.Е. Биоразнообразие. Степень таксономической изученности / В.Е. Соколов, Ю.С. Решетников. – М: Наука, 1994.

37. Социально-экономические и правовые основы сохранения биоразнообразия / Колл. авторов. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. – 420 с.

38. Степановских А. С. Биологическая экология. Теория и практика / А.С. Степановских. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 792 с.

39. Терещенко В.Г. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества / В.Г. Терещенко и др. – Биоразнообразии: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. – С. 86–98.

40. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М.: Мир, 1981. – 328 с.

41. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы / Е.А. Шварц. – М.: Т-во МК, 2004. – 111 с.

42. Экономика сохранения биоразнообразия / Под ред. А.А. Тишкова. Научные редакторы-составители: д.э.н. С.Н. Бобылев, д.э.н. О.Е. Медведева, к.э.н. С.В. Соловьева. – М.: Проект ГЭФ "Сохранение биоразнообразия Российской Федерации", Институт экономики природопользования, 2002. – 604 с.

43. Юрцев Б.А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны / Б.А. Юрцев // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. – СПб, 1992. – С. 7–21.

Интернет-ресурсы:

Систематизированный каталог информационных ресурсов Национальной стратегии и плана действий по сохранению биоразнообразия России. <http://www.sci.aha.ru/biodiv/index/npd/htm>.

Сохранение биоразнообразия в России. www.biodat.ru.

The World Wide Web Virtual Library. Sustainable Development: атлас “Биоразнообразии” (пособие по биоразнообразию для детей и министров) <http://www.sci.aha.ru/biodiv/index/htm>.

United Nations. Division for Sustainable Development: <http://www.un.org/esa/sustdev>.

Карта экорегионов мира. wildworld@nationalgeographic.com;

Электронный журнал BioDat "Природа России" по адресу:
<http://www.biodat.ru/doc/lib/index.htm>

Фундаментальная электронная библиотека "Флора и фауна" (растения, животные, грибы и водоросли, теория эволюции и систематики). Режим доступа: <http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>.